

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**TESIS**

**EFFECTO DEL MORDIENTE Y TIEMPO EN LA SOLIDEZ DE COLOR DE HILO  
DE ALPACA (*Vicugna pacos*) TEÑIDA CON CHILCA (*Baccharis latifolia*)**

**PRESENTADO POR:**

Br. MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

Br. ALEX NINA CONDORI

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**ASESOR:**

**Mgt. Ing. PERCY ZAVALETA HUAMPA**

**CUSCO-PERÚ**

**2025**



# Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

## INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mgt. Ing. Percy Zavaleta Huampa.....  
..... quien aplica el software de detección de similitud al  
trabajo de investigación/tesis titulada: EFEECTO DEL MORDIENTE Y TIEMPO EN LA  
SOLIDEZ DE COLOR DE HILO DE ALPACA (Vicuña pacos) TEÑIDA  
CON CHILCA (Baccharis latifolia)......

Presentado por: Bra. María Hernan Huílca chillihuani DNI N° 74474745 ;  
presentado por: Bra. Alex Nina Condori DNI N°: 77416996  
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Agroindustrial.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2..... veces, mediante el  
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**  
**Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5.....%.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	<u>X</u>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 06 de NOVIEMBRE de 2025.....

  
Firma

Post firma Percy Zavaleta Huampa.....

Nro. de DNI 24714299.....

ORCID del Asesor 0000-0002-2689-7237.....

#### Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:523904715.....

# Mario Hernan Huillca Chillihuani - Alex Nina Condori

## EFFECTO DEL MORDIENTE Y TIEMPO EN LA SOLIDEZ DE COLOR DE HILO DE ALPACA (Vicugna pacos) TEÑIDA CON C...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:523904715

193 páginas

Fecha de entrega

6 nov 2025, 9:21 a.m. GMT-5

47.327 palabras

254.668 caracteres

Fecha de descarga

6 nov 2025, 10:38 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

EFFECTO DEL MORDIENTE Y TIEMPO EN LA SOLIDEZ DE COLOR DE HILO DE ALPACA (Vicugna pacos....pdf

Tamaño del archivo

7.9 MB

## 5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

### Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## PRESENTACIÓN

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería de Procesos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco:

En cumplimiento de las normativas establecidas en el reglamento de grados y títulos vigente de la Facultad de Ingeniería de Procesos, correspondiente a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, presentamos ante usted la tesis de investigación titulada: **“EFECTO DEL MORDIENTE Y DEL TIEMPO EN LA SOLIDEZ DEL COLOR DEL HILO DE ALPACA (*Vicugna pacos*) TEÑIDO CON CHILCA (*Baccharis latifolia*)”**.

Esta investigación aporta al conocimiento científico sobre el efecto de distintos tipos de mordientes y tiempos en el teñido de hilo de fibra de alpaca, utilizando la chilca como agente colorante. Se evaluó la solidez del color al frote (en seco y húmedo), al lavado y a la exposición a la luz, sentando así una base científica para el teñido textil tradicional. En el ámbito económico, esta investigación añade valor a la fibra de alpaca, beneficiando a los productores y artesanos de la región del Cusco. A nivel social, se espera mejorar la calidad de los productos textiles y fomentar prácticas más sostenibles en la industria textil. Finalmente, desde una perspectiva ambiental, se propone el uso de colorantes naturales para reducir la contaminación generada en el proceso del teñido.

## ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN.....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE ANEXOS .....	X
DEDICATORIA .....	XI
AGRADECIMIENTO .....	XIII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVI
I. GENERALIDADES .....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.1. Problema General.....	2
1.1.2. Problemas específicos .....	2
1.2. Objetivos de la investigación.....	2
1.2.1. Objetivo General .....	2
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Justificación del estudio.....	3
II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL .....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1. Internacionales .....	5
2.1.2. Nacionales .....	6
2.1.3. Locales .....	7
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.2.1. Chilca (Baccharis latifolia).....	9
2.2.2. Fibra de alpaca .....	12
2.2.3. Hilo de fibra de alpaca .....	15
2.2.4. Colorantes orgánicos.....	16

2.2.5.	Extracción de colorantes .....	16
2.3.	Marco conceptual .....	18
2.3.1.	Teñido.....	18
2.3.2.	Teñido por el método de agotamiento.....	18
2.3.3.	Tiempo de teñido.....	19
2.3.4.	Temperatura de teñido.....	20
2.3.5.	Mordiente .....	20
2.3.6.	Solidez de color de teñido .....	25
2.3.7.	Estándares de prueba de textiles.....	27
2.4.	Ensayo de solidez de color según AATCC .....	27
2.4.2.	Interpretación de la escala de grises .....	29
III.	HIPOTESIS Y VARIABLES .....	30
3.1.	Hipótesis .....	30
3.1.1.	Hipótesis General .....	30
3.1.2.	Hipótesis Específicas.....	30
3.2.	Identificación de Variables .....	30
3.2.1.	Variable dependiente .....	30
3.2.2.	Variables independientes.....	31
3.3.	Operacionalización de Variables .....	32
IV.	MATERIALES Y METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN .....	33
4.1.	Lugar de investigación.....	33
4.2.	Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación .....	33
4.2.1.	Tipo de investigación .....	33
4.2.2.	Nivel de investigación.....	33
4.2.3.	Diseño de investigación .....	34
4.3.	Materiales, instrumentos y equipos .....	34
4.3.1.	Materia prima .....	34
4.3.2.	Materiales de laboratorio.....	34

4.3.3. Reactivos .....	35
4.3.4. Instrumentos de laboratorio.....	35
4.3.5. Equipos.....	35
4.4. Metodología experimental.....	37
4.4.1. Método de análisis de características de hilo de alpaca .....	37
4.4.2. Método de la extracción de colorante a partir de chilca.....	38
4.4.3. Método de preparación de muestras de hilo de alpaca.....	40
4.4.4. Método de teñido de hilo de alpaca con chilca .....	42
4.4.5. Métodos de ensayo de solidez de color .....	44
4.4.6. Método de evaluación de solidez de color por escala de grises .....	46
4.5. Diseño experimental.....	47
4.5.1. Técnicas y software para el procesamiento de datos.....	48
4.6. Metodología para la contrastación de hipótesis.....	48
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	50
5.1. Resultados de Caracterización de la fibra y del hilo de alpaca .....	50
5.2. Resultados de la obtención del extracto colorante de Chilca .....	51
5.3. Resultados de solidez de color al lavado .....	52
5.3.1. Análisis de varianza y tukey para la solidez de color al lavado.....	53
5.3.2. Discusiones para la solidez de color al lavado .....	57
5.4. Resultados y discusiones de solidez de color al frote seco.....	59
5.4.1. Análisis de varianza y tukey para la solidez de color al frote seco .....	60
5.4.2. Discusiones para la solidez de color al frote seco .....	63
5.5. Resultados y discusiones de solidez de color al frote húmedo.....	65
5.5.1. Análisis de varianza y tukey para la solidez de color al frote húmedo ...	66
5.5.2. Discusiones para la solidez de color al frote húmedo .....	70
5.6. Resultados y discusiones de solidez de color a la luz.....	72
5.6.1. Análisis de varianza y tukey para la solidez de color a la luz.....	73

5.6.2. Discusiones para la solidez de color a la luz .....	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
RECOMENDACIONES .....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición de la Queratina .....	13
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de la fibra de alpaca según porcentaje de medulación .....	14
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de la fibra de alpaca.....	15
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones técnicas del hilo de alpaca .....	15
<b>Tabla 5.</b> Descripción, aplicaciones y propiedades fisicoquímicas del alumbre .....	23
<b>Tabla 6.</b> Propiedades fisicoquímicas y uso del cremor tártaro.....	24
<b>Tabla 7.</b> Propiedades fisicoquímicas y uso del ácido cítrico.....	25
<b>Tabla 8.</b> Interpretación de los grados de la Escala de Grises .....	29
<b>Tabla 9.</b> Operacionalización de variables de la investigación.....	32
<b>Tabla 10.</b> Matriz de diseño experimental .....	47
<b>Tabla 11.</b> Contrastación de hipótesis para la solidez del color (mordiente y tiempo).....	49
<b>Tabla 12.</b> Características fisicoquímicas de la fibra y del hilo de alpaca.....	50
<b>Tabla 13.</b> Resultados experimentales de la solidez del color al lavado .....	52
<b>Tabla 14.</b> Coeficiente de variación de la solidez del color al lavado .....	53
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza para la solidez de color al lavado .....	53
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey para solidez al lavado según mordiente.....	54
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Tukey para solidez al lavado según tiempo.....	54
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Tukey para interacción Mordiente $\times$ Tiempo en solidez al lavado.....	55
<b>Tabla 19.</b> Comparaciones de tratamientos tukey para la Solidez al lavado .....	55
<b>Tabla 20.</b> Resultados experimentales de la solidez del color al frote seco .....	59
<b>Tabla 21.</b> Coeficiente de variación de la solidez del color al frote seco .....	60
<b>Tabla 22.</b> Análisis de varianza para la solidez del color al frote seco .....	60
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Tukey para solidez al frote seco según mordiente.....	61
<b>Tabla 24.</b> Comparaciones de tratamientos de Tukey para el frote seco .....	61
<b>Tabla 25.</b> Resultados experimentales de la solidez del color al frote húmedo.....	65
<b>Tabla 26.</b> Coeficiente de variación de la solidez del color al frote húmedo .....	65
<b>Tabla 27.</b> Análisis de varianza para la solidez de color al frote húmedo .....	66
<b>Tabla 28.</b> Prueba de Tukey para solidez al frote húmedo según mordiente.....	67
<b>Tabla 29.</b> Prueba de Tukey para interacción M $\times$ T en solidez al frote húmedo.....	67
<b>Tabla 30.</b> Comparaciones de tratamientos tukey para la Solidez al frote húmedo .....	68
<b>Tabla 31.</b> Resultados experimentales de la solidez del color a la luz .....	72
<b>Tabla 32.</b> Coeficiente de variación de la solidez del color a la luz .....	72

<b>Tabla 33.</b> Análisis de varianza para la solidez de color a la luz .....	73
<b>Tabla 34.</b> Prueba de Tukey para solidez a la luz según mordiente.....	74
<b>Tabla 35.</b> Comparaciones de tratamientos tukey para la Solidez a la luz .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Planta de Chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> ).....	9
<b>Figura 2.</b> Estructura química de la quercetina .....	11
<b>Figura 3.</b> Fotosíntesis diaria en Chilca.....	12
<b>Figura 4.</b> Estructura de la fibra de alpaca .....	14
<b>Figura 5.</b> Esquema de mordentado de fibra .....	22
<b>Figura 6.</b> Escala de grises para variación de color.....	29
<b>Figura 7.</b> Proceso de teñido con variables independientes y dependientes .....	31
<b>Figura 8.</b> Flujograma de extracción de colorante de chilca .....	38
<b>Figura 9.</b> Flujograma de preparación de muestras de hilo de alpaca .....	40
<b>Figura 10.</b> Flujograma de teñido de hilo de alpaca con chilca .....	42
<b>Figura 11.</b> Curva térmica del proceso de teñido (60 minutos).....	43
<b>Figura 12.</b> Curva térmica del proceso de teñido (60 minutos).....	43
<b>Figura 13.</b> Comparación Múltiple de Tukey para la solidez del color al lavado .....	56
<b>Figura 14.</b> Interacción entre Mordiente y Tiempo de Teñido en la Solidez al Lavado .....	57
<b>Figura 15.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color al frote seco.....	62
<b>Figura 16.</b> Interacción mordiente y tiempo de teñido en la solidez del color al frote seco ....	63
<b>Figura 17.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color al frote húmedo .....	69
<b>Figura 18.</b> Interacción mordiente y tiempo de teñido en la solidez al frote húmedo.....	69
<b>Figura 19.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color a la luz.....	75
<b>Figura 20.</b> Interacción entre mordiente y el tiempo de teñido en la solidez a la luz .....	76

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Matriz de Consistencia.....	90
<b>Anexo 2.</b> Análisis estadístico.....	91
<b>Anexo 3.</b> Balance de masa y energía del proceso de obtención del extracto de chilca.....	96
<b>Anexo 4.</b> Balance de energía del proceso teñido .....	101
<b>Anexo 5.</b> Panel fotográfico de obtención de hilo .....	104
<b>Anexo 6.</b> Acta de entrega de hilo de alpaca realizada en la planta Marangani .....	105
<b>Anexo 7.</b> Panel fotográfico del análisis de fibra de alpaca e hilo.....	106
<b>Anexo 8.</b> Análisis de caracterización de fibra de alpaca .....	107
<b>Anexo 9.</b> Determinación de la densidad lineal de hilado .....	109
<b>Anexo 10.</b> Determinación de torsión de hilos .....	110
<b>Anexo 11.</b> Secuencia de fotos de la extracción de colorante de chilca.....	111
<b>Anexo 12.</b> Secuencia de fotos del proceso de teñido de fibra de alpaca con chilca ..	114
<b>Anexo 13.</b> Constancia del CITE Textil Camélidos Cusco.....	118
<b>Anexo 14.</b> NTP 231.005 de Escala de grises para cambio de color .....	119
<b>Anexo 15.</b> Informe técnico de la evaluación de solidez de color .....	121
<b>Anexo 16.</b> Resultados de laboratorio para la solidez de color.....	123

## DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa académica.

Mi gratitud a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme las bases académicas, científicas y humanas que hicieron posible este trabajo.

Expreso un especial agradecimiento al ingeniero Percy Zavaleta, mi asesor, por su guía constante, su paciencia y sus valiosos aportes técnicos que enriquecieron cada etapa de esta investigación.

A mis amigos y compañeros de estudio, gracias por acompañarme con sus ideas, su compañerismo y esos momentos que hicieron de este proceso una experiencia más llevadera y significativa.

### **Y de manera muy especial, a mi familia:**

A mis padres, Pío y Rosa, por su amor incondicional, sus sacrificios y su apoyo constante; a mis hermanos, Clímaco y Cristian, por su confianza en mí y por ser ejemplo de esfuerzo; y a mi novia, Delfina, por su compañía, comprensión y aliento en los momentos más exigentes.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por ser parte de este logro.

*Att: Mario Hernan Huilca*

A Dios, fuente de mi fuerza y guía constante, quien has estado presente en cada etapa de mi vida, brindándome amor y dirección.

A mis padres, Dolores Condori Cuchicari y Valentín Nina Yucra, quienes me dieron la vida y me han acompañado con su amor y apoyo incondicional. A mis abuelos, Bernardina (+) y Guillermo (+), cuyo espíritu me cuida desde el cielo y me ha transmitido los valores que fundamentan mi vida. Este logro es un tributo a su legado.

A mis hermanos, por su constante apoyo y por alentarme a seguir adelante, siendo su presencia crucial en este proceso.

A todos mis amigos, quienes durante mi etapa universitaria compartieron momentos inolvidables y me brindaron su respaldo. Sin su compañía y aliento, este logro no hubiera sido posible.

A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento por su apoyo incondicional y por formar parte de mi vida, compartiendo tanto alegrías como desafíos, que me han permitido crecer y valorar aún más a quienes me acompañan. Los llevaré siempre en mi corazón.

**Alex Nina Condori.**

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresamos nuestro más profundo agradecimiento a Dios, por guiarnos con sabiduría, darnos la salud, la perseverancia y la fortaleza necesarias para culminar con éxito esta etapa académica.

Agradecemos a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por acogernos en sus aulas y brindarnos una formación integral. De manera especial, a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por proporcionarnos las herramientas académicas y científicas que hoy nos permiten desenvolvemos con responsabilidad y criterio profesional.

Reconocemos el esfuerzo y dedicación de nuestros docentes, quienes a lo largo de nuestra formación nos compartieron sus conocimientos, experiencias y valores, fundamentales en nuestra formación como ingenieros.

Expresamos nuestro especial agradecimiento al Ing. Percy Zavaleta, asesor de esta investigación, por su guía constante, paciencia y valiosos aportes técnicos que fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, agradecemos a los miembros del jurado evaluador, por su tiempo, dedicación y sugerencias, que han contribuido a enriquecer y mejorar el contenido de esta tesis.

Nuestro agradecimiento también al equipo técnico y profesional del CITE Textil Camélidos Cusco, por su apoyo en los análisis realizados, así como a la Planta de Procesamiento de Fibra de Alpaca de Maranganí, por brindarnos las facilidades necesarias para la toma de muestras y ejecución del trabajo experimental.

A todas las personas e instituciones que directa o indirectamente hicieron posible esta investigación, les expresamos nuestro sincero y profundo agradecimiento.

## RESUMEN

El estudio evaluó la influencia del tipo de mordiente y del tiempo de teñido en la solidez del color del hilo de alpaca (*Vicugna pacos*) utilizando extracto de chilca (*Baccharis latifolia*). El extracto se obtuvo por método acuoso (1:3 peso vegetal:agua), hervido a 87 °C por 60 min y macerado 48 h. El teñido se realizó en un equipo Ahiba IR Datacolor con relación hilo:baño 1:26, empleando 5 g de hilo y 130 mL del extracto, alcanzando 87 °C durante 30 y 60 min. Se aplicaron tres mordientes al 20 %: cremor tártaro, alumbre y ácido cítrico.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con seis tratamientos y tres repeticiones. La solidez del color se evaluó según normas AATCC TM 61 (lavado), TM 8 (frote seco y húmedo) y TM 16.3 (luz), usando la escala de grises. Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de Tukey HSD ( $\alpha = 0.05$ ).

Los resultados mostraron efectos significativos del tipo de mordiente en todas las pruebas y del tiempo de teñido en la solidez al lavado. El cremor tártaro alcanzó los mejores valores promedio: 3.17 (lavado), 3.50 (frote seco), 4.00 (frote húmedo) y 3.50 (luz), seguido del ácido cítrico y el alumbre.

Se concluye que el cremor tártaro es el mordiente más eficiente y que un tiempo de teñido de 60 min mejora la fijación y estabilidad del color en la fibra de alpaca.

**Palabras clave:** Teñido, mordientes, solidez, alpaca.

## ABSTRACT

The study evaluated the influence of mordant type and dyeing time on the color fastness of alpaca yarn (*Vicugna pacos*) using chilca extract (*Baccharis latifolia*). The extract was obtained through an aqueous method (1:3 plant material:water), boiled at 87 °C for 60 min, and macerated for 48 h. Dyeing was carried out in an Ahiba IR Datacolor machine with a yarn-to-bath ratio of 1:26, using 5 g of yarn and 130 mL of extract, reaching 87 °C for 30 and 60 min according to the treatment. Three mordants were applied at 20% on the weight of the yarn: cream of tartar, alum, and citric acid.

The experimental design was completely randomized with six treatments and three replications. Color fastness was evaluated according to AATCC standards TM 61 (washing), TM 8 (dry and wet rubbing), and TM 16.3 (light), using the gray scale. Data were analyzed using ANOVA and Tukey's HSD test ( $\alpha = 0.05$ ).

Results showed significant effects of the mordant type in all tests and of dyeing time on washing fastness. Cream of tartar achieved the best average values: 3.17 (washing), 3.50 (dry rubbing), 4.00 (wet rubbing), and 3.50 (light), followed by citric acid and alum.

It is concluded that cream of tartar is the most efficient mordant, and that a dyeing time of 60 min improves color fixation and stability in alpaca fiber.

**Keywords:** Dyeing, mordants, fastness, alpaca.

## INTRODUCCIÓN

La industria textil emplea cantidades significativas de colorantes sintéticos y aditivos en el proceso de teñido de fibras, como de la alpaca, la lana y otras fibras proteicas, con el objetivo de lograr una amplia variedad de colores, desde tonos muy claros hasta intensos y oscuros, cumpliendo con las normativas tanto nacionales como internacionales sobre la solidez del color requerida por los mercados (Adeel et al. 2019). “El proceso de teñido en la industria textil requiere grandes cantidades de agua, combustible y productos químicos, generando una cantidad considerable de residuos y contribuyendo a la contaminación del medio ambiente” (Seema, 2017).

Para el teñido de hilo de fibra de alpaca hay poca información sobre parámetros de teñido con chilca (*Baccharis latifolia*) que indiquen el tipo de mordiente y los tiempos de teñido. Estos factores son muy importantes en la calidad del producto final en especial en la solidez de color del producto teñido. “Se emplean mordientes, tanto naturales como artificiales, para fijar el colorante en la fibra y mejorar propiedades como el brillo y la solidez a la luz. Los mordientes seleccionados por su menor impacto ambiental son: alumbre, ácido cítrico, crémor tártaro” (Obando Portillo, 2013).

El presente trabajo de investigación ha estudiado como influye el tipo de mordiente y tiempo de teñido en la solidez de color a pruebas de frote, lavado y luz utilizando el colorante natural de la chilca. Los resultados obtenidos en esta investigación podrán ser transferidas a los pequeños artesanos y empresas textiles para que obtengan productos ecológicos y de calidad que requiere el mercado.

## I. GENERALIDADES

### 1.1. Descripción del problema

En los últimos años, el uso de colorantes naturales ha resurgido como una alternativa ecológica frente a los tintes sintéticos, debido a su bajo impacto ambiental y su origen renovable. Sin embargo, en la práctica textil artesanal, aún se enfrentan limitaciones técnicas relacionadas con la fijación y solidez del color en las fibras proteicas, especialmente en la alpaca, una de las más representativas del Perú.

Durante visitas y observaciones realizadas en talleres artesanales de Cusco, se ha identificado que los productos teñidos con plantas naturales, como la chilca (*Baccharis latifolia*), presentan degradaciones en la solidez del color. Los hilos y tejidos pierden intensidad tras los primeros lavados y la exposición solar, lo cual afecta su presentación y reduce su valor comercial. Esta situación es frecuente porque los procesos de teñido se realizan de forma artesanal, sin parámetros técnicos definidos para el tipo de mordiente ni para el tiempo de teñido.

A pesar de que la chilca es una planta tintórea de fácil acceso y tradicionalmente usada por comunidades altoandinas, no se cuenta con estudios experimentales locales que determinen las condiciones óptimas para lograr una buena fijación del color. En consecuencia, los resultados del teñido varían entre asociaciones textiles, y no existen parámetros estandarizados de teñido que garanticen la calidad en el teñido.

Esta problemática no solo tiene implicancias técnicas, sino también económicas y sociales, pues la baja solidez del color limita la aceptación del producto en mercados nacionales e internacionales, afectando la competitividad de los productores artesanales que buscan ofrecer textiles sostenibles y de alto valor agregado.

Frente a ello, surge la necesidad de realizar un estudio experimental que permita determinar cómo influyen el tipo de mordiente y el tiempo de teñido con chilca en la solidez del color del hilo de alpaca, generando parámetros que puedan ser aplicados de manera práctica en el contexto artesanal y semiindustrial.

### **1.1.1. Problema General**

¿Cuál es el efecto del tipo de mordiente y del tiempo de teñido con extracto de chilca (*Baccharis latifolia*) en la solidez del color del hilo de alpaca (*Vicugna pacos*)?

### **1.1.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuáles son las características físicas del hilo de alpaca utilizados en el proceso de teñido?
2. ¿Cuál es la concentración del extracto del colorante de chilca para el teñido del hilo de alpaca?
3. ¿Cómo influye el tipo de mordiente en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con chilca?
4. ¿Qué efecto tiene el tiempo de teñido en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con chilca?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto del tipo de mordiente y del tiempo de teñido con extracto de chilca (*Baccharis latifolia*) sobre la solidez del color del hilo de alpaca (*Vicugna pacos*).

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

1. Analizar las características físicas del hilo de alpaca utilizados en el proceso de teñido.
2. Determinar el extracto de chilca para su aplicación como colorante natural en el teñido de hilo de alpaca.
3. Evaluar la influencia del tipo de mordiente en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con chilca.
4. Determinar el efecto del tiempo de teñido en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con chilca.

### **1.3. Justificación del estudio**

#### **Teórica**

Esta investigación busca contribuir al avance del conocimiento científico mediante el análisis de la influencia de distintos tipos de mordientes y tiempos de fijación en el teñido de hilos de fibra de alpaca, empleando hojas de chilca como colorante natural. A través de una evaluación rigurosa de la solidez del color, considerando pruebas de frote, lavado y exposición a la luz, se pretende generar una comprensión más profunda de los factores que afectan la calidad del teñido. Este estudio tiene como objetivo establecer una base teórica y experimental robusta que no solo amplíe el conocimiento existente, sino que también sirva como referencia fundamental para futuras investigaciones en el campo del teñido sostenible de fibras de alpaca con colorantes naturales. Los resultados obtenidos proporcionarán información clave para optimizar procesos y desarrollar prácticas más eficientes y ecológicas en la industria textil.

#### **Económica**

Cusco es una de las regiones potenciales en la crianza de alpacas, que cuenta con 15,179 productores en la región con una producción anual de 467 toneladas de fibra de alpaca anual (MINAGRI, 2022). Además, Cusco es la segunda región con más artesanos a nivel nacional con 10,629 artesanos (MINCETUR, 2023). La presente investigación busca añadir valor a la fibra de alpaca, la cual actualmente se comercializa como materia prima a precios muy bajos para grandes empresas. Mediante el proceso de transformación de esta fibra en hilado y su posterior teñido con colorantes naturales, con pruebas de solidez de color que garanticen resistencia al frote, lavado y luz, se espera obtener mejores precios para los productores alpaqueros y artesanos de la región del Cusco. Este enfoque económico tiene como objetivo impulsar el desarrollo económico local al incrementar el valor agregado de la producción de alpaca y mejorar así los ingresos de los actores involucrados en la cadena productiva textil.

#### **Social**

Los resultados obtenidos en este estudio contribuyen a establecer nuevos estándares para el teñido con chilca, optimizando el uso de mordientes y mejorando la solidez del color, lo que se traducirá en una mayor calidad en los productos textiles. Este avance no solo beneficiará directamente a artesanos y empresas textiles, sino que también fomentará un cambio positivo en sus prácticas y procesos. Además, la investigación permitirá la elaboración de fichas técnicas que estandaricen los productos teñidos con chilca, proporcionando

información relevante para el etiquetado de los textiles, lo que a su vez contribuirá a una mayor transparencia y valoración de los productos elaborados.

### **Ambiental**

En la actualidad, la industria textil representa una fuente significativa de contaminación ambiental, especialmente a través de la liberación de residuos de colorantes no tratados durante el proceso de teñido, los cuales se descargan directamente en aguas residuales. En esta investigación se centra en la búsqueda de alternativas sostenibles para mitigar el impacto ambiental. Se sugiere emplear colorantes obtenidos de plantas naturales, como la chilca, para mitigar los impactos adversos sobre el ecosistema y reducir la huella ecológica asociada a las actividades humanas. Del mismo modo, se plantea el uso de mordientes naturales, entre ellos el cremor tártaro, el ácido cítrico y el alumbre.

### **Limitaciones**

La principal limitación de esta investigación es la escasa información previa sobre el uso de mordientes naturales y colorantes como la chilca, lo que dificulta la comparación de resultados. Además, factores como las propiedades variables de la fibra de alpaca, las condiciones ambientales y la disponibilidad de insumos podrían haber influido en la reproducibilidad y extrapolación de los hallazgos a contextos industriales o geográficos distintos.

## II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Internacionales

Guillén et al. (2021) evaluaron la aplicación de biocolorantes naturales extraídos de plantas nativas de Ecuador, incluyendo la chilca (*Baccharis latifolia*), como alternativa ecológica para el teñido de tejidos de alpaca y lana, en reemplazo de colorantes sintéticos que generan impactos ambientales negativos. El estudio tuvo como finalidad optimizar el proceso de teñido artesanal utilizando parámetros técnicos controlados, tales como el tipo de mordiente (alumbre y sulfato ferroso), la concentración de mordiente (10 % sobre el peso de la fibra), el tiempo de teñido (30 minutos) y la temperatura del baño tintóreo (80 °C). Posteriormente, se evaluó la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz, aplicando la escala de grises según los métodos AATCC y normas internacionales. Los resultados demostraron que el teñido de fibra de alpaca con extracto de chilca, utilizando alumbre como mordiente, alcanzó niveles de solidez de color de 4 a 5 al lavado con jabón neutro, 3 al lavado alcalino, 4 al frote seco y húmedo, y 4 a 5 a la luz, valores considerados satisfactorios, salvo en condiciones de pH elevado. Se concluyó que el uso de chilca como colorante natural, en combinación con mordientes y tiempos de teñido controlados, representa una alternativa técnica viable y sustentable para el teñido de fibra de alpaca, aunque es necesario optimizar el proceso para mejorar la resistencia cromática en ambientes alcalinos.

Palacios y Ullauri (2020) desarrollaron un estudio en Ecuador para optimizar el teñido de fibra de alpaca y lana utilizando colorantes naturales, incluyendo la chilca (*Baccharis latifolia*), con el fin de mejorar la solidez del color y la intensidad cromática de los textiles artesanales. En su investigación aplicaron diferentes tipos de mordientes (alumbre, crémor tártaro y sal marina) y variaron el tiempo de teñido entre 30 y 60 minutos, controlando además la temperatura y el pH. Posteriormente, se evaluó la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz, siguiendo los estándares de la escala de grises. Los resultados indicaron que el uso de alumbre como mordiente, combinado con tiempos de teñido de 30 minutos a 80 °C, permitió alcanzar niveles de solidez entre 4 y 5 en todas las pruebas, considerados técnicamente satisfactorios. En cambio, los tratamientos sin mordiente o con tiempos inadecuados presentaron solidez baja (valores entre 2 y 3), así como menor intensidad de color. Los autores concluyeron que el tipo de mordiente y el tiempo de teñido son factores determinantes para lograr textiles de alpaca con buena fijación del color, lo que coincide con

los parámetros evaluados en el presente estudio y respalda la necesidad de establecer condiciones técnicas precisas para garantizar la calidad y sostenibilidad del teñido natural.

Castillo (2022) evaluó la influencia de mordientes naturales en la tintura con extracto de lengua de vaca (*Rumex Crispis*) en tejido jersey simple de algodón 100 %, con el fin de desarrollar procesos de teñido sostenibles y con mejores niveles de solidez del color. La investigación se llevó a cabo a escala de laboratorio, utilizando vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro como mordientes aplicados en diferentes concentraciones (5 % a 35 %) mediante el proceso de agotamiento. Posteriormente, se analizó la intensidad del color y las propiedades de solidez al frote, al lavado y a la luz, empleando las normas AATCC 8-2013, AATCC 61-2013 y el método de arco de xenón (ISO 105 B02). Los resultados indicaron que el tipo de mordiente influye significativamente en la fijación del color, siendo el crémor tártaro el que presentó los mejores valores promedio en intensidad y solidez, alcanzando niveles satisfactorios de hasta 4.0 en las pruebas de solidez. Se concluyó que el uso de mordientes naturales, en especial el crémor tártaro, representa una alternativa técnica y ambientalmente viable para optimizar el teñido textil con colorantes naturales.

### **2.1.2. Nacionales**

Carrasco (2024) desarrolló teñidos con cáscara de cebolla (*Allium cepa*) en hilado de fibra de alpaca, con la finalidad de optimizar la resistencia del color mediante parámetros técnicos estandarizados, contribuyendo así a procesos de teñido sostenibles en el CITE Textil Camélidos Arequipa. La metodología consistió en teñidos por agotamiento utilizando diferentes mordientes como ácido cítrico, sulfato de hierro II, cremor tártaro, sulfato de aluminio y cloruro de sodio, evaluando variables como la proporción vegetal/sustrato (30 %), temperatura de tintura (80 °C y 98 °C) y tiempo de fijación (60 minutos). Los resultados mostraron que la combinación óptima fue el uso de mordiente metálico, temperatura de 98 °C y tiempo de 60 minutos, logrando una solidez al lavado, al frote seco y al frote húmedo de nivel 4, según la escala de grises, lo cual se considera un nivel satisfactorio para textiles sostenibles. Se concluyó que la selección adecuada del mordiente y los parámetros técnicos permiten mejorar significativamente la fijación del color en fibras de alpaca teñidas de forma natural, aportando valor agregado al aprovechamiento de residuos como la cáscara de cebolla.

Pacsi (2023) evaluó el teñido de fibra de alpaca baby (*Vicugna pacos*) utilizando colorante natural extraído del tallo de tankar (*Berberis boliviana* L.), con el propósito de determinar los parámetros técnicos que optimizan la solidez del color, contribuyendo a

procesos sostenibles de tintura de fibras. El estudio experimental aplicó un diseño factorial  $2^3$ , considerando como variables independientes el tipo de mordiente (alumbre al 20 % y sulfato ferroso al 3 %), la temperatura (86 °C y ebullición) y el tiempo de teñido (30 y 60 minutos). Como variables dependientes se evaluó la solidez del color al lavado, al frote seco y a la luz, mediante la escala de grises estándar. Los resultados demostraron que el tratamiento con alumbre al 20 %, teñido durante 60 minutos a temperatura de ebullición, alcanzó el mayor nivel de solidez global (5.0) en las tres pruebas, clasificado como excelente. En contraste, los tratamientos con sulfato ferroso alcanzaron valores de solidez entre 3.11 y 4.05, considerados regulares o buenos. Se concluyó que el uso de alumbre como mordiente, en combinación con tiempos prolongados de teñido y temperaturas elevadas, permite obtener tejidos de alpaca con alta resistencia del color, posicionando al tallo de tankar como una alternativa viable y sostenible en el teñido natural.

### **2.1.3. Locales**

Illa y Tairo (2015) evaluaron el teñido de fibra de alpaca Suri (*Vicugna pacos*) con carmín de cochinilla (*Dactylopius coccus*) en la ciudad de Cusco, con la finalidad de tecnificar el proceso artesanal de teñido con colorantes naturales, mejorando la solidez del color y la resistencia de la fibra. El estudio utilizó un diseño factorial, considerando como variables independientes la temperatura (88 °C y 98 °C), el tiempo de teñido (30 y 60 minutos) y la relación de baño (1/25 y 1/50). Se evaluaron como variables dependientes la solidez al lavado, al frote y a la luz (según norma AATCC TM 16), así como la resistencia a la tracción (ASTM D2256). Los resultados indicaron que los mayores niveles de solidez a la luz (4.5 en escala AATCC) se alcanzaron a 98 °C y 60 minutos, con relación de baño 1/25. La mayor resistencia a la tracción fue de 861.60 g-f bajo las mismas condiciones. Se concluyó que la temperatura es el factor más determinante en la solidez y resistencia del teñido, y que es posible optimizar el proceso mediante parámetros técnicos controlados.

Aguilar y Beltran (2022) investigaron el efecto del tipo de mordiente y el tiempo de teñido en la solidez del color de hilos de alpaca y ovinos teñidos con extracto de flores de manzanilla en la región Cusco, buscando alternativas sostenibles al uso de colorantes sintéticos. Se aplicaron concentraciones de alumbre de 2, 3 y 4 gramos por baño, y tiempos de teñido de 20, 40 y 60 minutos. Las variables dependientes fueron la solidez al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz, evaluadas mediante espectrofotometría y ensayos normalizados. Los resultados demostraron que la combinación de 3 g de alumbre y 40 minutos de teñido generó

la mayor solidez al frote seco, con un promedio de 4.5 en la escala de grises, mientras que tiempos prolongados no siempre mejoraron los resultados. Se concluyó que tanto la concentración de mordiente como el tiempo de teñido deben optimizarse para alcanzar una adecuada fijación del color, destacando la eficacia de la manzanilla como colorante natural en la fibra de alpaca.

Padilla et al. (2019) documentaron el proceso artesanal de teñido de fibra de alpaca con cochinilla en talleres artesanales de Chinchero, Cusco, con el objetivo de describir las técnicas tradicionales de obtención y aplicación de colorantes naturales, y analizar su impacto técnico y económico. La investigación utilizó un enfoque cualitativo-descriptivo, aplicando entrevistas y observación directa en seis talleres familiares. Se identificaron las etapas de recolección, extracción del carmín, mordentado con alumbre y teñido de fibra. Asimismo, se cuantificaron los costos, determinándose que el teñido de 1 kg de fibra requería aproximadamente s/30 en insumos, y que el precio promedio del kg de cochinilla era de s/14.12. Los resultados mostraron que la solidez al lavado alcanzaba valores promedio de 4.0, mientras que la intensidad cromática variaba según las técnicas empleadas. Se concluyó que, si bien el proceso artesanal contribuye a preservar la identidad cultural y la sostenibilidad, es necesario estandarizar parámetros técnicos para garantizar productos de calidad y mejorar la competitividad del sector.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Chilca (*Baccharis latifolia*)

Es un tipo de planta que crece de forma natural en las orillas de los ríos. En el territorio peruano, se encuentra comúnmente y se desarrolla a altitudes que oscilan entre los 1000 y 4000 metros sobre el nivel del mar. Esta planta se encuentra en varios departamentos del país, incluyendo Amazonas, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Junín, Lima y Piura (Loja Herrera et al., 2017).

#### Figura 1

Planta de Chilca (*Baccharis latifolia*)



*Nota.* Ejemplar de chilca observado en la zona de Cusco. Esta especie arbustiva es utilizada tradicionalmente como fuente de colorantes naturales. La figura muestra las hojas lanceoladas y brillantes, características de la especie, en estado vegetativo.

#### a. Taxonomía de chilca

Según Navarro y Cruz (2019) la clasificación taxonómica es:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Baccharis*

Especie: *Baccharis latifolia*

Nombre común: Chilca, Chillca

### **b. Características de la hoja de chilca**

Las hojas de esta planta son de un color verde claro y tienen una apariencia simple, resinosas y coriáceas. Se disponen de manera alternada en la planta y pueden tener dimensiones que van desde los cinco a veinte centímetros de largo, y de uno hasta siete centímetros de ancho. Tienen una forma lanceolada, con una punta aguda, y su base puede ser cuneada o redondeada. Presentan tres venas y bordes dentados. Los pecíolos, de color verdoso, tienen una longitud que oscila entre 0,5 y 4,5 centímetros (Loja Herrera et al., 2017).

### **c. Componentes químicos de Chilca**

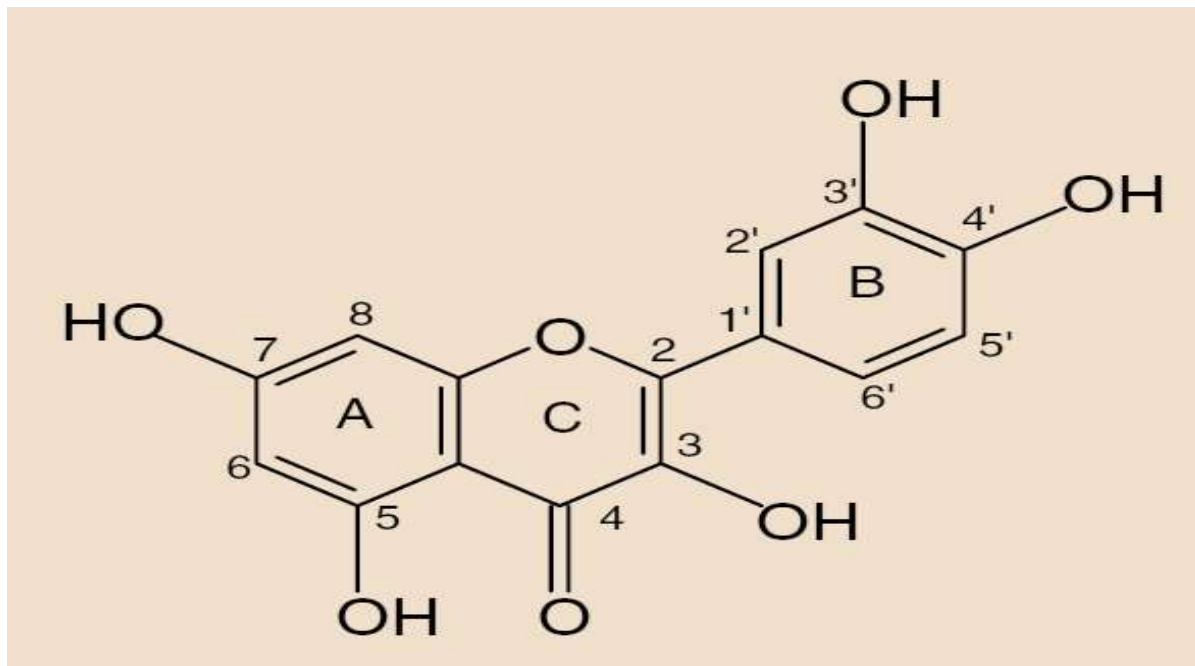
Los principales responsables de las propiedades tintóreas de la chilca (*Baccharis latifolia*) son los flavonoides, los taninos y otras sustancias fenólicas. Los flavonoides, en especial flavonas y flavonoles, actúan como cromóforos capaces de producir tonalidades del amarillo al ocre, dependiendo del pH y del mordiente. Los taninos, además de aportar color, favorecen la fijación al reaccionar con proteínas e iones metálicos, mejorando la solidez. Otros compuestos fenólicos participan en reacciones de oxidación y condensación, influyendo en la intensidad y durabilidad del color. Estos metabolitos se concentran principalmente en hojas y flores, y su contenido varía según altitud, época de cosecha y estado fenológico, afectando el rendimiento tintóreo final (Ccaso et al., 2024).

### **d. Análisis de fitoquímico de Chilca**

Mediante un análisis fitoquímico de la chilca, se encontró flavonoides donde posee un flavonol llamado quercetina que es la sustancia encargada de dar el color amarillo (Paredes Martínez, 2002). En las hojas de *Baccharis latifolia* se han identificado diversos compuestos químicos, entre ellos galotaninos, quercitrina, hispidulina, luteolina, quercetina, saponinas, quinonas, fenoles simples, catequina, cumarinas y eudesmano (Calle, 2017).

### **e. Quercetina**

La quercetina es un flavonoide, un tipo de pigmento vegetal. Presente en alimentos como el vino tinto, las cebollas y el té verde, es utilizada como colorante natural debido a sus propiedades de teñir en tonalidades amarillas. Además de su función como pigmento, ofrece beneficios antioxidantes, lo que la hace valiosa tanto en la industria textil como alimentaria (Masek et al., 2018).

**Figura 2***Estructura química de la quercetina*

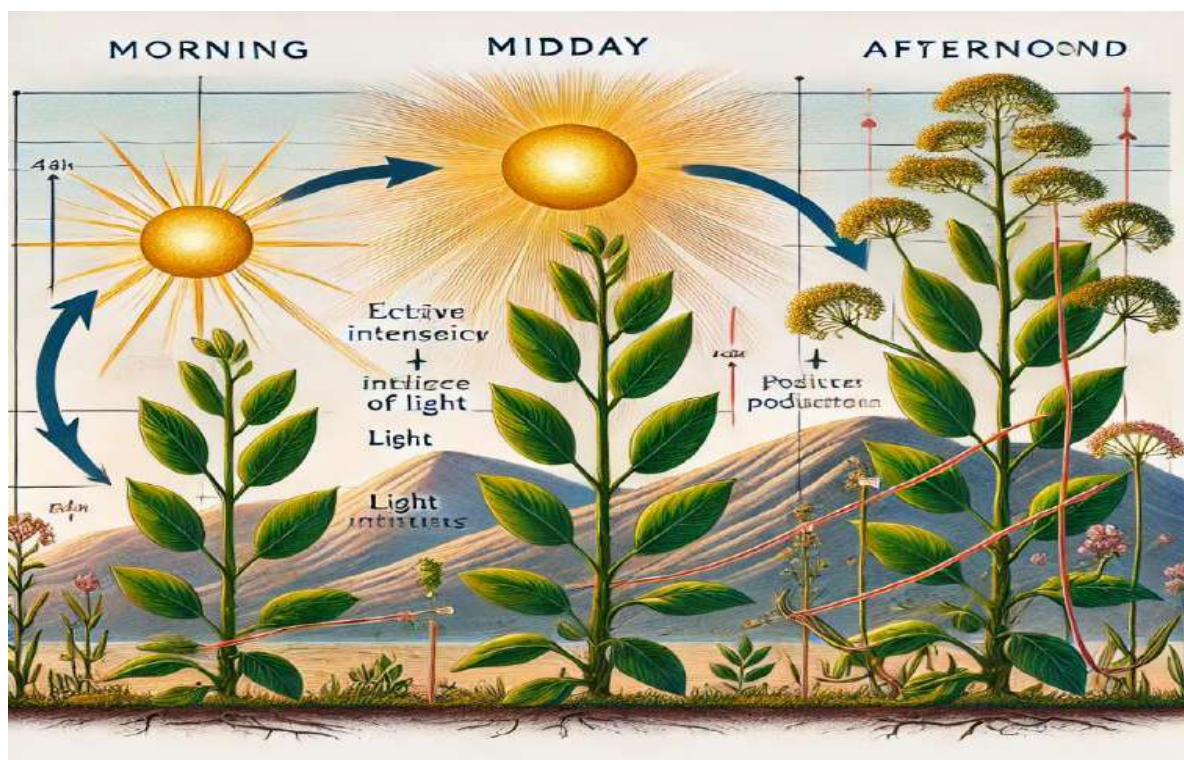
*Nota.* Estructura química de la Quercetina (extraída de Calle, 2017, pág. 23).

#### **f. La fotosíntesis y la generación de clorofila en *Baccharis latifolia***

Durante la mañana, la fotosíntesis en *Baccharis latifolia* aumenta a medida que la intensidad de la luz solar incrementa. Las plantas comienzan a generar más clorofila para optimizar la captación de luz solar y maximizar la producción de energía a través de la fotosíntesis (Boardman, 1977).

Al mediodía, la fotosíntesis en *Baccharis latifolia* alcanza su punto máximo debido a la alta disponibilidad de luz solar. La clorofila que se ha generado durante la mañana se utiliza eficientemente para captar la máxima cantidad de luz y facilitar la fotosíntesis (Taiz & Zeiger, 2010).

En la tarde, la intensidad de la luz disminuye de forma progresiva, lo que provoca una reducción en la tasa de fotosíntesis y, en consecuencia, una menor generación de clorofila. Ante esta menor disponibilidad lumínica, la planta ajusta su metabolismo reduciendo la actividad fotosintética. Además, es posible que se produzca un cierre parcial o total de las estomas como mecanismo para conservar agua y evitar pérdidas por transpiración, especialmente en ambientes secos o con temperaturas elevadas al final del día (Flexas & Medrano, 2002).

**Figura 3***Fotosíntesis diaria en Chilca*

*Nota.* Figura de la fotosíntesis en Chilca (*Baccharis latifolia*) durante el día, mostrando las fases de mañana, mediodía y tarde. Las flechas indican la dirección e intensidad de la luz solar que describen la producción de clorofila y la actividad fotosintética en cada fase (Boardman, 1977), (Taiz & Zeiger, 2010), (Flexas & Medrano, 2002).

#### **g. Uso de chilca en teñido**

En tiempos antiguos, antes de la invención de los colores de anilinas, era muy complicado teñir las telas de verde, la naturaleza ofrecía principalmente colores estables como los azulados, amarillos, rojizos y el negro, pero la combinación de estos colores no siempre era posible debido a las propiedades químicas particulares de los extractos naturales. Las reacciones entre los componentes de los pigmentos podían generar limitaciones en la obtención de tonalidades deseadas, lo que dificultaba la creación de una gama de colores más amplia y variada. Sin embargo, los indígenas poseían el secreto para obtener el color verde y amarillo utilizando esta planta (Paredes Martínez, 2002).

#### **2.2.2. Fibra de alpaca**

Se refiere a la fibra que envuelve al animal conocido como alpaca (*Vicugna pacos*), la cual se deriva de dos variedades: Huacaya y Suri. Estas dos variedades presentan características distintas y exhiben una variedad de colores básicos, incluyendo blanco, beige, tonos café y

negro, que a su vez pueden manifestarse en diversas tonalidades y combinaciones (INDECOPI, 2020).

#### **a. Propiedades químicas de la fibra de alpaca**

La fibra, de naturaleza proteica, depende de la salud del animal entre esquilas. Factores como nutrición, manejo y bienestar influyen en su resistencia, suavidad y durabilidad. En la alpaca, está formada principalmente por queratina, proteína fibrosa y resistente que aporta protección y alta insolubilidad (Escobedo, 1999).

**Tabla 1**

*Composición de la Queratina*

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje</b>
Carbono	50%
Oxígeno	23%
Nitrógeno	17%
Hidrógeno	7%
Azufre	3%

*Nota.* Tabla muestra los componentes de la queratina de la fibra (Obando Portillo, 2013).

#### **b. Características funcionales en fibra de alpaca**

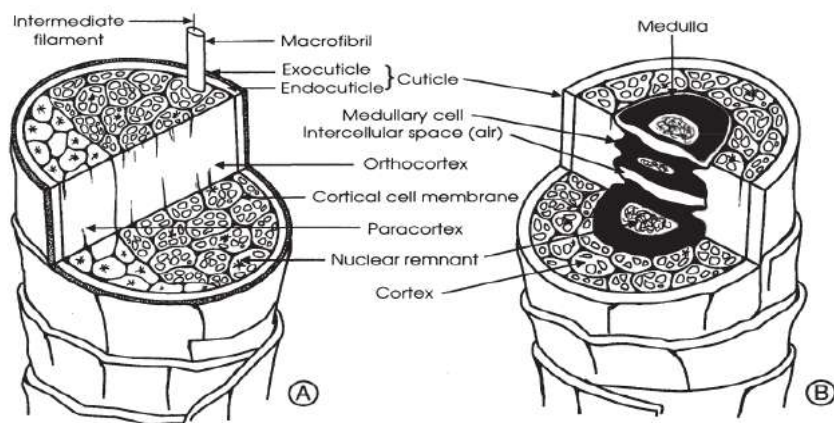
La fibra de alpaca es considerada importante en la industria textil por ser una fibra muy fina del mundo. La fibra de alpaca presenta las siguientes características especiales: Esta fibra de alpaca no se incendia directamente al contacto con el fuego. Posee una notable elasticidad y resistencia, equiparable a la lana y otras fibras animales. Tiene una baja capacidad de absorción de humedad del entorno. Debido a la presencia de microburbujas de aire, cuenta con propiedades térmicas: en climas cálidos se contrae para mantenerse fresca y en climas fríos retiene el calor, actuando como un aislante. Tiene una menor tendencia al afieltramiento en comparación con otras fibras animales como la lana. Especialmente para prendas como abrigos, la tela presenta una excelente caída, brillo natural y tacto, manteniendo su calidad con el paso del tiempo. Ofrece una amplia gama de colores naturales, que van desde el negro hasta el blanco, con diversas tonalidades de grises y marrones (ASCALPE, 2019).

### c. Estructura medular de la fibra de alpaca

A nivel microscópico, una fibra blanca como de color están compuestas por tres componentes celulares, dispuestos desde el centro hacia la superficie: médula, corteza y cutícula.

**Figura 4**

*Estructura de la fibra de alpaca*



*Nota.* A. Figura de fibra de alpaca no medulada, B. Figura de la fibra de alpaca medulada. Ambas mediante el recorte transversal de la fibra (Jolles et al., 1997).

**Tabla 2**

*Clasificación de la fibra de alpaca según porcentaje de medulación*

Porcentaje de Medulación (%)	Clasificación técnica	Interpretación
0 – 10 %	Fibra fina, alto confort	Alta calidad textil, excelente absorción de colorante
10.1 – 20 %	Fibra semimedulada, buena uniformidad	Apta para tejidos finos, buena absorción de colorante
20.1 – 30 %	Fibra medianamente medulada, variabilidad moderada	Absorción de color aceptable, posible leve irregularidad cromática
30.1 – 40 %	Fibra altamente medulada, baja uniformidad	Menor afinidad al colorante, mayor rigidez en el tejido
Más de 40 %	Fibra gruesa, calidad textil limitada	Deficiente absorción de color, uso restringido a textiles burdos

Fuente: Adaptado de NTP 231.301:2014 (INACAL, 2014) y (Carrasco Bocangel, 2024).

#### d. Clasificación de la fibra de alpaca

**Tabla 3**

*Clasificación de la fibra de alpaca*

CLASIFICACION	Rango de Finura (Micras)	Longitud mínima de mecha (mm)
Alpaca Ultra Fina	≤ a 18	65
Alpaca Superfina	18.1 a 20	65
Alpaca Extrafina	20.1 a 23	65
Alpaca Fina	23.1 a 26.5	70
Alpaca Semifina	26.6 a 29	70
Alpaca Semigruesa	29.1 a 31.2	70
Alpaca Gruesa	Mas 31.5	70
Alpaca Corta	-	20 - 50
Alpaca Mp	Constituida por fibras gruesas, cortas y deterioradas	

*Nota.* La tabla muestra los grupos de clasificación de la fibra de alpaca de acuerdo a su finura en micras y la longitud de mecha (INACAL, 2022).

#### 2.2.3. Hilo de fibra de alpaca

El hilo se define como la reunión de una cantidad de fibras que forman una estructura cilíndrica, destacándose por tener una longitud considerable. Estas fibras pueden variar en su grosor, pudiendo ser más o menos delgadas, lo cual está determinado por el título del hilado (Adot, 2010).

##### 2.2.3.1. Especificaciones técnicas del hilo de alpaca

**Tabla 4**

*Especificaciones técnicas del hilo de alpaca*

Característica	Descripción técnica
Composición	100% fibra natural de alpaca ( <i>Vicugna pacos</i> )
Título del hilo	Nm 2/16 (numeración métrica: dos cabos, Nm 16 c/u)
Torsión del hilo	Media, 400 a 500 vueltas por metro
Resistencia a la tracción	Alta resistencia mecánica
Acabado superficial	Libre de lanolina

*Nota.* Adaptado de Manual técnico para la clasificación y caracterización de fibra de alpaca, por (Flores & Quispe, 2020).

#### **2.2.4. Colorantes orgánicos**

Los agentes tintoreros en textilería son compuestos orgánicos que aportan color y pueden disolverse en medios ácidos, neutros o básicos. Poseen una estructura molecular insaturada, lo que les permite absorber energía en longitudes de onda específicas. Si fueran totalmente estables, absorberían o reflejarían todas las longitudes de onda. Los cromóforos son los grupos responsables de la absorción de luz, mientras que los auxocromos facilitan la unión del colorante al sustrato, asegurando su fijación y estabilidad sobre la fibra durante el proceso de teñido (Raimondo Costa, 1990).

Los pigmentos o colorantes vegetales, ausentes en hongos, se asocian con compuestos como flavonas, flavonoles, taninos y ácidos, responsables de la amplia gama cromática de plantas, flores y frutos. Algunos presentan perfiles químicos aún no completamente identificados. Su color puede modificarse por quelación con metales pesados, como hierro (rojo), aluminio o molibdeno (azul púrpura), lo que altera la tonalidad e intensidad final según la composición química y las condiciones del tejido vegetal donde se encuentren presentes (Ormachea et al., 2015).

#### **2.2.5. Extracción de colorantes**

##### **2.2.5.1. Métodos de extracción de tinte natural**

Los métodos de extracción de tintes naturales permiten obtener colorantes desde plantas mediante técnicas como la acuosa, decocción, solventes orgánicos o tecnologías como ultrasonido y microondas (Salaunddin et al., 2021).

##### **a. Extracción acuosa**

La extracción acuosa es una técnica tradicional que utiliza agua como disolvente para liberar los compuestos colorantes de materias vegetales como raíces, cortezas, hojas o flores, mediante procesos como la infusión (remojo en agua caliente) o la decocción (hervido prolongado). Este método es especialmente adecuado para compuestos hidrosolubles como antocianinas, flavonoides y taninos (Salaunddin et al., 2021). Su bajo costo y enfoque ecológico lo hacen útil tanto en contextos artesanales como industriales. Según Kalyani y Rafeekher, (2025), su eficiencia puede mejorarse mediante agitación mecánica o ajustes de pH. Ragab et al. (2022) afirman que, bajo condiciones controladas, preserva la integridad química del

colorante y es especialmente eficaz en fibras naturales como la alpaca, cuando se combina con mordientes adecuados.

### **B. Extracción por maceración**

La extracción por inmersión es un proceso que consiste en remojar el material vegetal previamente triturado en un solvente adecuado durante un tiempo determinado, con agitación ocasional para favorecer la disolución de los compuestos de interés. Posteriormente, la mezcla se filtra y, de ser necesario, se repite el procedimiento con solvente nuevo para maximizar la recuperación. Este método puede realizarse en condiciones frías o calientes, según la temperatura de operación empleada (Fernández & Saavedra, 2023).

#### **2.2.5.2. Parámetros de extracción**

##### **A. Temperatura**

Según Nina Aguilar (2018), al aumentar la temperatura se incrementa la solubilidad y difusión del soluto, acelerando la velocidad de extracción; sin embargo, excesos pueden degradar los compuestos activos.

La temperatura es un parámetro termodinámico que regula la solubilidad y difusión de los compuestos activos durante la extracción. A medida que se incrementa, disminuye la viscosidad del solvente y aumenta la tasa de transferencia de masa, mejorando el rendimiento de los solutos fenólicos. Sin embargo, temperaturas superiores al rango óptimo (60–90 °C) pueden causar degradación térmica u oxidativa de los pigmentos, por lo que es esencial mantener un control térmico preciso para garantizar la estabilidad del extracto (Che Sulaiman *et al*, 2017).

##### **B. Tiempo**

El tiempo de extracción representa un factor cinético que determina el equilibrio sólido-líquido entre la matriz vegetal y el solvente. Intervalos cortos pueden limitar la difusión de los compuestos, mientras que tiempos excesivos pueden generar oxidación o pérdida de actividad. Estudios reportan que un rango de 60–120 min proporciona una extracción eficiente de compuestos fenólicos sin afectar su estructura. El tiempo óptimo depende de la temperatura aplicada y del tipo de metabolitos presentes en la planta (Che Sulaiman *et al*, 2017).

## 2.3. Marco conceptual

### 2.3.1. *Teñido*

Según Lockuán (2012), los expertos en tintorería y los especialistas en química de colorantes reconocen que hay tres formas o técnicas mediante las cuales las fibras pueden retener los colorantes, siendo las dos primeras utilizadas desde tiempos antiguos. Estos métodos se detallan a continuación:

- **Adsorción física:** Esta afirmación señala que las fuerzas que inicialmente atraen los tintes hacia la fibra son lo bastante poderosas como para mantener las moléculas y enfrentarse a los procedimientos de lavado subsecuentes.
- **Adsorción mecánica:** significa la generación de materiales y pigmentos que no se disuelven y quedan fuera de la solubilidad con la que fueron inicialmente distribuidos en la fibra.
- **Reacción en fibra:** En esta situación, las moléculas o los iones de colorante conservan algunos de sus funciones de solubilidad después de ingresar a las fibras, pero cuando se dan las condiciones adecuadas, reaccionan y se unen mediante enlaces químicos covalentes.

Aplicar el teñido al inicio del proceso, como en las fibras sueltas antes del hilado, mejora la durabilidad del color. Este procedimiento, realizado con canastillas perforadas, permite que el colorante contacte las fibras, aunque algunas áreas pueden no teñirse completamente. Sin embargo, durante el hilado, estas zonas se mezclan con el resto de la fibra, logrando un color uniforme.

Existen dos métodos principales para transferir el colorante a la fibra:

- **Agotamiento:** El colorante se disuelve en el baño y el material se sumerge hasta que la fibra absorbe la mayor parte del colorante, que luego se fija. Al finalizar, se enjuaga para eliminar el colorante no fijado.
- **Foulardado:** Utiliza medios mecánicos, como impregnación y exprimido, para distribuir el colorante uniformemente sobre la tela, asegurando una impregnación consistente.

### 2.3.2. *Teñido por el método de agotamiento*

El procedimiento puede aplicarse en fibras, hilados y prendas. El colorante disuelto en el baño se adhiere primero a la superficie, es decir, el material se tiñe solo en su capa externa

(el resultado en esta etapa depende del movimiento, ya sea del baño, del sustrato o de ambos), luego penetra en el núcleo de la fibra (la difusión del colorante está influenciada por la temperatura y el tiempo de tintura), y finalmente se extiende permitiendo una uniformidad y consistencia en el teñido (esta fase se ve afectada por la temperatura y el tiempo) (Lockuán Lavado, 2012, pág. 31).

#### **a. Relación de baño tintorea-hilo de alpaca**

En la tintura por agotamiento, el colorante se transfiere del baño a la fibra textil por afinidad química. Un aspecto fundamental es la relación de baño, que indica el volumen de solución tintórea por unidad de peso de la materia. En el caso del hilo, una relación de 1:30 permite una adecuada penetración del colorante, favoreciendo la uniformidad del teñido y evitando defectos como zonas mal teñidas. Según Solé (2016), en las máquinas de tintura por agotamiento estas relaciones pueden variar entre 1:3 y 1:60, dependiendo del tipo de máquina y el material. En procesos con autoclaves para hilo, una relación 1:30 garantiza una circulación eficiente del baño, indispensable para lograr una buena igualación del color.

#### **2.3.3. Tiempo de teñido**

“El tiempo de tintura ejerce sobre la igualación, por lo que es imprescindible cumplir con los tiempos estimados para cada proceso” (Obando Portillo, 2013). Según Parraga y Melgarejo (2008) “La duración estimada para el proceso de teñido es de al menos 30 minuto.” (pág. 28). Es el lapso durante el baño tintoreo y la fibra destinada a ser teñida interactúan, facilitando la transferencia de las moléculas del baño tintoreo hacia la fibra.

Señala que los tiempos de fijación más largos permiten una mejor penetración del tinte en las fibras, lo que mejora la resistencia del color al lavado. Esta mayor absorción del tinte y mordiente contribuye a una mayor estabilidad y durabilidad del color en las fibras textiles, especialmente durante los procesos de lavado. destaca la importancia de la interacción entre el tinte y la fibra en el proceso de fijación. Cuanto más tiempo se permite que el tinte actúe sobre la fibra, más eficaz es la unión entre ellos, lo que lleva a una mejor solidez del color en condiciones de uso cotidiano, como el lavado (Gonzales, 2020).

La resistencia al frote es fundamental para evaluar la durabilidad del color, tanto en condiciones de fricción seca como húmeda. En el frote seco, la abrasión no afecta de la misma manera la fijación del tinte, lo que sugiere que otros factores, como el tipo de fibra y el mordiente, pueden tener una influencia más significativa en la resistencia del color. También

se argumentan que la naturaleza de la fibra, en este caso, la fibra de alpaca, y el tipo de mordiente utilizado tienen un impacto considerable en la solidez del color, especialmente en pruebas de frote. Esto implica que, aunque el tiempo de teñido es importante, la interacción con estos factores puede ser igualmente determinante en la estabilidad del color bajo fricción (Lopez & Martinez, 2020).

Durante la etapa de teñido, existe un rango de tiempo en el que el baño tintoreo interactúa con la fibra, realizando la transferencia de las moléculas hacia la fibra. Es fundamental determinar el momento en que finaliza la difusión y comienza la fijación del baño tintoreo en la fibra para lograr un teñido eficiente y en el menor tiempo posible, evitando así el deterioro del material teñido (Tapia Pacsi, 2023) adoptada de (Cegarra, 1981).

#### **2.3.4. *Temperatura de teñido***

En Cusco, a una altitud de aproximadamente 3420 metros sobre el nivel del mar, el agua hierve a 87,9 °C. Esto se debe a que, a mayor altitud, la presión atmosférica es menor, lo que hace que el agua hierva a una temperatura más baja que a nivel del mar (Del Río, 2015).

La temperatura óptima para el teñido de la fibra está van desde 90 a 100°C, lo que hacer importante para el proceso de teñido. Esta variable es importante en la etapa de igualación, donde típicamente se incrementará la temperatura de 1 a 5 °C por minuto hasta alcanzar el nivel necesario. Tiene un rol fundamental en el proceso de teñido, ya que un aumento en la misma acelera la transferencia del colorante a la fibra. Es esencial controlar la gradiente de temperatura durante el teñido, ya que esto influye en la uniformidad de los colores (Carrasco Bocangel, 2024).

#### **2.3.5. *Mordiente***

Un mordiente se define como una sustancia, ya sea de origen natural o sintético, que se emplea para asegurar la fijación del colorante en la fibra textil, manteniendo su uniformidad y estabilidad frente a la exposición a la luz y el agua. En el pasado, se recurría a productos como las cenizas, hojas de palta para esta función. En la actualidad, se prefieren sales solubles como aluminio, cobre, hierro y estaño. El proceso de mordentado puede llevarse a cabo antes o después del teñido, e implica típicamente la adición del mordiente en agua caliente junto con la fibra (Maier & Santos, 2010).

Un mordiente es una sustancia, de origen vegetal o mineral, que debe mostrar afinidad tanto con el colorante como con la fibra para facilitar la fijación del color. En tiempos antiguos,

se utilizaban cenizas, hojas de plantas y cortezas como mordientes, mientras que hoy en día se emplean compuestos como el alumbre, sulfato de cobre y además el sulfato de hierro. Además de ayudar a fijar el color, los mordientes tienen la capacidad de modificar los tonos de los tejidos teñidos, ofreciendo una mayor variedad cromática (Pazos, 2017).

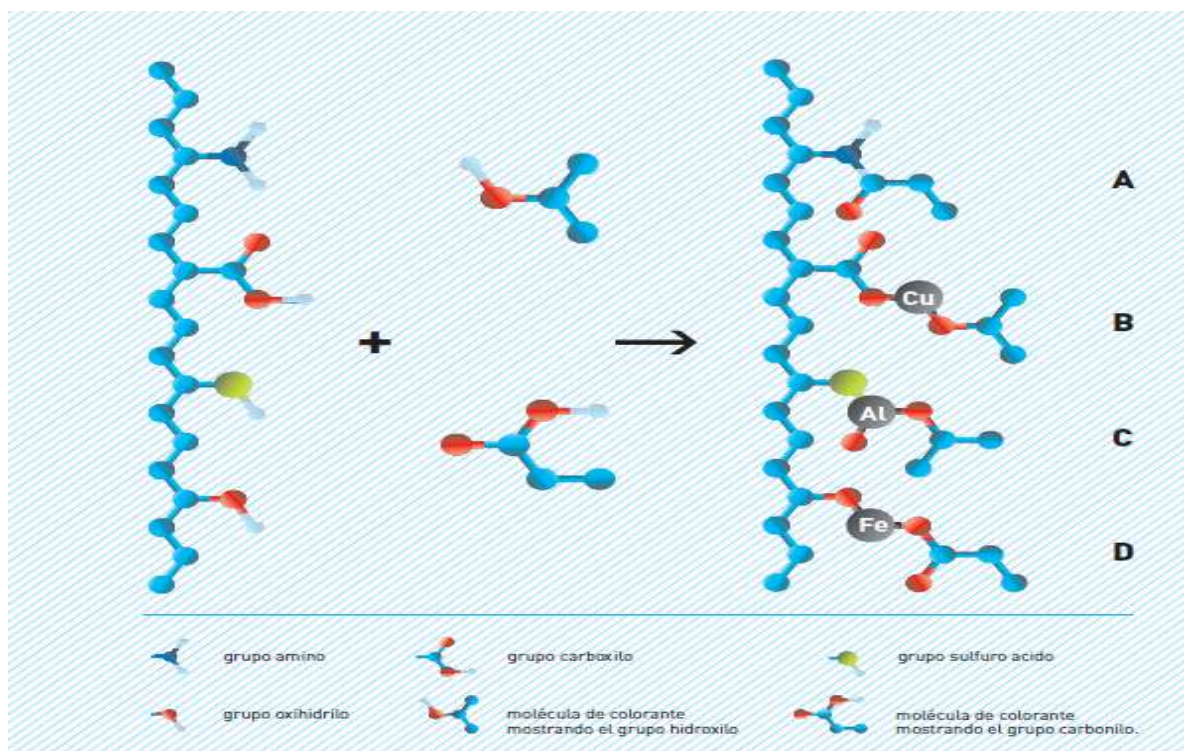
#### **a. Porcentaje del mordiente en el teñido natural**

En los procesos de teñido natural, la concentración del mordiente representa un factor crítico que afecta directamente la afinidad del colorante con la fibra, así como la resistencia del teñido frente a agentes externos como la luz, el lavado y el frote. El alumbre, uno de los mordientes más utilizados en teñido ecológico de fibras proteicas, suele aplicarse en concentraciones que oscilan entre el 5 % y el 25 % del peso de la fibra. Sin embargo, se ha determinado que una concentración del 20 % ofrece un equilibrio óptimo entre fijación del color y estabilidad del teñido (Tapia Pacsi, 2023).

La concentración del mordiente influye directamente en la fijación del colorante y la solidez del teñido. El uso del 20 % respecto al peso seco de la fibra ha demostrado ser eficaz en fibras proteicas. Según Cuze (2021), esta concentración permitió obtener resultados favorables en solidez al lavado, la luz y el frote, manteniendo la integridad estructural y el tacto de la lana. Además, garantizó una adecuada fijación del colorante natural sin generar daños visibles en la fibra, preservando su suavidad y apariencia original.

#### **b. Mecanismo de acción de los mordientes**

Cuando los mordientes se exponen a agua a alta temperatura, se disuelven y liberan iones al separarse en sus componentes. El metal presente en su estructura se convierte en un catión, el cual presenta afinidad por los grupos funcionales de la fibra, estableciendo un enlace químico estable. Este catión actúa como puente entre la fibra y la molécula del colorante, favoreciendo su fijación y resistencia al lavado o la luz. La naturaleza del mordiente utilizado influye directamente en el tono, saturación e intensidad del color final. Así, al aplicar distintos mordientes sobre una misma fibra con el mismo colorante, se pueden obtener variaciones notables en la tonalidad, que van desde cambios sutiles hasta transformaciones significativas, debido a las diferentes interacciones químicas entre metal, fibra y colorante. (Maier & Santos, 2010).

**Figura 5***Esquema de mordentado de fibra*

*Nota.* En este esquema se puede observar A: Colorante unido a la fibra sin pasar por el proceso de mordentado. B, C y D: colorante enlazado a la fibra con mordiente a través de sales de grupo carboxilo sulfuro o oxidrilo.

### 2.3.5.1. Tipos de mordientes orgánicos

- a. **Alumbre.** Químicamente conocido como sulfato doble de aluminio y potasio, se presenta generalmente en forma de piedras o cristales transparentes e incoloros, de fácil disolución en agua caliente. Su resistencia a la luz es considerada mediana, lo que significa que los colores fijados con este mordiente pueden atenuarse ligeramente con exposiciones prolongadas a radiación solar intensa. En la práctica tintórea, se emplea con frecuencia en combinación con el crémor tártaro para mejorar la penetración y fijación del colorante sobre la fibra. Su función principal es preparar la fibra antes del proceso de teñido, facilitando la unión de las moléculas de colorante sin modificar de forma significativa la tonalidad original. Sin embargo, una de sus propiedades más apreciadas es que aviva los colores, intensificando su brillo y saturación, lo que lo convierte en uno de los mordientes más utilizados en el teñido artesanal y experimental con colorantes naturales (Obando Portillo, 2013).

**Tabla 5***Descripción, aplicaciones y propiedades fisicoquímicas del alumbre*

Categoría	Ítem	Detalle
<b>Descripción general</b>	Nombre químico	Sulfato doble de Aluminio y Amonio
	Otros nombres	Alumbre de Amonio, Piedra Alumbre, Alumbre
	Fórmula química	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
	Descripción física	Cristales incoloros a rojizos, de sabor fuertemente astringente; soluble en agua y glicerina
<b>Aplicaciones generales</b>	Uso principal	Mordiente en tintorería (teñido de fibras naturales como la alpaca)
	Pérdidas por secado (a 250 °C)	48,0 % máx.
	Insolubles	0,20 % máx.
	pH (solución al 1 %)	2,90 mín.
	Óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	11,14 % mín.
	Óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	0,01 % máx.
	Pureza	99,0 % mín.

*Nota.* El alumbre granular T-A es utilizado principalmente como mordiente en procesos de teñido con colorantes naturales, ya que mejora la fijación del color sobre fibras como la alpaca. Además, sus propiedades astringentes y coagulantes permiten su aplicación en otros sectores industriales (Bioracol, 2015).

- b. Cremor de tártaro.** Conocido químicamente como tartrato ácido de potasio, es un subproducto natural de la fermentación del vino que se presenta en forma de cristales blancos y finos. En tintorería, se emplea como agente fijador junto a mordientes como el alumbre, favoreciendo la penetración uniforme del colorante en las fibras. Su carácter de ácido suave permite ajustar el pH del baño de teñido, optimizando la afinidad entre el colorante orgánico y la fibra. De este modo, ayuda a preservar la intensidad y brillo de los tonos obtenidos, evitando la pérdida de color con el tiempo. También contribuye a reducir la migración del tinte durante el proceso, logrando una coloración más pareja y estable en fibras proteicas y vegetales tratadas (Obando Portillo, 2013).

**Tabla 6***Propiedades fisicoquímicas y uso del cremor tártaro*

Parámetro	Valor
Nombre químico	Bitartrato de potasio
Otros Nombres	Cremor de tártaro
Formula química	$\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$
Color	Blanco
Densidad realtiva	1,984 g/cm <sup>3</sup> (18°C)
Olor	Inoloro
Solubilidad	Agua caliente, insoluble en alcohol
Propiedades	Proporciona mayor brillo y suavidad. Neutraliza el maltrato que recibe la fibra con los mordientes. Cambia de color de algunos tintes o comúnmente se oscurecen con este elemento.

*Nota.* El cremor tártaro se emplea como mordiente ácido en el teñido con colorantes naturales, ayudando a abrir las escamas de la fibra de alpaca y mejorar la absorción del colorante (Pazos S. , 2017).

- c. **Ácido cítrico.** Es un agente fijador ácido muy utilizado en la tintura de telas y en diversas aplicaciones textiles gracias a su capacidad para mejorar la resistencia y permanencia de los colorantes en las fibras. En términos generales, los fijadores son compuestos que facilitan la adherencia de los tintes a los tejidos, incrementando su durabilidad frente al lavado, la exposición prolongada a la luz solar y la fricción mecánica. El ácido cítrico destaca por ser un fijador suave, seguro y de fácil manipulación, lo que lo convierte en una alternativa preferida frente a otros ácidos más agresivos, como el ácido sulfúrico, que pueden deteriorar la fibra o causar decoloración. Su acción no solo preserva la integridad estructural y la suavidad de las fibras naturales, sino que también ayuda a estabilizar el pH del baño de teñido, optimizando la fijación del colorante. Tradicionalmente, se ha observado que el jugo de limón, rico en ácido cítrico, además de fijar el tinte, contribuye a avivar y aclarar los colores, otorgando un acabado más brillante y uniforme (Obando Portillo, 2013).

**Tabla 7***Propiedades fisicoquímicas y uso del ácido cítrico*

Parámetro	Valor
Nombre químico	Ácido cítrico, Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico
Fórmula molecular	$C_6H_8O_7$
pH (solución 0,1 M)	1,80
Punto de fusión	153 °C
Punto de ebullición	Descompone >170 °C
Solubilidad	Soluble en agua, alcohol y éter
Apariencia	Cristal blanco, de sabor ácido
Aplicación como mordiente	Ajusta el pH del baño tintóreo y aclara colores en el teñido con colorantes naturales. Favorece la fijación del color en fibras proteicas como la alpaca.

*Nota.* En el cuadro se muestra las propiedades fisicoquímicas de ácido cítrico con base a Agripac (2025).

### **2.3.6. Solidez de color de teñido**

La AATCC (Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas) indica que la solidez del color se refiere a la capacidad de un material para conservar su color original sin alteraciones, además de prevenir la transferencia de color a otros materiales, ya sea por contacto directo o debido a la exposición a diferentes condiciones ambientales durante las pruebas. Esta asociación cuenta con más de treinta métodos de evaluación de la solidez del color, que abarcan pruebas de lavado, exposición a la luz, resistencia al polvo, secado, limpieza, sudor, abrasión y calor, entre otros (AATCC, 2020).

Se trata de la capacidad de los colores textiles para mantenerse estables, sin alteraciones como cambios en el tono original o transferencia de pigmentos, tanto durante el proceso de elaboración como a lo largo de su uso. La solidez, entendida como la estabilidad del color en el tejido, se evalúa observando la pérdida de color de una muestra y el posible manchado que pueda producirse en otras superficies. La falta de solidez en el color representa un riesgo importante, ya que los textiles con baja resistencia pueden desprender tintes o decolorarse al entrar en contacto con agua, exposición prolongada a la luz solar o fricción mecánica. Esto no solo afecta la apariencia estética de la prenda, sino también su durabilidad y calidad percibida (TESTEX, 2022).

### **a. Solidez a frote**

Zepeda (2017) señala que la solidez al frote es un ensayo diseñado para medir la capacidad de un material textil teñido de conservar su color frente al roce o fricción. El procedimiento consiste en frotar la muestra teñida contra una tela blanca, ya sea en seco o en húmedo, bajo condiciones controladas de presión y número de pasadas. Posteriormente, se evalúa el grado de tinción transferido a la tela testigo. Este análisis permite determinar la resistencia del color y es un criterio esencial dentro de los procesos de control de calidad textil.

La prueba de solidez al frote implica frotar muestras coloreadas contra un paño, tanto húmedo como seco, y luego evaluar la cantidad de tinción en la tela blanca. Los resultados de esta prueba se clasifican en 5 niveles, donde el valor 5 indica la mejor solidez y el valor 1 indica baja solidez. Aunque este proceso de prueba es sencillo, es fundamental para evaluar la solidez del color en productos textiles y constituye uno de los aspectos que los compradores de casi todos los países deben considerar al realizar pedidos. Las condiciones técnicas para esta prueba son generalmente similares en diferentes países, aunque pueden existir algunas variaciones (TESTEX, 2022).

### **b. Solidez a lavado**

Covenago & Cordova (2014) explican que este método permite evaluar los cambios que experimentan los textiles teñidos cuando se exponen a detergentes, tanto en condiciones de corto como de largo plazo. Para ello, se mide la resistencia al lavado utilizando un testigo multifibra, que se somete a condiciones controladas de temperatura, tiempo y concentración del detergente. El objetivo es determinar si, tras un proceso de lavado doméstico simulado, se produce alguna alteración visible en el color o en la uniformidad del teñido original.

La prueba de solidez del color más común para los textiles es la solidez de color al lavado. Se refiere al nivel de pérdida de color de la tela coloreada posterior al lavado bajo condiciones específicas. Este proceso implica evaluar tanto la decoloración de la muestra original como la tinción de una tela blanca estándar. La decoloración se refiere al cambio de color en la tela antes y después del lavado, mientras que la tinción de la tela blanca ocurre cuando esta se mancha después del lavado debido al desteñido de la tela coloreada que se ha cosido junto a ella. Se observa el grado de decoloración o tinción bajo una fuente de luz específica y se compara con una escala de grises estándar. Los resultados se clasifican en una escala de 5 puntos, donde 5 representa la mayor solidez y 1 la menor (TESTEX, 2022).

### **c. Solidez a luz**

Palacios & Bermeo (2016) indica que esta evaluación se realiza exponiendo el material a diferentes fuentes de luz —como la luz solar, amarilla, blanca y fluorescente— con el fin de analizar el grado de decoloración, la resistencia y el envejecimiento de la fibra teñida, observando cómo el textil va perdiendo su tonalidad original.

La solidez a la luz se refiere al nivel de alteración del color en tejidos teñidos debido a la exposición a la luz. Este método de prueba puede aplicarse tanto a la luz natural como a la artificial. Se expone una muestra textil junto a un conjunto de muestras de lana azul a las condiciones de luz prescritas y se evalúa la solidez comparando el cambio de color entre ellas después de la exposición. Los estándares europeos clasifican la solidez en 8 niveles, donde 8 representa la mayor resistencia y 1 la menor, mientras que los estándares americanos la dividen en 5 niveles, siendo 5 el más alto y 1 el más bajo (TESTEX, 2022).

#### **2.3.7. Estándares de prueba de textiles**

El método para probar y evaluar las propiedades de los textiles varía según el país o región, y generalmente son especificados por el comprador al exportar el textil a una región determinada. Además, se cumplen las pruebas locales y normativas estándar. Algunos de los estándares comunes de prueba para textiles incluyen: GB para China, EN para países europeos, AATCC y ASTM para las Américas, BS para Inglaterra, AS para Australia, DIN para Alemania, JIS para Japón, IWS para la mayoría de los países del mundo, especialmente para productos de lana, entre otros (TESTEX, 2023).

### **2.4. Ensayo de solidez de color según AATCC**

#### **a. Solidez del Color al Lavado: Acelerado (AATCC TM 61)**

Evalúa la resistencia del color de los tejidos frente a lavados simulados bajo condiciones controladas de detergente, temperatura y agitación. Utiliza tejidos multifibra para medir la transferencia de color, y los resultados se interpretan mediante una escala de grises. Este ensayo garantiza la durabilidad del color en productos sometidos a lavados frecuentes, cumpliendo con estándares de calidad internacionales (AATCC, 2024).

#### **b. Solidez del Color al Frote (Crockmeter - AATCC TM 8)**

Este ensayo mide la resistencia de los tejidos a la transferencia de color cuando son sometidos a fricción, tanto en condiciones secas como húmedas. Se lleva a cabo utilizando un

Crockmeter, aparato que permite frotar la muestra de manera controlada y evaluar la transferencia de pigmento a través de una escala de grises. Es esencial para prendas, tapicerías y otros productos en contacto frecuente con superficies, garantizando su calidad, apariencia y funcionalidad en el uso diario (AATCC, 2024).

#### **c. Solidez del Color a la Luz (AATCC TM 16.3)**

Este ensayo determina la resistencia de los tejidos a la decoloración provocada por la exposición a luz artificial, generalmente emitida por lámparas de xenón que reproducen el espectro de la luz natural. Para su evaluación, se emplea una escala azul que permite comparar y medir el nivel de pérdida de color tras un tiempo de exposición controlado. Esta prueba resulta fundamental para textiles destinados a uso exterior o expuestos de forma constante a luz directa, asegurando su estabilidad cromática, durabilidad y calidad estética a lo largo del tiempo (AATCC, 2024).

#### **d. Evaluación de solidez de color por escala de grises**

Según Covenago & Cordova (2014, págs. 202-203), la escala de grises es una herramienta normalizada compuesta por pares de muestras en diferentes tonos de gris que representan niveles progresivos de contraste. Cada nivel está vinculado a un valor numérico que refleja el grado de estabilidad o alteración del color. Esta escala se utiliza para evaluar de forma objetiva los cambios que sufre un tejido durante los ensayos de solidez. Existen dos aplicaciones principales: la escala de grises para el cambio de color, que cuantifica la variación del tono original de la muestra, y la escala de grises para la transferencia de color, que mide la cantidad de pigmento que pasa a otro material por contacto directo.

#### **e. La escala de grises para variación de color**

La evaluación de la solidez del color frente a las variaciones se lleva a cabo utilizando la escala de grises, que permite analizar visualmente los cambios de color durante las pruebas de solidez. Esta escala facilita la comparación de la intensidad y la extensión de la alteración del color en los materiales evaluados. Se proporciona una especificación colorimétrica precisa de la diferencia entre el gris de referencia y las 5 posiciones de la escala donde cada uno tiene dos áreas definidas (INACAL, 2019).

**Figura 6***Escala de grises para variación de color*

*Nota.* Escala de grises marca CTTC, utilizada según el estándar ISO establecido por AATCC (2020).

#### **2.4.2. Interpretación de la escala de grises**

Según AATCC (2020), la evaluación consiste en utilizar una escala de grises como referencia estandarizada para observar y calificar visualmente los cambios de color que presentan los textiles tras ser sometidos a pruebas de solidez del color. Esta herramienta permite comparar la muestra evaluada con los tonos de la escala, asignando una calificación que refleja con precisión el grado de alteración cromática, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8***Interpretación de los grados de la Escala de Grises*

<b>GRADO</b>	<b>INTERPRETACION</b>	<b>TEÑIDO</b>
Grado 5	Excelente	No se destiñe
Grado 4	Muy Buena	Destiñe un poco
Grado 3	Buena	Destiñe Sensiblemente
Grado 2	Regular	Destiñe fuertemente
Grado 1	Malo	Destiñe muy fuertemente

*Nota.* La escala de grises evalúa la intensidad de los cambios de color y el manchado en textiles. Grados más altos indican mejor resistencia (Obando Portillo, 2013) y (AATCC, 2020).

### III. HIPOTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. *Hipótesis General*

El tipo de mordiente y el tiempo de teñido con extracto de chilca (*Baccharis latifolia*) influyen significativamente en la solidez del color del hilo de alpaca (*Vicugna pacos*), evaluada mediante pruebas de lavado, frote seco y húmedo, y exposición a la luz.

##### 3.1.2. *Hipótesis Específicas*

- El tipo de mordiente influye significativamente en la solidez del color del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca, siendo su efecto variable frente a pruebas de lavado, frote seco y húmedo, y exposición a la luz.
- El tiempo de teñido influye significativamente en la solidez del color del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca, presentando diferencias en el comportamiento cromático ante pruebas de lavado, frote seco y húmedo, y exposición a la luz.

#### 3.2. Identificación de Variables

En la presente investigación, de tipo experimental y nivel explicativo, se identifican y describen las siguientes variables principales, las cuales servirán como base para el análisis y la interpretación de resultados:

##### 3.2.1. *Variable dependiente*

###### A. Solidez del color

**Definición:** Se refiere a la capacidad del color, una vez fijado en la fibra textil, para mantener su intensidad y uniformidad frente a factores externos como el lavado, el frote o la exposición a la luz, evitando su decoloración, alteración tonal o transferencia a otras superficies durante el uso.

###### **Dimensiones:**

- Solidez al lavado
- Solidez al frote seco y húmedo
- Solidez a la luz

### 3.2.2. Variables independientes

#### A. Tipo de mordiente

**Definición:** Sustancia de origen natural empleada en procesos de teñido para favorecer la fijación del colorante en la fibra textil, mejorando su resistencia al lavado, la luz y el frote. Actúa formando enlaces entre la fibra y las moléculas del tinte, asegurando mayor durabilidad del color. La concentración de mordiente utilizada en esta investigación es del 20% sobre el peso de la fibra, según lo reportado por Cuce (2021) y Tapia Pacsi (2023).

##### Categorías experimentales:

- M1: Cremor tártaro
- M2: Alumbre
- M3: Ácido cítrico

#### B. Tiempo de teñido

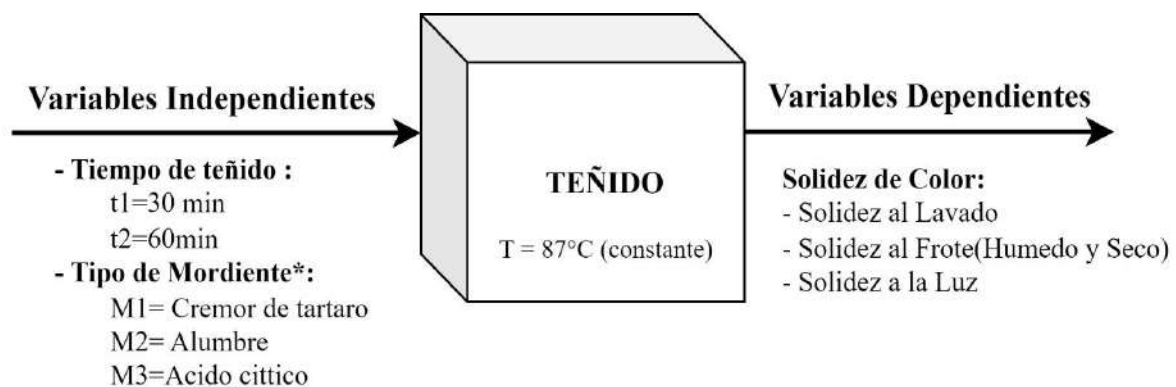
**Definición:** Tiempo de inmersión del hilo en el baño tintóreo con el extracto de chilca.

##### Niveles experimentales:

- t1: 30 minutos
- t2: 60 minutos

**Figura 7**

*Proceso de teñido con variables independientes y dependientes*



### 3.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 9**

*Operacionalización de variables de la investigación*

<b>Tipo de variable</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento / Técnica</b>	<b>Escala de medición</b>
Independiente	Tipo de mordiente	Sustancia usada para fijar el colorante en la fibra textil. (Maier & Santos, 2010).	Composición química	M1: Cremor tártaro M2: Alumbre M3: Ácido cítrico	Registro de tratamiento experimental	Cualitativa – Nominal
Independiente	Tiempo de teñido	Duración del contacto entre colorante y fibra. (Obando Portillo, 2013).	Duración del proceso	t1: 30 minutos t2: 60 minutos	Cronometrado en procedimiento técnico	Cuantitativa – Intervalar
Dependiente	Solidez del color	Resistencia del color ante lavado, fricción y luz (TESTEX, 2022).	Solidez del color	- Solidez al lavado (AATCC TM 61) - Solidez al frote seco y húmedo (AATCC TM 8) - Solidez a la luz artificial (AATCC TM 16.3)	Métodos AATCC normalizados: TM 61, TM 8, TM 16.3	Ordinal – Escala de grises (de 5 a 1)

## IV. MATERIALES Y METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

### 4.1. Lugar de investigación

Este trabajo de investigación de tesis intitulada “EFECTO DEL MORDIENTE Y TIEMPO EN LA SOLIDEZ DE COLOR DE HILO DE ALPACA (*Vicugna pacos*) TEÑIDA CON CHILCA (*Baccharis latifolia*)” se desarrolló en los siguientes lugares:

- Las hojas de Chilca (*Baccharis latifolia*) fueron recolectadas en el cerro Chocco, ubicada en el Centro Poblado de Tinke, distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, región Cusco.
- El hilo de alpaca huacaya fue obtenido de la Planta de Procesamiento de Fibra de Alpaca del Proyecto Alpaca II del GORE Cusco, ubicada en el distrito de Marangani, dentro del Parque Industrial Marangani, junto al campo ferial.
- La determinación de las características de diámetro de fibra, medulación, torsión y título del hilo se ha realizado en el Laboratorio de CITetextil Camélidos Cusco (Av. Las Américas J-1, Urb. Parque Industrial – 2da. Etapa, Wanchaq, Cusco).
- El proceso de teñido de hilo de alpaca se ha realizado en Laboratorio de teñido en el CITetextil Camélidos Cusco (Av. Las Américas J-1, Urb. Parque Industrial – 2da. Etapa, Wanchaq, Cusco).
- Laboratorio de Análisis de Solidez de color al frote (en seco y húmedo), al lavado y a la exposición a la luz, se realizó en el laboratorio Quality Lab con la acreditación NTP ISO / IEC 17025 por INACAL DA. Ubicada en Av. Canadá N° 1346 distrito de la Victoria, departamento de Lima.

### 4.2. Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación

#### 4.2.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, orientada a optimizar el teñido natural de hilo de alpaca con chilca, generando conocimientos técnicos sostenibles con potencial de aplicación por productores y artesanos locales.

#### 4.2.2. Nivel de investigación

- El nivel de la investigación es descriptivo, ya que se orienta a detallar las características de la fibra y del hilo de alpaca, así como el proceso de obtención

del extracto de chilca (*Baccharis latifolia*), registrando de forma ordenada sus propiedades, etapas y procedimientos.

- El nivel de la investigación corresponde a un diseño experimental de tipo explicativo, cuyo propósito fue analizar la relación de causa-efecto entre las variables independientes (tipo de mordiente y tiempo de teñido) y la variable dependiente (solidez del color).

#### **4.2.3. Diseño de investigación**

El diseño experimental aplicado fue completamente aleatorizado con arreglo bifactorial ( $3 \times 2$ ), conformado por tres tipos de mordientes (cremor tártaro, alumbre y ácido cítrico) y dos tiempos de teñido (30 y 60 minutos), con tres repeticiones por tratamiento. Este diseño permitió controlar la variabilidad experimental y realizar el análisis.

### **4.3. Materiales, instrumentos y equipos**

#### **4.3.1. Materia prima**

- Las hojas de Chilca (*Baccharis latifolia*) fueron recolectadas en el cerro Chocco, perteneciente al Centro Poblado de Tinke, distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, región Cusco. La recolección se realizó a una altitud de 3 749 m s. n. m., en las coordenadas geográficas 13°39'48" S y 71°19'53" W, durante el mes de octubre, correspondiente a la estación de primavera, periodo en el que la planta presenta mayor desarrollo foliar y concentración de metabolitos colorantes.
- El hilo de alpaca huacaya fue obtenido de la planta de Procesamiento de Fibra de Alpaca del proyecto Alpaca II de GORE Cusco ubicada en el distrito Marangani (Parque industrial Marangani al costado de campo ferial).

#### **4.3.2. Materiales de laboratorio**

- Boles de acero inoxidable
- Probeta graduada 100 ml
- Pipeta graduada 5 ml
- Vaso precipitado graduada 200 ml
- Jarra graduada

- Mortero de trituración
- Balde graduado de 10 litros
- Varillas de vidrio
- Vasos de acero inoxidable de tintura.
- Gradilla para vasos de tintura
- Olla 20 litros de inoxidable
- Cucharon de acero inoxidable
- Tamiz de filtrado
- Botellas descartables
- Guantes de cuero

#### **4.3.3. *Reactivos***

- Detergente Liquido HELPASOL FLP
- Detergente solido QUIMDET WOB (Sin abrillantador óptico)
- Cremor de tártaro  $\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$  (Biolab Reagent)
- Alumbre (Laboratorios LELY S.A.C.)
- Ácido cítrico  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  RZBC (Agroplaza)

#### **4.3.4. *Instrumentos de laboratorio***

- Termómetro analógico PRECISION (0 – 100 °C)
- Balanza de precisión METTLER TOLEDO (0.01 – 1620 g)
- Escala de Grises CTTC, Estándar ISO, AATCC
- Papel Indicador de pH

#### **4.3.5. *Equipos***

A continuación, se describen los equipos e instrumentos empleados durante la investigación, especificando marca, modelo y características principales que justifican su selección para garantizar la reproducibilidad del estudio:

##### **A. Equipo Análisis de características de fibra e hilo**

- **Equipo medulómetro inteligente y diámetro**
  - **Marca:** FIBERSTECH

- **Modelo:** FIBER MED V2.0
- **Uso:** Mide el porcentaje de fibras meduladas, el diámetro promedio de las fibras (%MDFT) con su desviación, y detalla la cantidad y grosor de fibras según su tipo de medulación (no meduladas, fragmentadas, continuas, etc.).
- **Equipo torsiómetro**
  - **Marca:** MESDAN
  - **Modelo:** TWIST LAB 2531D
  - **Uso:** Equipo manual para medir la torsión de hilos simples o doblados en direcciones “S” y “Z”. Permite métodos tradicionales y directos, con longitud de prueba ajustable (1 a 50 cm), tacómetro digital de alta precisión y sistema de pretensado con pesas hasta 70 cN.
- **Equipo analizador de títulos**
  - **Marca:** MESDAN
  - **Modelo:** WRAP REELS
  - **Uso:** Se utilizan para determinar la longitud y el título de hilos, mechas y tops, mediante enrollado controlado y preciso, minimizando el error humano y garantizando resultados conforme a normas ISO 2060 y ASTM D1907.

## **B. Equipo para proceso de teñido**

- **Equipo de teñido a escala laboratorio**
  - **Marca:** DATACOLOR
  - **Modelo:** AHIBA IR
  - **Uso:** Se usa para tintura de muestras textiles en laboratorio, simulando procesos industriales, evaluando colorantes, resistencia al lavado y optimizando procesos en fibras naturales y sintéticas con alta precisión y baja relación de baño.

## **C. Equipo de evaluación de solidez de teñido**

- **Equipo medidor de lavado**
  - **Marca:** SDLATLAS
  - **Modelo:** Launder-Ometer® M228AA
  - **Uso:** Se utiliza para evaluar la solidez del color al lavado y limpieza en seco, cumpliendo con normas internacionales. Aprobado por la AATCC, el

Laundry-Ometer garantiza resultados confiables y reproducibles en pruebas a baja temperatura. Ideal para controlar la calidad del teñido textil.

- **Equipo simulador de luz solar**
  - **Marca:** ATLAS
  - **Modelo:** Xenón Weather Ometer Ci 3000+, rack horizontal
  - **Uso:** Se utiliza para evaluar la resistencia al intemperismo y la solidez del color en textiles, simulando exposición solar, humedad y lluvia. El Weather-Ometer y Fade-Ometer Ci3000+ permiten predecir la durabilidad del material, asegurando resultados precisos y repetibles bajo normas internacionales.
- **Equipo medidor de frotamiento**
  - **Marca:** SDLATLAS
  - **Modelo:** Crockmeter Electrónico M238BB
  - **Uso:** Se utiliza para determinar la solidez del color al frote en seco o húmedo en textiles. Ideal para uso intensivo, con brazo de 9 N y contador electrónico, cumple con normas como AATCC 8 y 165, asegurando resultados repetibles en pruebas de abrasión.

#### 4.4. Metodología experimental

##### 4.4.1. Método de análisis de características de hilo de alpaca

- **Análisis de caracterización de fibra:** Para la determinación de diámetro y medulación se utilizó el equipo Fiber EC V 0.2. con validación en la NTP 231.098.2005. FIBRA DE ALPACA. Método de ensayo para determinar el diámetro medio (finura) de la fibra de alpaca mediante el microscopio de proyección.
- **Determinación de la densidad lineal de hilado:** Para la determinación del título de hilo se ha usado un Medidor de Título con validación en NTP-ISO 2060:2006 HILOS ENRROLADOS. Determinación de la masa lineal por el método de madeja.

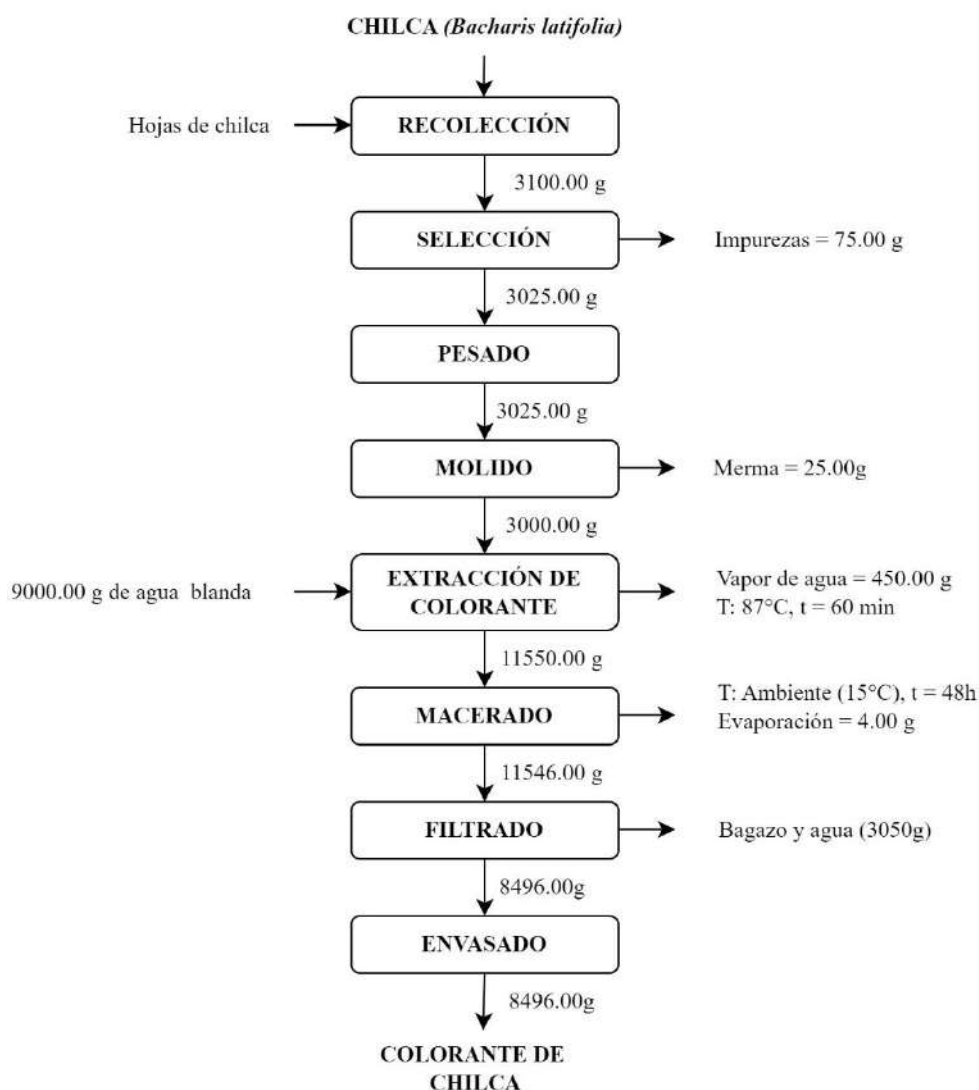
- **Determinación de torsión de hilos:** Para el ensayo se utiliza el equipo de TWIST LAB con un método de destorcer y volver a torcer, para hilos individuales. Validado por las normas: NTP 231.011: Método de determinación de la torsión de hilados, NTP 231.115: Equivalencias de los coeficientes de torsión en hilados y NTP-ISO 2: Designación del sentido de torsión en hilos.

#### 4.4.2. Método de la extracción de colorante a partir de chilca

La extracción de colorante a partir de chilca se realizó de acuerdo al siguiente flujograma:

**Figura 8**

*Flujograma de extracción de colorante de chilca*



*Nota.* Flujograma de operaciones para la extracción de colorante de chilca, adaptado de (Tapia Pacsi, 2023). Para el proceso de extracción de colorante se ha aplicado una relación de 1:3 de chilca y agua respectivamente.

#### **4.4.2.1. Descripción de la extracción de colorante de chilca**

##### **a. Recolección**

Las hojas de chilca (*Baccharis latifolia*) se recolectaron al mediodía, durante el mes de octubre, correspondiente a la estación de primavera, periodo en el que la planta presenta un mayor desarrollo foliar y concentración de compuestos colorantes. Se seleccionaron hojas en su estado de madurez óptimo, provenientes de la parte superior de la planta, evitando aquellas con partes secas, signos de plagas o excesivamente tiernas. La recolección inicial alcanzó un total de 3 100 g de hojas frescas de chilca.

##### **b. Selección**

En esta etapa se seleccionaron y eliminaron las hojas extrañas, así como aquellas que presentaban materiales adheridos, como musgos y tierra, con el fin de evitar la contaminación en los procesos posteriores. Se logró obtener un total de 75 g de impurezas.

##### **c. Pesado**

Se realizó el pesaje preciso de las hojas de chilca destinadas al estudio, utilizando una balanza calibrada para garantizar exactitud en la medición. El peso total obtenido fue de 3,025 g, cantidad que posteriormente se empleó íntegramente en la preparación del extracto para el proceso de teñido experimental.

##### **d. Molido**

Se realizó el molido manual utilizando un mortero, con el propósito de reducir el tamaño de las hojas y facilitar una extracción más eficiente del colorante. Como resultado, se obtuvieron 3,000 g de hojas molidas y 25 g de merma durante el proceso.

##### **e. Extracción de colorante**

Se realizó la formulación de la relación chilca-agua en una proporción de 1:3, utilizando 3,000 g de hojas de chilca molidas y 9 litros de agua blanda. La mezcla se llevó a ebullición durante 60 minutos, manteniendo una temperatura constante de 87 °C. Como resultado, se obtuvo un total de 11,550 g de mezcla entre chilca y agua, registrándose una pérdida de 450 g por evaporación.

##### **f. Macerado**

Se efectuó la maceración a temperatura ambiente (15 °C) durante un periodo continuo de 48 horas, manteniéndolo en un ambiente oscuro para evitar la degradación de compuestos

sensibles a la luz. Al finalizar el proceso, se registró una pérdida aproximada de 4 g de agua debido a evaporación natural.

#### g. Filtrado

Se realizó el filtrado del baño tintóreo utilizando un tamiz, con el fin de eliminar los restos de hojas. Como resultado, se obtuvieron 8,496 g de baño tintóreo de chilca y 3,050 g correspondientes al bagazo y agua residual.

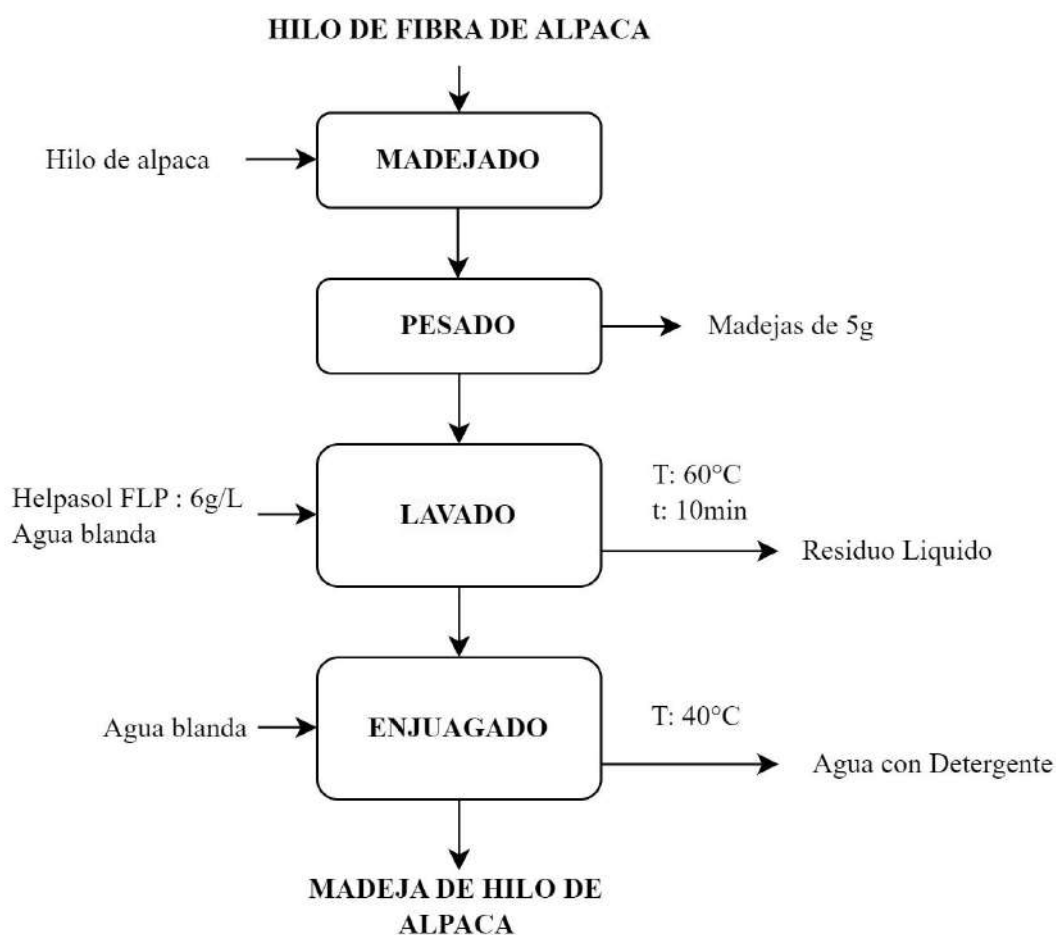
#### h. Envasado

El baño tintóreo fue envasado en botellas, las cuales se cubrieron con fundas negras para evitar el contacto con la luz, quedando listo para su uso en el proceso de teñido.

#### 4.4.3. Método de preparación de muestras de hilo de alpaca

**Figura 9**

*Flujograma de preparación de muestras de hilo de alpaca*



*Nota.* Se ha utilizado hilo de alpaca para preparar muestras de 54 madejas cada uno de 5 gramos para los siguientes procesos, este flujograma es adaptado de Illa & Tairo (2015).

#### **4.4.3.1. Descripción del proceso de preparación de muestras de hilo**

##### **a. Hilo de Fibra de alpaca**

El hilo de fibra de alpaca utilizado en la investigación fue adquirido en la planta de procesamiento del distrito de Marangani. La fibra es de la alpaca huacaya con un diámetro promedio de fibra de 22,8 micras, un título de hilo de 4,82 Nm y una torsión de 252 vueltas por metro, características que garantizan uniformidad, resistencia y adecuada calidad para el proceso de teñido experimental.

##### **b. Madejado**

Se elaboraron madejas de hilo de fibra de alpaca con una cantidad previamente calculada antes de efectuar el corte, asegurando uniformidad en las muestras. Posteriormente, cada madeja fue colocada en la balanza para obtener un peso exacto de 5 gramos.

##### **c. Pesado**

Se efectuó el pesado de las madejas empleando una balanza analítica de alta precisión, ajustando cuidadosamente hasta obtener exactamente 5 g por muestra. Posteriormente, se procedió a realizar el corte correspondiente y se ataron suavemente los extremos de cada madeja para evitar que se enreden o pierdan su forma original. En total, se prepararon y pesaron 54 muestras individuales de 5 gramos cada una, destinadas al proceso de teñido experimental.

##### **d. Lavado**

Se efectuó el proceso de lavado del hilo de fibra de alpaca utilizando agua y el detergente no iónico HELPASOL FLP en una concentración de 6 g/L, con el objetivo de eliminar impurezas, suciedad y restos de grasa natural presentes en la fibra. El procedimiento se realizó manualmente, manteniendo el agua a una temperatura constante de 60 °C durante 10 minutos, asegurando así una limpieza uniforme y sin dañar la estructura de la fibra.

##### **e. Enjuagado**

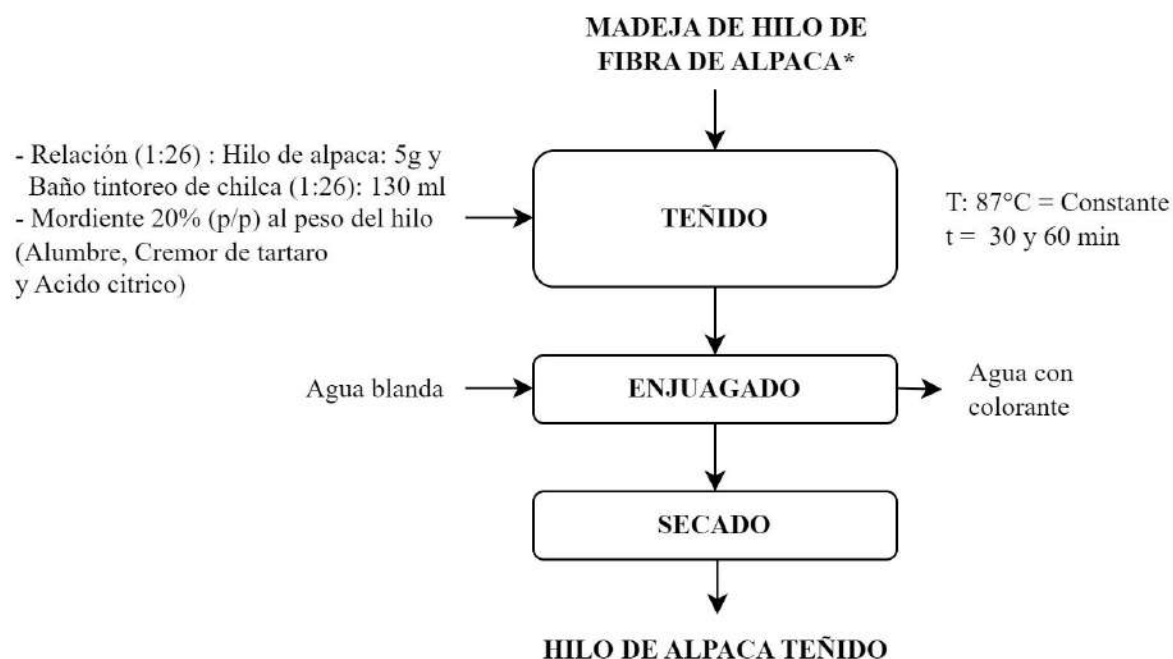
Se procedió al enjuagado del hilo con abundante agua a una temperatura controlada de 40 °C, repitiendo el proceso las veces necesarias hasta asegurar la completa eliminación del detergente residual utilizado en el lavado.

#### 4.4.4. Método de teñido de hilo de alpaca con chilca

A continuación, se muestra el flujograma del proceso de teñido de hilo de fibra de alpaca con chilca.

**Figura 10**

*Flujograma de teñido de hilo de alpaca con chilca*



*Nota.* Flujograma de las operaciones de teñido de fibra de alpaca con chilca (*Baccharis latifolia*), adaptado de (Tapia Pacsi, 2023). \*La madeja que se ha utilizado fue previamente enjuagado en el proceso de preparación de muestra. El mordiente a 20% equivale a 1 g.

##### 4.4.4.1. Descripción del proceso de teñido

###### a. Teñido

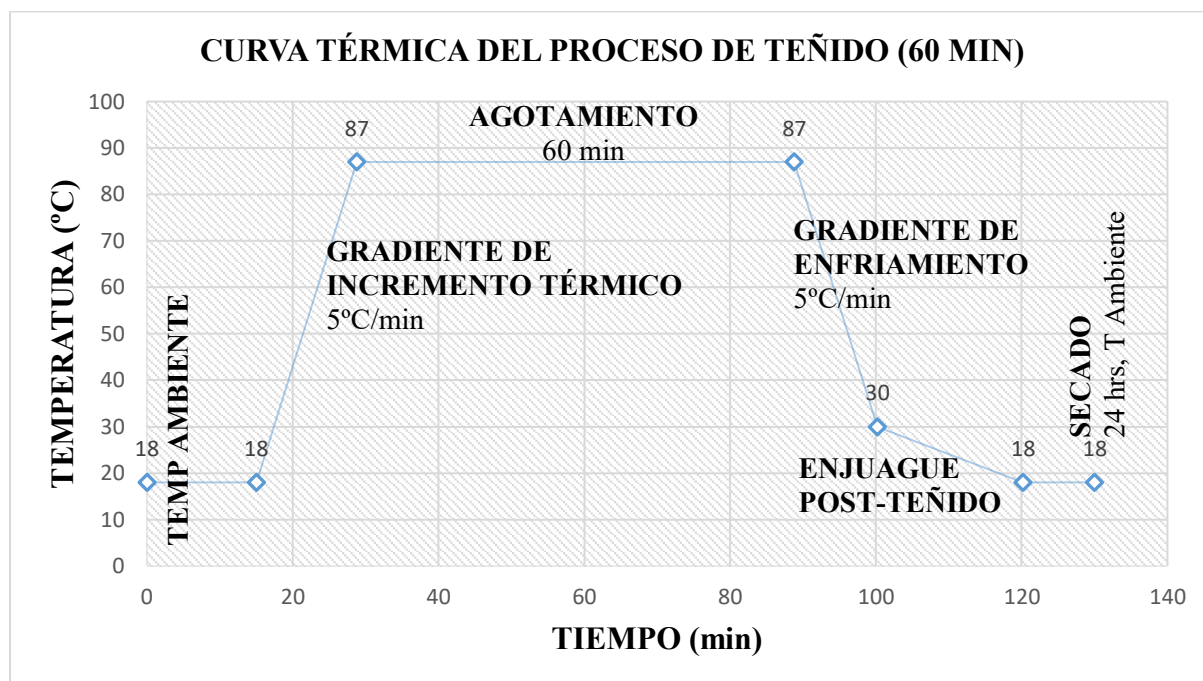
Este proceso se realizó utilizando el equipo de teñido, preparando el vaso de teñido con la siguiente relación 1:26 según Solé (2016), equivalente a 5 g de madeja de hilo de fibra de alpaca y 130 ml de baño tintóreo por tratamiento. También se añadieron los mordientes (ácido cítrico, cremor tártaro y alumbre) al baño tintóreo en una proporción del 20 % del peso del hilo, es decir, 1 g de mordiente.

Se homogeneizó la mezcla del baño tintóreo con los mordientes y, posteriormente, se sumergió la muestra de hilo de fibra de alpaca. Luego, el recipiente fue cerrado y ajustado para su procesamiento en el equipo de tintura.

El proceso se llevó a cabo siguiendo las siguientes curvas de teñido:

**Figura 11**

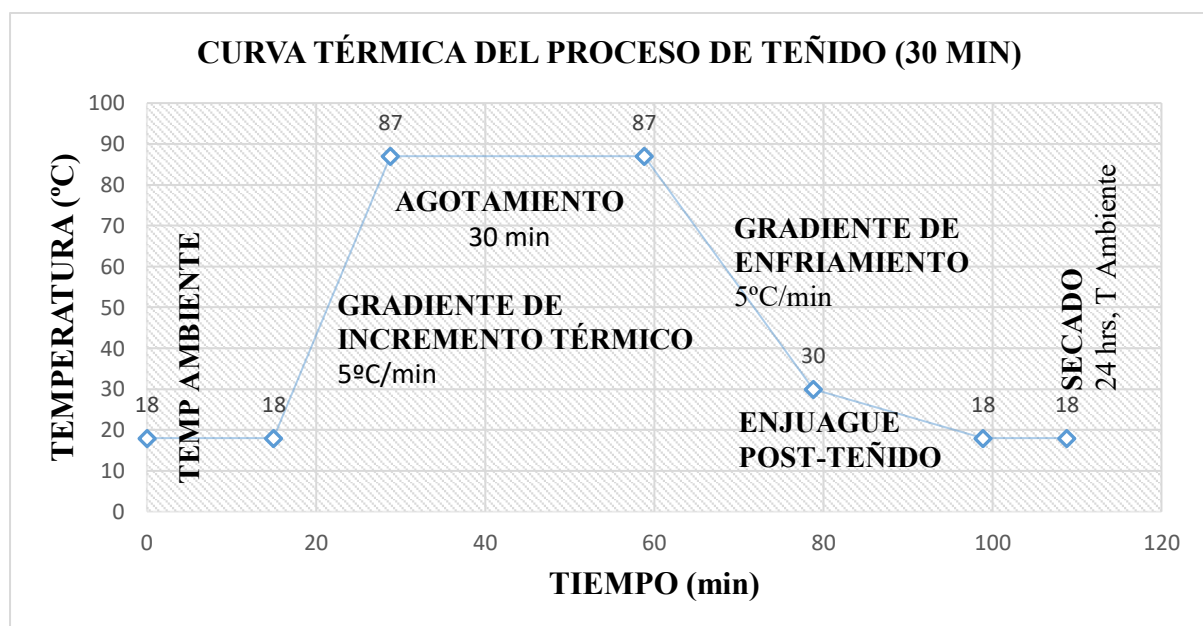
*Curva térmica del proceso de teñido (60 minutos)*



*Nota.* La siguiente figura muestra la curva de teñido para el tratamiento de 60 minutos, en la cual se observa un gradiente de incremento térmico de 5 °C/min hasta alcanzar la temperatura de agotamiento de 87 °C, mantenida durante 60 minutos. Posteriormente, la temperatura de enfriamiento con el mismo gradiente hasta 30 °C, permitiendo continuar con el proceso de lavado y secado.

**Figura 12**

*Curva térmica del proceso de teñido (60 minutos)*



*Nota.* La siguiente figura muestra la curva de teñido para el tratamiento de 30 minutos, en la cual se observa un gradiente de incremento térmico de 5 °C/min hasta alcanzar la temperatura de agotamiento de 87 °C, mantenida durante 30 minutos. Posteriormente, la temperatura de enfriamiento con el mismo gradiente hasta 30 °C, permitiendo continuar con el proceso de lavado y secado.

En el proceso de teñido, se registraron valores de pH en el residuo del baño tintóreo que variaron según el tipo de mordiente utilizado. Después del teñido, el baño residual con cremor tártaro presentó un pH de 6.0, el correspondiente al ácido cítrico un pH de 4.0, y el del alumbre un pH de 5.0. Estos valores reflejan la influencia del tipo de mordiente en la acidez final.

#### **b. Enjuagado**

Las madejas teñidas se retiraron de los vasos de teñido y se lavaron con agua blanda para eliminar el exceso de colorante, hasta que el agua saliera completamente limpia.

#### **c. Secado**

Las muestras de madeja se secaron a temperatura ambiente, en un lugar sombreado, durante 48 horas. Luego, se almacenaron en envases rotulados para su ensayo de solidez.

### **4.4.5. Métodos de ensayo de solidez de color**

#### **4.4.5.1. Ensayo de Solidez del Color al Lavado Acelerado**

Para evaluar la solidez del lavado se utilizó la metodología AATCC TM 61 – 2013 e (2020) e2, esta prueba acelerada tiene como objetivo la evaluación de la solidez del color en textiles que deben soportar lavados frecuentes se realiza para verificar su capacidad de mantener el color después de varios lavados. Este proceso asegura que los materiales conserven su color original sin transferirlo a otros tejidos. Esta metodología sigue el siguiente procedimiento (AATCC, 2024).

#### **Descripción del proceso**

- Para esta evaluación de solidez al lavado se utilizó la opción 2A, el cual se ha realizado utilizando el equipo Launder Ometer LHT a una temperatura de 49°C, un tiempo de 45 min utilizando 0.15% detergente estándar WOB (Sin abrillantador óptico).
- Luego se tiene la multifibra No. 10, también conocida como tela de seis colores AATCC o tela multifibra AATCC. para evaluar el grado de transferencia de color, Esta tela está compuesta de los siguientes componentes (acetato, algodón, nylon, poliéster, acrílico y lana) con una dimensión de tira de 8 mm.
- Se prepara los vasos de lavado con una cantidad de 150 ml de líquido de lavado con detergente solido QUIMDET WOB (Sin abrillantador óptico) a 0.15% y detergente liquido de 0.23 % con 50 bolas de acero.

- La muestra y la solución jabonosa se vertieron en un vaso de precipitados y cada muestra se colocó en un vaso de precipitados separado, con 40 °C en agua destilada agitando y exprimiendo a mano enjuagando 3 veces, cada vez que se enjuaga se debe mantenerse durante 1 minuto en agua, eliminar el exceso de agua y secado por exprimido.
- Se saca la muestra a secado natural al aire. Equilibrando durante 1 hora a una temperatura de 21°C y una humedad de 65%. Se recorta la muestra de prueba y el revestimiento de fibra, se retire las fibras sueltas y se trata de conservar la escala más grande de la muestra de prueba.

#### **4.4.5.2. Ensayo de Solidez del Color al Frote Crockmeter**

La evaluación se hará de acuerdo a la norma AATCC TM 8 2016e (2022) e, es un método empleado para medir la cantidad de color que se transfiere de un material teñido a otro mediante frotación. Este procedimiento evalúa la resistencia del color frente al roce, ayudando a determinar la durabilidad del teñido y su propensión a desprender color bajo fricción (AATCC, 2024).

##### **Descripción del procedimiento**

- Preparamos la muestra de hilo enrollando en un cartón en una dimensión de 13 x 5 cm para poner a la lámina porta muestras teniendo en cuenta que los hilos deben estar bien estirados y en una dirección.
- Colocar cuidadosamente la muestra en la dirección indicada para el frotamiento y fijarla firmemente en la plataforma del equipo, asegurando que no presente desplazamientos durante la prueba. Posteriormente, cortar la tela testigo con precisión en un cuadrado de 5 x 5 cm y ajustarla correctamente en el dedo del equipo.
- Se baja el dedo del equipo hacia la plataforma de la muestra.
- Se sube el dedo del equipo con la tela testigo para poder ver los cambios manchado en la tela testigo.

#### **4.4.5.3. Ensayo de Solidez del Color a la Luz**

El método de evaluación se utilizó para la solidez de color a la luz es de acuerdo al método AATCC TM 16.3 – 2020 Opción 3 (AATCC, 2024).

### Descripción del Procedimiento

- Para esta evaluación se ha utilizado el equipo Xenón Weather Ometer Atlas Ci 3000+.
- Enrollamos los hilos en marcos de cartulina blanca hasta una longitud de aproximadamente 15 cm (6,0 pulg.). Solo esa porción de los hilos que miran directamente la energía radiante se evalúa para el color cambiar.
- Enrolla el hilo en el marco. muy cerca, al menos 2,5 cm (1,0 de ancho. La muestra de control debe tener la misma cantidad de hebras que la muestra expuesta, asegurando así una comparación uniforme y precisa entre ambas durante la evaluación.
- Una vez completada la exposición, junte los hilos que miran hacia la fuente de luz. usando enmascaramiento de 2,0 cm (0,75 pulg.) o otra cinta adecuada para sujetar los hilos estrechamente empaquetados en el marco de exposición para evaluación.
- Se utilizó el estándar de resistencia a la luz de lana azul L4 con la unidad de desvanecimiento AATCC (AFU) 20 con la opción de Arco de Xenón a una exposición de  $85 \text{ KJ/m}^2\text{nm}$  por un tiempo de 20 horas.

#### 4.4.6. *Método de evaluación de solidez de color por escala de grises*

La evaluación de la solidez del color se realizó utilizando la escala de grises conforme al procedimiento establecido por la Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles (AATCC, 2020). Esta herramienta permite cuantificar las variaciones de color en las muestras tras su exposición a distintas pruebas.

1. **Preparación de las muestras:** Las muestras se acondicionaron en un ambiente controlado ( $21 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $65 \pm 2 \%$  de humedad relativa) durante 24 horas para garantizar condiciones homogéneas antes de la evaluación.
2. **Comparación con la escala de grises:** Después de cada prueba de solidez (lavado, frote o luz), las muestras fueron comparadas visualmente con la escala de grises estándar AATCC. Esta escala mide las diferencias de color en un rango de 1 (máxima variación) a 5 (sin variación perceptible).
3. **Condiciones de evaluación:** La comparación se realizó bajo iluminación estándar D65 y en un ángulo de observación de  $45^\circ$ , siguiendo las recomendaciones de la AATCC, para minimizar errores visuales.

4. **Registro y análisis de datos:** Tres evaluadores capacitados realizaron la comparación, registrando los valores promedio de las diferencias de color observadas.

#### 4.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en esta investigación corresponde a un completamente aleatorizado con arreglo bifactorial ( $3 \times 2$ ), con el propósito de evaluar el efecto del tipo de mordiente y del tiempo de teñido sobre la solidez del color del hilo de alpaca teñido con chilca (*Baccharis latifolia*).

##### **Factor A – Tipo de mordiente (20% p/p):**

- M1: Cremor tártaro
- M2: Alumbre
- M3: Ácido cítrico

##### **Factor B – Tiempo de teñido:**

- t1: 30 minutos
- t2: 60 minutos

La combinación de estos factores genera seis tratamientos experimentales, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 10**

*Matriz de diseño experimental*

<b>Tratamiento</b>	<b>Tipo de mordiente (20%)</b>	<b>Tiempo de teñido</b>
T1	Cremor tártaro	30 minutos
T2	Cremor tártaro	60 minutos
T3	Alumbre	30 minutos
T4	Alumbre	60 minutos
T5	Ácido cítrico	30 minutos
T6	Ácido cítrico	60 minutos

Cada tratamiento fue replicado tres veces, dando lugar a un total de 18 unidades experimentales (madejas de hilo de alpaca). Estas unidades fueron sometidas a pruebas estandarizadas para evaluar la solidez del color al lavado (AATCC TM 61), al frote seco y húmedo (AATCC TM 8) y a la luz (AATCC TM 16.3), utilizando en todos los casos la escala de grises.

Este diseño permite determinar tanto los efectos individuales de los factores como su interacción, facilitando una interpretación estadística precisa del comportamiento de los tratamientos aplicados.

#### **4.5.1. Técnicas y software para el procesamiento de datos**

La información obtenida en las pruebas de solidez del color fue organizada en fichas de registro y procesada con el software *Statgraphics Centurion* y *Minitab 17*, que permitió aplicar las técnicas estadísticas requeridas.

El análisis se realizó en tres etapas:

- **Estadística descriptiva**, para obtener medidas de tendencia central y dispersión de los resultados obtenidos por tratamiento.
- **Análisis de varianza (ANOVA factorial)**, con un nivel de significancia del 5 % ( $\alpha = 0,05$ ), para determinar el efecto del tipo de mordiente, el tiempo de teñido y su interacción sobre la solidez del color.
- **Prueba de Tukey**, aplicada posteriormente en los casos con diferencias significativas, para identificar entre qué tratamientos existen variaciones relevantes.

El procesamiento estadístico permitió validar las hipótesis experimentales y determinar los parámetros más eficaces para mejorar la solidez del color en el teñido de hilo de alpaca con extracto de chilca.

#### **4.6. Metodología para la contrastación de hipótesis**

Se aplicó un enfoque cuantitativo experimental para evaluar cómo el tipo de mordiente y el tiempo de teñido afectan la solidez del color.

- **Prueba de hipótesis:** Se aplicó un **Análisis de Varianza (ANOVA)** para evaluar el efecto de cada variable independiente sobre la variable dependiente correspondiente.
- **Nivel de significancia:** Se estableció en  $\alpha = 0,05$ .

Criterio de decisión:

- Si  $p \leq 0,05$ , se **rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ )** y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).
- Si  $p > 0,05$ , no se rechaza  $H_0$ .

**Tabla 11***Contrastación de hipótesis para la solidez del color (mordiente y tiempo)*

Ensayo de solidez	Variable independiente	Hipótesis nula ( $H_0$ )	Hipótesis alterna ( $H_1$ )	Prueba estadística	p-valor	Decisión
Lavado	Tipo de mordiente	No influye significativamente en la solidez al lavado	Influye significativamente en la solidez al lavado	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$
Lavado	Tiempo de teñido	No influye significativamente en la solidez al lavado	Influye significativamente en la solidez al lavado	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$
Frote seco	Tipo de mordiente	No influye significativamente en la solidez al frote seco	Influye significativamente en la solidez al frote seco	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$
Frote seco	Tiempo de teñido	No influye significativamente en la solidez al frote seco	Influye significativamente en la solidez al frote seco	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$
Frote húmedo	Tipo de mordiente	No influye significativamente en la solidez al frote húmedo	Influye significativamente en la solidez al frote húmedo	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$
Frote húmedo	Tiempo de teñido	No influye significativamente en la solidez al frote húmedo	Influye significativamente en la solidez al frote húmedo	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$
Luz	Tipo de mordiente	No influye significativamente en la solidez a la luz	Influye significativamente en la solidez a la luz	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$
Luz	Tiempo de teñido	No influye significativamente en la solidez a la luz	Influye significativamente en la solidez a la luz	ANOVA + Tukey	0,0XX	Rechaza $H_0$

*Nota.* p-valor calculado con ANOVA y comparaciones múltiples con prueba de Tukey. Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Resultados de Caracterización de la fibra y del hilo de alpaca

Se llevó a cabo la evaluación de las principales características fisicoquímicas de la fibra y del hilo de alpaca utilizados en los ensayos de teñido con extracto de chilca (*Baccharis latifolia*). Este análisis incluyó parámetros como el diámetro promedio de la fibra, el título del hilo, la torsión y la limpieza de la materia prima. Dichas propiedades resultan determinantes para la correcta absorción del colorante, la uniformidad del teñido y, en consecuencia, la calidad final del producto textil obtenido.

**Tabla 12**

*Características fisicoquímicas de la fibra y del hilo de alpaca*

Parámetro	Valor obtenido	Interpretación técnica
Diámetro de fibra	22.8 micras	Fibra de finura media, adecuada para procesos de hilado y teñido
Medulación	27.11 %	Fibra medianamente medulada, absorción de color aceptable, posible variabilidad cromática
Título del hilo	4.82 Nm	Hilo de grosor intermedio, favorable para tejidos resistentes
Torsión del hilo	252 vueltas por metro	Torsión media, equilibrio entre resistencia mecánica y absorción de colorante

Los resultados obtenidos en la caracterización del hilo de alpaca evidencian que el material empleado presenta condiciones adecuadas para el proceso de teñido con chilca. El diámetro promedio de 22.8  $\mu\text{m}$  clasifica la fibra como de finura media, de acuerdo con la NTP 231.301:2014 (INACAL, 2014), lo que garantiza un equilibrio entre suavidad, resistencia y capacidad de absorción tintórea. Estas características coinciden con lo descrito por ASCALPE (2019), quien destaca que las fibras de finura intermedia poseen buena capacidad de retención del colorante y adecuada respuesta mecánica en procesos térmicos. Por su parte, el 27.11 % de medulación ubica la fibra dentro de la categoría de medianamente medulada, lo que implica una absorción de color aceptable con posible leve variabilidad cromática, en concordancia con la clasificación técnica de Carrasco Bocangel (2024).

El título de hilo de 4.82 Nm y la torsión de 252 vueltas por metro demuestran una estructura intermedia y estable, adecuada para mantener la uniformidad en el proceso tintóreo. Según Flores y Quispe (2020), este tipo de torsión media permite una difusión homogénea del colorante en la fibra, sin comprometer su resistencia. Desde el punto de vista químico, la presencia de queratina como componente principal de la fibra —una proteína fibrosa altamente resistente e insoluble (Escobedo, 1999)— explica su buena afinidad tintórea frente a los colorantes naturales. Los grupos funcionales amino y carboxilo de la queratina favorecen la formación de enlaces de hidrógeno y coordinaciones metálicas con los flavonoides y taninos del extracto de chilca, permitiendo una fijación estable del color. En conjunto, estas características estructurales y químicas confirman que el hilo utilizado fue técnicamente apto para los ensayos de teñido, garantizando compatibilidad, uniformidad y resistencia en la aplicación del colorante natural.

## **5.2. Resultados de la obtención del extracto colorante de Chilca**

Se describe el proceso de obtención del extracto colorante natural a partir de hojas de *Chilca* (*Baccharis latifolia*) como se muestra en la Figura 8:

La extracción del colorante natural de hojas de Chilca (*Baccharis latifolia*) se realizó con una relación sólido-líquido de 1:3 (p/p) usando agua blanda como disolvente, para favorecer la liberación de flavonoides y taninos, pigmentos responsables de las tonalidades amarillas.

La recolección del material vegetal se realizó en octubre (primavera), al mediodía, momento en que la radiación solar favorece la acumulación máxima de metabolitos secundarios. Se obtuvieron 3 100 g de hojas frescas, seleccionadas por su madurez fisiológica y ausencia de daños, eliminándose 75 g de impurezas. Esta etapa es fundamental, ya que la composición química de la chilca varía según la altitud, la época y el estado fenológico, factores que influyen directamente en la concentración de flavonoides (Ccaso et al., 2024).

El molido redujo el tamaño de partícula, incrementando la superficie de contacto entre el sólido y el solvente, lo cual acelera la difusión y mejora la eficiencia extractiva. Según Fernández y Saavedra (2023), la reducción granulométrica optimiza la transferencia de masa y permite una extracción más homogénea.

Durante la extracción acuosa, se emplearon 3 000 g de hojas molidas con 9 000 g de agua, a una temperatura constante de 87 °C durante 60 minutos, con agitación continua. Esta condición se seleccionó dentro del rango óptimo de 60–90 °C, donde la temperatura aumenta

la solubilidad de los pigmentos y la velocidad de difusión sin causar degradación térmica (Che Sulaiman et al., 2017). Se obtuvo una mezcla de 11 550 g, con una pérdida de 450 g por evaporación, resultado coherente con lo descrito por Nina Aguilar (2018), quien señala que la temperatura favorece la liberación de compuestos fenólicos siempre que se mantenga dentro de límites controlados.

Posteriormente, el extracto fue macerado durante 48 horas a 15 °C en condiciones de oscuridad, permitiendo la estabilización de los complejos colorantes y la precipitación de impurezas insolubles. Este reposo, según Salauddin et al. (2021), mejora la claridad y la estabilidad del extracto al permitir la completa disolución y difusión de los pigmentos.

El filtrado permitió separar el bagazo y el agua residual, recuperándose 8 496 g de extracto líquido, de tonalidad amarillo-verdosa, característica de los flavonoides polihidroxilados como quercetina, luteolina y apigenina, responsables del color y de la buena afinidad con las fibras proteicas (Paredes Martínez, 2002).

Finalmente, el extracto se envasó en botellas de vidrio ámbar, cubiertas con fundas oscuras, para evitar la oxidación y la fotodegradación de los compuestos activos. El pH final fue de 5.5, ligeramente ácido, lo que garantiza estabilidad química y compatibilidad con fibras de alpaca, favoreciendo la interacción con los mordientes (Ormachea et al., 2015).

### 5.3. Resultados de solidez de color al lavado

**Tabla 13**

*Resultados experimentales de la solidez del color al lavado*

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	3.0	3.5	3.0	3.17
T2	Cremor tártaro	60 minutos	3.0	3.0	3.0	3.00
T3	Alumbre	30 minutos	2.0	2.0	2.0	2.00
T4	Alumbre	60 minutos	3.0	3.5	3.0	3.17
T5	Ácido cítrico	30 minutos	2.0	2.5	2.0	2.17
T6	Ácido cítrico	60 minutos	2.0	2.5	3.0	2.50

*Nota.* Resultados obtenidos mediante el método AATCC TM 61 para evaluar la solidez del color al lavado. Los valores corresponden a la escala de grises (1 = muy baja solidez; 5 = excelente solidez).

En la Tabla 13, se muestran los resultados de solidez al lavado (Ver Anexo 16) donde los valores de solidez al lavado promedio variaron entre 2.00 y 3.17, indicando una solidez de color de moderada a buena. Los tratamientos T1 y T4 presentaron los mejores promedios (3.17), mientras que T3 registró el valor más bajo (2.00).

**Tabla 14**

*Coefficiente de variación de la solidez del color al lavado*

Tratamiento	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Desviación estándar	Coefficiente de variación (%)
T1	3.0	3.5	3.0	0.29	<b>9.2</b>
T2	3.0	3.0	3.0	0.00	<b>0.0</b>
T3	2.0	2.0	2.0	0.00	<b>0.0</b>
T4	3.0	3.5	3.0	0.29	<b>9.2</b>
T5	2.0	2.5	2.0	0.29	<b>13.4</b>
T6	2.0	2.5	3.0	0.50	<b>20.0</b>

La Tabla 14 se muestran los coeficientes de variación por tratamiento fluctuaron entre 0.0 % y 20.0 %, evidenciando una variabilidad baja a moderada. Los tratamientos T2 y T3 mostraron CV nulos (0.0 %), lo que refleja alta uniformidad en las mediciones. Por el contrario, T6 presentó la mayor dispersión (20.0 %), indicando diferencias leves entre réplicas. En general, todos los valores se mantuvieron dentro del rango aceptable ( $< 20\%$ ), lo que confirma la consistencia y precisión experimental del ensayo.

### 5.3.1. Análisis de varianza y tukey para la solidez de color al lavado

**Tabla 15**

*Análisis de varianza para la solidez de color al lavado*

Fuentes de Varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	1.75	2	0.875	10.50	<b>0.0023</b>
Tiempo	0.888889	1	0.888889	10.67	<b>0.0068</b>
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordiente*Tiempo	1.36111	2	0.680556	8.17	<b>0.0058</b>
<b>Error</b>	1.0	12	0.0833333		
<b>TOTAL</b>	5.0	17			

Del análisis de la Tabla 15 se observa que el valor de  $p$  obtenido ( $< 0.05$ ) es menor al nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0.05$ ), lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Esto demuestra que el tipo de mordiente, el tiempo de teñido y la interacción entre ambos factores influyen significativamente en la solidez del color al lavado, motivo por el cual se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), evidenciando que los tratamientos presentan efectos diferenciados sobre la variable analizada con un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 16**

*Prueba de Tukey para solidez al lavado según mordiente*

<b>Mordiente</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
<b>Cremor tártaro</b>	6	3.08	0.12	<b>A</b>
<b>Alumbre</b>	6	2.58	0.12	<b>B</b>
<b>Ácido cítrico</b>	6	2.33	0.12	<b>B</b>

La Tabla 16 muestra que el cremor tártaro (grupo A) alcanzó el mayor nivel de solidez al lavado, siendo estadísticamente diferente ( $p < 0.05$ ) respecto a los mordientes alumbre y ácido cítrico (grupo B), los cuales no difieren entre sí. Esto confirma que el cremor tártaro promueve una mayor solidez de color al lavado.

**Tabla 17**

*Prueba de Tukey para solidez al lavado según tiempo*

<b>Tiempo de teñido</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
<b>60 minutos</b>	9	2.89	0.10	<b>A</b>
<b>30 minutos</b>	9	2.44	0.10	<b>B</b>

La Tabla 17 muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tiempos de teñido. El tratamiento de 60 minutos (grupo A) presentó mayor solidez del color al lavado que el de 30 minutos (grupo B). Esto evidencia que tiempos de teñido más prolongados favorecen una mayor solidez de color al lavado.

**Tabla 18***Prueba de Tukey para interacción Mordiente  $\times$  Tiempo en solidez al lavado*

Tratamiento	Mordiente	Tiempo de teñido	Media LS	Grupo homogéneo
<b>T1</b>	<b>Cremor tártaro</b>	30 minutos	3.17	<b>A</b>
<b>T4</b>	<b>Alumbre</b>	60 minutos	3.17	<b>A</b>
<b>T2</b>	<b>Cremor tártaro</b>	60 minutos	3.00	<b>AB</b>
<b>T6</b>	<b>Ácido cítrico</b>	60 minutos	2.50	<b>B</b>
<b>T5</b>	<b>Ácido cítrico</b>	30 minutos	2.17	<b>BC</b>
<b>T3</b>	<b>Alumbre</b>	30 minutos	2.00	<b>C</b>

La Tabla 18 muestra los resultados de la prueba de Tukey HSD aplicada a la interacción Mordiente  $\times$  Tiempo de teñido para la solidez del color al lavado. Se observa que los tratamientos T1 (Cremor tártaro, 30 min) y T4 (Alumbre, 60 min) conforman el grupo A, con los mayores niveles de solidez (media = 3.17). El cremor tártaro a 60 minutos (grupo AB) presentó un comportamiento intermedio, sin diferir significativamente del grupo superior. En cambio, los tratamientos con ácido cítrico y alumbre a 30 minutos (grupos B–C) mostraron menor fijación del colorante.

**Tabla 19***Comparaciones de tratamientos tukey para la Solidez al lavado*

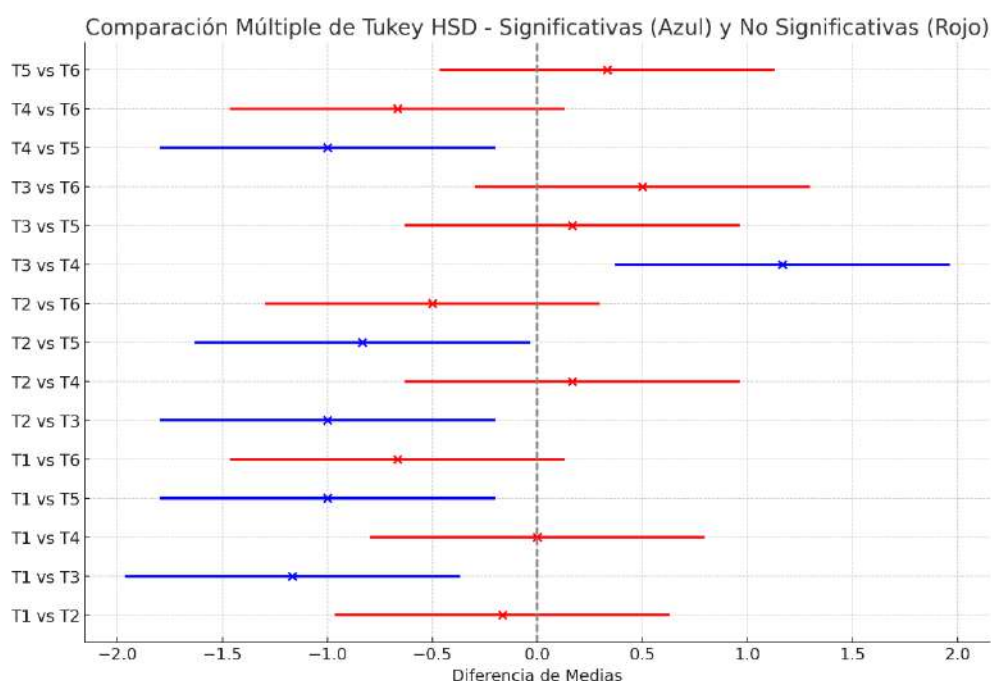
Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia de Medias	Valor p (ajustado)	Diferencia Significativa
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	-0.1667	0.9774	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-1.1667	<b>0.0035</b>	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	0.0000	1.0000	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-1.0000	<b>0.0113</b>	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.6667	0.1194	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-1.0000	<b>0.0113</b>	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	0.1667	0.9774	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.8333	<b>0.0372</b>	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.5000	0.3386	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	1.1667	<b>0.0035</b>	Sí
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.1667	0.9774	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.5000	0.3386	No

T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-1.0000	<b>0.0113</b>	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.6667	0.1194	No
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.3333	0.7189	No

La prueba de Tukey (Tabla 19) mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la solidez al lavado entre varios tratamientos. Se evidenció que alumbre y ácido cítrico a 30 minutos presentaron mayor solidez que el cremor tártaro, con diferencias de medias de  $-1.1667$  ( $p = 0.0035$ ) y  $-1.0000$  ( $p = 0.0113$ ), respectivamente. Asimismo, el cremor tártaro a 60 min resultó inferior al alumbre ( $p = 0.0113$ ) y al ácido cítrico ( $p = 0.0372$ ) a 30 min, indicando que un mayor tiempo no mejora la solidez de color. Además, el alumbre a 30 min superó significativamente a su versión de 60 min ( $p = 0.0035$ ), lo que confirma que tiempos prolongados pueden reducir la solidez. En conjunto, el tipo de mordiente tuvo un efecto más determinante que el tiempo, destacando el alumbre y el ácido cítrico a 30 minutos por su mayor eficiencia en la solidez de color.

### Figura 13

*Comparación Múltiple de Tukey para la solidez del color al lavado*

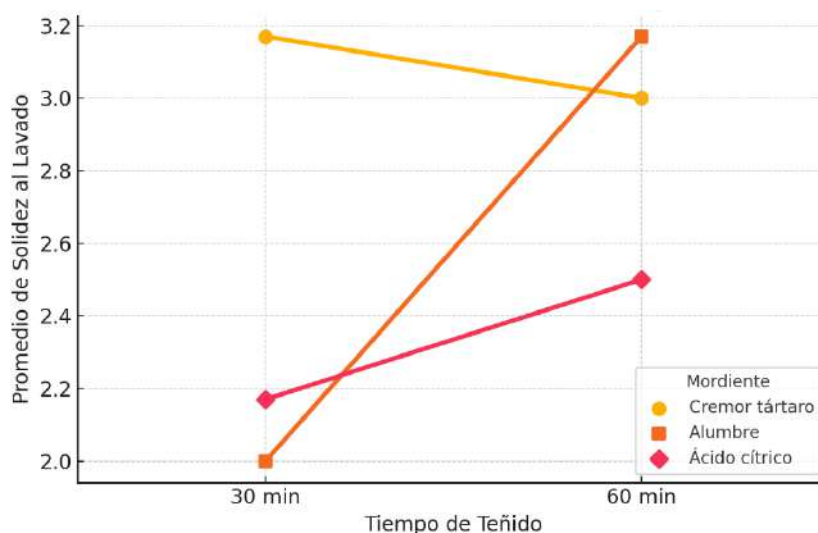


El en la Figura 13 se muestra las comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color al lavado, destacando en azul las diferencias estadísticamente significativas y en rojo las no significativas. Las líneas horizontales representan los intervalos de confianza al 95% para la diferencia de medias entre tratamientos; si cruzan la línea vertical en 0, la diferencia no es significativa. Se observa que cremor tártaro a 30 minutos (T1) tiene diferencias significativas

frente a alumbre a 30 minutos (T3) y ácido cítrico a 30 minutos (T5), mientras que Alumbre a 60 minutos (T4) también muestra mejoras respecto a ácido cítrico a 30 minutos (T5). Esto evidencia que la elección del mordiente y el tiempo de teñido afectan de manera considerable la solidez del color.

**Figura 14**

*Interacción entre Mordiente y Tiempo de Teñido en la Solidez al Lavado*



La Figura 14 de interacción muestra que la solidez al lavado varía según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido. Cremor tártaro mantiene un promedio constante de solidez al pasar de 30 a 60 minutos, indicando que el aumento del tiempo no mejora su fijación. En cambio, alumbre presenta una mejora significativa al extender el tiempo de teñido, demostrando un efecto positivo del tiempo en la fijación del color. Por su parte, ácido cítrico muestra un ligero incremento, aunque sigue siendo el mordiente con menor solidez en ambos tiempos, reflejando su baja capacidad para retener el color tras el lavado.

### 5.3.2. *Discusiones para la solidez de color al lavado*

Los resultados experimentales mostraron que la solidez del color al lavado del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca (*Baccharis latifolia*) fue influenciada significativamente tanto por el tipo de mordiente ( $p = 0.0023$ ) como por el tiempo de teñido ( $p = 0.0068$ ) y su interacción ( $p = 0.0058$ ). Estos efectos confirman el cumplimiento de los objetivos propuestos, demostrando que ambos factores determinan la fijación y estabilidad del colorante natural en fibras proteicas. El rango de solidez obtenido (2.00 a 3.17) indica niveles moderados a buenos,

de acuerdo con la escala AATCC TM 61 (AATCC, 2024), lo que evidencia una resistencia aceptable del color frente al lavado doméstico.

El cremor tártaro y el alumbre a 60 minutos alcanzaron los valores más altos (3.17), mientras que el alumbre a 30 minutos registró el nivel más bajo (2.00). Esto demuestra que el tipo de mordiente influye directamente en la afinidad del colorante y que el tiempo prolongado favorece la difusión y fijación del pigmento en la fibra. El comportamiento del cremor tártaro puede explicarse por su naturaleza ácida suave ( $\text{pH} \approx 3$ ) y su capacidad para abrir las escamas cuticulares de la fibra queratínica, mejorando la penetración del colorante (Obando Portillo, 2013). Según la base teórica, la queratina de la fibra de alpaca posee grupos amino ( $-\text{NH}_2$ ) y carboxilo ( $-\text{COOH}$ ) capaces de reaccionar con los grupos fenólicos de los flavonoides presentes en la chilca, especialmente la quercetina, principal responsable de las tonalidades amarillas (Paredes Martínez, 2002; Ccaso et al., 2024). Esta interacción genera enlaces de hidrógeno y coordinaciones estables que aumentan la resistencia del color al lavado, tal como describen Escobedo (1999) y Maier & Santos (2010).

El alumbre ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{NH}_4\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ) mostró una clara dependencia del tiempo: a 30 minutos, el valor de solidez fue bajo (2.00), mientras que a 60 minutos se incrementó hasta 3.17. Esto se debe a que los iones  $\text{Al}^{3+}$  requieren mayor tiempo para difundirse y formar complejos coordinados con los grupos funcionales de la fibra, estabilizando el enlace colorante–mordiente–fibra. Este comportamiento coincide con los resultados de Pacsi (2023), quien reportó valores de solidez de 5.0 al usar alumbre al 20 % y 60 minutos a ebullición, y con los de Carrasco (2024), quien alcanzó solidez de 4.0 con alumbre bajo condiciones similares. En cambio, en el estudio de Guillén et al. (2021), el alumbre a 30 minutos alcanzó niveles de 4–5, superiores a los del presente trabajo, diferencia atribuible a variaciones en la temperatura efectiva del baño tintóreo (87.9 °C en Cusco frente a 80–98 °C en otros estudios) y a las características físicas del hilo (finura y medulación) que afectan la difusión del colorante (Del Río, 2015; INACAL, 2014).

Por su parte, el ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) mostró valores intermedios (2.17–2.50), coherentes con su función como mordiente orgánico no metálico. Aunque no forma enlaces metálicos permanentes, ajusta el pH del baño tintóreo y mejora la adsorción inicial del tinte, permitiendo una fijación moderada y estable, como también observó Castillo (2022) en algodón (solidez  $\approx 3.5$ ) y Carrasco (2024) en alpaca (3.0–3.5). No obstante, su resistencia fue menor que la del alumbre y el cremor tártaro, lo que confirma que la presencia de iones metálicos o un pH ácido controlado son determinantes en la durabilidad del color (Raimondo Costa, 1990; Obando Portillo, 2013).

En comparación con los antecedentes, los resultados del presente estudio (2.00–3.17) fueron inferiores a los reportados por Guillén et al. (2021) (4–5), Palacios & Ullauri (2020) (4–5) y Pacsi (2023) (5.0), aunque se mantuvieron cercanos a los obtenidos por Carrasco (2024) (4.0) y Aguilar & Beltrán (2022) (3.5–4.5). Estas diferencias pueden atribuirse a la temperatura de ebullición local, la relación de baño tintóreo (1:30) y la cinética de extracción del colorante, factores que influyen en la estabilidad de los flavonoides y su fijación (Che Sulaiman et al., 2017; Solé, 2016).

#### 5.4. Resultados y discusiones de solidez de color al frote seco

**Tabla 20**

*Resultados experimentales de la solidez del color al frote seco*

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	3.5	3.5	3.0	3.33
T2	Cremor tártaro	60 minutos	3.5	3.5	3.5	3.50
T3	Alumbre	30 minutos	3.0	2.5	3.0	2.83
T4	Alumbre	60 minutos	2.5	3.0	3.0	2.83
T5	Ácido cítrico	30 minutos	2.5	3.0	2.5	2.67
T6	Ácido cítrico	60 minutos	2.0	2.5	3.0	2.50

*Nota.* Resultados obtenidos mediante el método AATCC TM 8 para evaluar la solidez del color al frote en seco. Los valores corresponden a la escala de grises, donde 1 indica muy baja solidez y 5 excelente solidez.

La Tabla 20 presenta los resultados donde los valores de solidez del color al frote seco oscilaron entre 2.50 y 3.50, clasificándose de moderada a buena solidez. El tratamiento T2 alcanzó el promedio más alto (3.50), evidenciando una mejor fijación y adherencia del colorante sobre la fibra. En cambio, el tratamiento T6 mostró el valor más bajo (2.50), indicando menor resistencia al desgaste por fricción. Los tratamientos con alumbre y ácido cítrico presentaron valores intermedios, lo que sugiere un comportamiento estable pero menos eficiente que el cremor tártaro en la fijación del color.

**Tabla 21***Coeficiente de variación de la solidez del color al frote seco*

Tratamiento	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)
T1	3.5	3.5	3.0	0.29	<b>8.6</b>
T2	3.5	3.5	3.5	0.00	<b>0.0</b>
T3	3.0	2.5	3.0	0.29	<b>10.3</b>
T4	2.5	3.0	3.0	0.29	<b>10.3</b>
T5	2.5	3.0	2.5	0.29	<b>10.9</b>
T6	2.0	2.5	3.0	0.50	<b>19.8</b>

En la Tabla 21 se observa los coeficientes de variación oscilaron entre 0.0 % y 19.8 %, indicando una variabilidad baja a moderada entre réplicas. Los tratamientos T2 mostraron mayor homogeneidad (CV = 0.0 %), mientras que T6 presentó la mayor dispersión (19.8 %). En general, todos los valores se mantuvieron por debajo del 20 %, lo cual demuestra una buena precisión experimental en las mediciones de solidez al frote seco.

#### 5.4.1. *Análisis de varianza y tukey para la solidez de color al frote seco*

**Tabla 22***Análisis de varianza para la solidez del color al frote seco*

Fuentes de Varianza	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	2.19444	2	1.09722	11.29	<b>0.0017</b>
Tiempo	0	1	0	0.00	1.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordiente*Tiempo	0.0833333	2	0.0416667	0.43	0.6610
<b>Error</b>	1.16667	12	0.0972222		
<b>TOTAL</b>	3.44444	17			

En la Tabla 22 se observa que el tipo de mordiente presentó un efecto estadísticamente significativo ( $p = 0.0017$ ), al ser el valor de  $p$  menor que el nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ). En cambio, el tiempo de teñido ( $p = 1.0000$ ) y la interacción mordiente-tiempo ( $p = 0.6610$ ) no

mostraron diferencias significativas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) para el factor tipo de mordiente, indicando que este influye de manera significativa en la solidez del color al frote seco. En los demás factores, al presentar valores de  $p$  mayores a 0.05, se acepta la hipótesis nula, indicando que el tiempo de teñido y la interacción entre factores no afectan significativamente en la solidez de color.

**Tabla 23**

*Prueba de Tukey para solidez al frote seco según mordiente*

<b>Mordiente</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
<b>Cremor tártaro</b>	6	3.42	0.13	<b>A</b>
<b>Alumbre</b>	6	2.83	0.13	<b>B</b>
<b>Ácido cítrico</b>	6	2.58	0.13	<b>B</b>

La Tabla 23 muestra que el cremor tártaro (grupo A) presentó una solidez significativamente superior ( $p < 0.05$ ) en comparación con los mordientes alumbre y ácido cítrico (grupo B), que no difieren entre sí. Esto evidencia que el cremor tártaro favorece una mayor solidez del color al frote seco.

**Tabla 24**

*Comparaciones de tratamientos de Tukey para el frote seco*

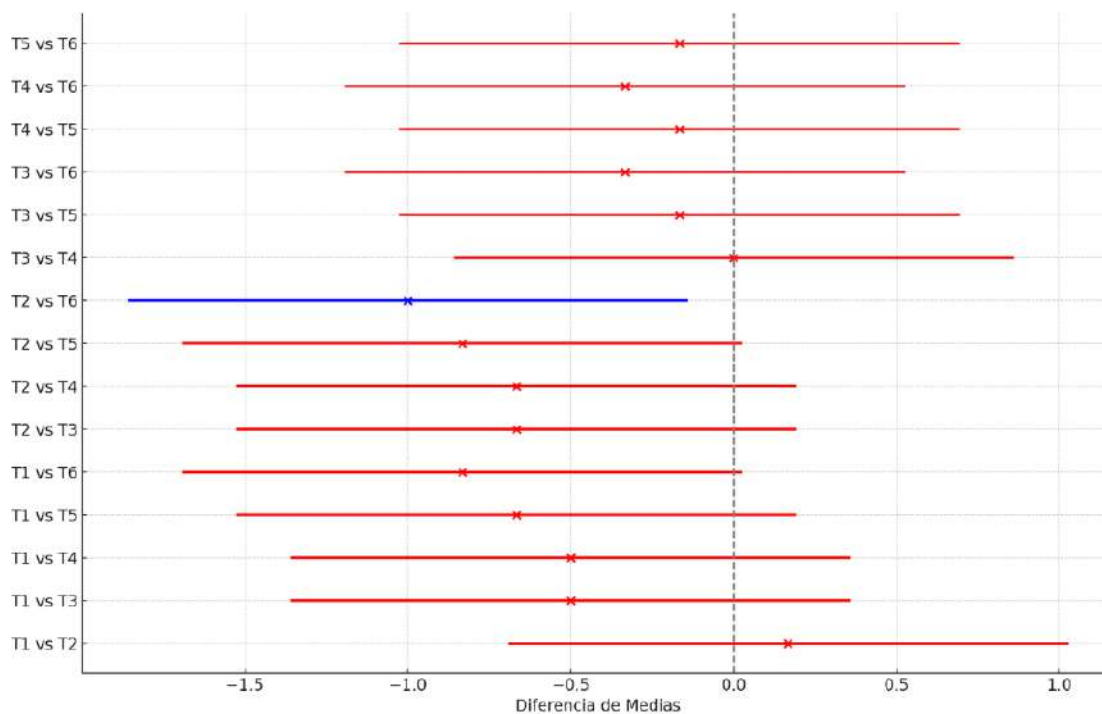
<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Diferencia de Medias</b>	<b>Valor p (ajustado)</b>	<b>Diferencia Sig.</b>
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	0.1667	0.9838	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.5000	0.4134	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.5000	0.4134	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.6667	0.1658	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.8333	0.0577	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.6667	0.1658	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.6667	0.1658	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.8333	0.0577	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-1.0000	<b>0.0139</b>	<b>Sí</b>
T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	0.0000	1.0000	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.1667	0.9838	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.3333	0.7091	No

T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.1667	0.9838	No
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.3333	0.7091	No
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.1667	0.9838	No

La prueba de Tukey para el frote seco (Tabla 24) indicó que la mayoría de los tratamientos no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), evidenciando una solidez al frote similar entre ellos. Sin embargo, se detectó una diferencia significativa entre T2 (cremor tártaro – 60 min) y T6 (ácido cítrico – 60 min) ( $p = 0.0139$ ), donde el ácido cítrico a 60 minutos mostró mayor resistencia al frote seco. En conjunto, los resultados sugieren que el tipo de mordiente tiene mayor influencia que el tiempo de teñido, destacando el ácido cítrico por su mejor desempeño en la fijación del color frente al frote seco.

### Figura 15

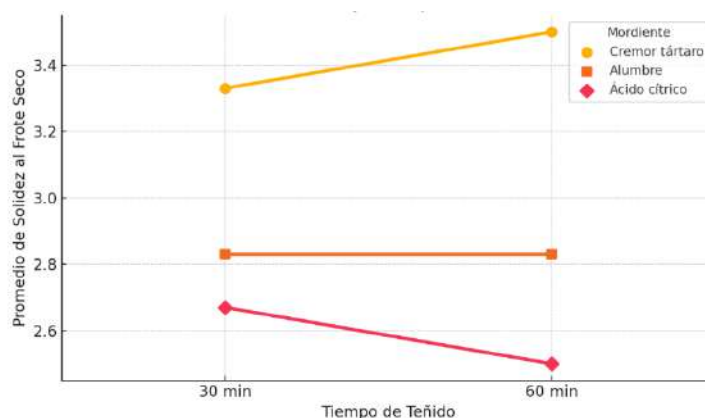
*Comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color al frote seco*



La Figura 15 presenta las comparaciones múltiples del test de Tukey HSD para la solidez al frote seco, donde solo T2 (cremor tártaro – 60 min) y T6 (ácido cítrico – 60 min) mostraron diferencia significativa, indicando mayor resistencia con cremor tártaro. Las demás comparaciones no fueron significativas, confirmando que el tipo de mordiente, más que el tiempo, determina la fijación del color bajo condiciones.

**Figura 16**

*Interacción mordiente y tiempo de teñido en la solidez del color al frote seco*



La Figura 16 muestra la interacción entre tipo de mordiente y tiempo de teñido en la solidez al frote seco, evidenciando comportamientos distintos. El cremor tártaro presenta una ligera mejora al pasar de 30 a 60 minutos, sugiriendo un efecto positivo del tiempo. El alumbre mantiene valores constantes, mientras que el ácido cítrico registra una leve disminución, lo que indica posible efecto negativo. En general, la solidez al frote seco depende principalmente del tipo de mordiente, y el tiempo de teñido tiene un efecto limitado o nulo en la mayoría de los casos.

#### **5.4.2. Discusiones para la solidez de color al frote seco**

Los resultados experimentales demostraron que el tipo de mordiente influyó significativamente en la solidez del color al frote seco del hilo de alpaca teñido con chilca (*Baccharis latifolia*) ( $p = 0.0017$ ), mientras que el tiempo de teñido ( $p = 1.0000$ ) y la interacción Mordiente  $\times$  Tiempo ( $p = 0.6610$ ) no presentaron efectos estadísticamente significativos. Esto indica que la resistencia del color al frote está determinada principalmente por la naturaleza química del mordiente y su interacción con los componentes del colorante, cumpliendo así el primer objetivo específico del estudio.

Los valores promedio de solidez oscilaron entre 2.50 y 3.50, lo que corresponde a una solidez de color moderada a buena según la escala AATCC TM 8 (AATCC, 2024). El cremor tártaro obtuvo el promedio más alto (3.42), seguido por el alumbre (2.83) y el ácido cítrico (2.58). Estos resultados coinciden con los reportes de Castillo (2022), quien observó que el cremor tártaro generó las mayores resistencias al frote ( $\approx 4.0$ ) en tejidos de algodón teñidos con colorantes naturales, y con los hallazgos de Palacios y Ullauri (2020), quienes confirmaron

que el uso de mordientes ácidos suaves mejora la fijación superficial del colorante en fibras de alpaca y lana.

Desde el punto de vista químico, el cremor tártaro ( $\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$ ) actúa como un mordiente ácido de pH controlado, que ajusta la acidez del baño tintóreo y favorece la apertura parcial de las escamas de la fibra de alpaca, mejorando la adsorción física y la unión electrostática del colorante (Obando Portillo, 2013). Los flavonoides y taninos presentes en la chilca, especialmente la quercetina, poseen grupos hidroxilo ( $-\text{OH}$ ) capaces de formar puentes de hidrógeno y enlaces de coordinación con los grupos amino ( $-\text{NH}_2$ ) y carboxilo ( $-\text{COOH}$ ) de la queratina (Ccaso et al., 2024; Escobedo, 1999). Este tipo de enlace promueve una fijación más estable en la superficie de la fibra, reduciendo el desprendimiento del tinte durante la fricción.

El alumbre ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{NH}_4\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ), en cambio, mostró valores intermedios ( $\approx 2.83$ ) sin diferencias entre 30 y 60 minutos, lo que sugiere que su efecto sobre la resistencia mecánica del color es menor que en el lavado. Este comportamiento se debe a que la fijación del colorante mediada por iones  $\text{Al}^{3+}$  se concentra principalmente en el interior de la fibra (mecanismo de coordinación interna), lo que incrementa la resistencia al lavado, pero no necesariamente mejora la adhesión superficial que se evalúa en la prueba de frote (Maier & Santos, 2010). Resultados similares fueron reportados por Carrasco (2024), quien obtuvo valores de solidez al frote seco de 3.0–3.5 en hilos de alpaca teñidos con cáscara de cebolla y alumbre.

El ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) presentó la solidez más baja (2.58), aunque dentro del rango aceptable, debido a su naturaleza orgánica no metálica que limita la formación de enlaces coordinados permanentes con el colorante. Sin embargo, su capacidad de ajustar el pH del baño tintóreo y promover una fijación uniforme del colorante lo convierte en una alternativa ecológica y segura, tal como mencionan Raimondo Costa (1990) y Obando Portillo (2013). Estos resultados coinciden con los reportes de Aguilar y Beltrán (2022), quienes obtuvieron valores de 3.0–3.5 al frote seco en teñidos con manzanilla y alumbre, y niveles menores cuando utilizaron mordientes naturales sin metales.

En comparación con los antecedentes, los valores del presente estudio (2.50–3.50) se encuentran ligeramente por debajo de los obtenidos por Guillén et al. (2021) (4.0 al frote seco y húmedo), posiblemente debido a las diferencias en la temperatura de ebullición local (87.9 °C en Cusco), que puede reducir la difusión del colorante en la fibra (Del Río, 2015). Asimismo, la estructura medulada de la fibra de alpaca, según la NTP 231.301:2014 (INACAL, 2014), puede afectar la uniformidad de la fijación superficial, ya que fibras más meduladas presentan menor afinidad tintórea.

### 5.5. Resultados y discusiones de solidez de color al frote húmedo

**Tabla 25**

*Resultados experimentales de la solidez del color al frote húmedo*

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	4.0	3.5	4.0	3.83
T2	Cremor tártaro	60 minutos	4.0	4.0	4.0	4.00
T3	Alumbre	30 minutos	3.5	3.5	4	3.67
T4	Alumbre	60 minutos	3.0	3.0	3.5	3.17
T5	Ácido cítrico	30 minutos	4.0	4.0	4.0	4.00
T6	Ácido cítrico	60 minutos	4.0	4.5	4.0	4.17

*Nota.* Resultados obtenidos mediante el método AATCC TM 8 para evaluar la solidez del color al frote húmedo. Los valores corresponden a la escala de grises, donde 1 indica muy baja solidez y 5 excelente solidez.

En la Tabla 25 se observan los valores de solidez del color al frote húmedo que variaron entre 3.17 y 4.17, correspondientes a una solidez de color buena a muy buena. El tratamiento T6 obtuvo el mayor promedio (4.17), evidenciando una mejor fijación del colorante bajo condiciones de humedad. En contraste, el T4 registró el valor más bajo (3.17), mientras que los demás tratamientos mostraron resultados similares.

**Tabla 26**

*Coeficiente de variación de la solidez del color al frote húmedo*

Tratamiento	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)
T1	4.0	3.5	4.0	0.29	7.6
T2	4.0	4.0	4.0	0.00	0.0
T3	3.5	3.5	4.0	0.29	7.9
T4	3.0	3.0	3.5	0.29	9.2
T5	4.0	4.0	4.0	0.00	0.0
T6	4.0	4.5	4.0	0.29	7.0

La tabla 26 se muestra los coeficientes de variación en donde variaron entre 0.0 % y 9.2 %, lo que evidencia una baja dispersión entre las réplicas y, por tanto, una alta precisión

experimental. Los tratamientos T2 y T5 presentaron CV nulos (0.0 %), indicando resultados completamente uniformes. En cambio, T4 alcanzó el mayor coeficiente (9.2 %), aunque dentro del rango aceptable ( $< 20$  %). En general, la baja variabilidad registrada demuestra la consistencia y confiabilidad de los datos obtenidos en la prueba de solidez al frote húmedo.

#### 5.5.1. Análisis de varianza y tukey para la solidez de color al frote húmedo

**Tabla 27**

*Análisis de varianza para la solidez de color al frote húmedo*

<b>Fuentes de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	1.44444	2	0.722222	13.00	0.0010
Tiempo	0.0138889	1	0.0138889	0.25	0.6261
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordiente*Tiempo	0.444444	2	0.222222	4.00	0.0467
<b>Error</b>	0.666667	12	0.0555556		
<b>TOTAL</b>	2.56944	17			

En la Tabla 27 se observa que el tipo de mordiente presentó un efecto estadísticamente significativo ( $p = 0.0010$ ), al ser el valor de  $p$  menor que el nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), lo que indica diferencias en la solidez del color según el mordiente empleado. En cambio, el tiempo de teñido ( $p = 0.6261$ ) no mostró efecto significativo sobre la solidez de color. Sin embargo, la interacción entre mordiente y tiempo de teñido ( $p = 0.0467$ ) resultó significativa, evidenciando que el efecto del tiempo depende del tipo de mordiente aplicado. De acuerdo con la contrastación de hipótesis, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la alternativa ( $H_1$ ) para los factores mordiente y mordiente-tiempo, mientras que se acepta  $H_0$  para el tiempo de teñido, concluyéndose que la combinación de ambos factores influye significativamente en la solidez del color al frote húmedo.

**Tabla 28***Prueba de Tukey para solidez al frote húmedo según mordiente*

<b>Mordiente</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
<b>Ácido cítrico</b>	6	4.00	0.13	<b>A</b>
<b>Cremor tártaro</b>	6	3.92	0.13	<b>A</b>
<b>Alumbre</b>	6	3.42	0.13	<b>B</b>

La Tabla 28 muestra que los mordientes ácido cítrico y cremor tártaro (grupo A) alcanzaron los mayores valores de solidez al frote húmedo, sin diferencia significativa entre ellos, pero sí frente al alumbre (grupo B), cuyo promedio fue inferior. Esto evidencia que tanto el ácido cítrico como el cremor tártaro generan una mejor fijación del colorante natural bajo condiciones de frote húmedo.

**Tabla 29***Prueba de Tukey para interacción Mordiente  $\times$  Tiempo en solidez al frote húmedo*

<b>Mordiente</b>	<b>Tiempo de teñido</b>	<b>Media LS</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
<b>Ácido cítrico</b>	60 minutos	4.17	<b>A</b>
<b>Ácido cítrico</b>	30 minutos	4.00	<b>A</b>
<b>Cremor tártaro</b>	60 minutos	4.00	<b>A</b>
<b>Cremor tártaro</b>	30 minutos	3.83	<b>AB</b>
<b>Alumbre</b>	30 minutos	3.67	<b>B</b>
<b>Alumbre</b>	60 minutos	3.17	<b>C</b>

La Tabla 29 evidencia que la interacción entre el tipo de mordiente y el tiempo de teñido influyó significativamente en la solidez del color al frote húmedo. Los tratamientos con ácido cítrico (30 y 60 min) y cremor tártaro a 60 min conformaron el grupo A, presentando los mayores niveles de solidez. En contraste, alumbre a 60 minutos (grupo C) mostró la menor resistencia al frote húmedo.

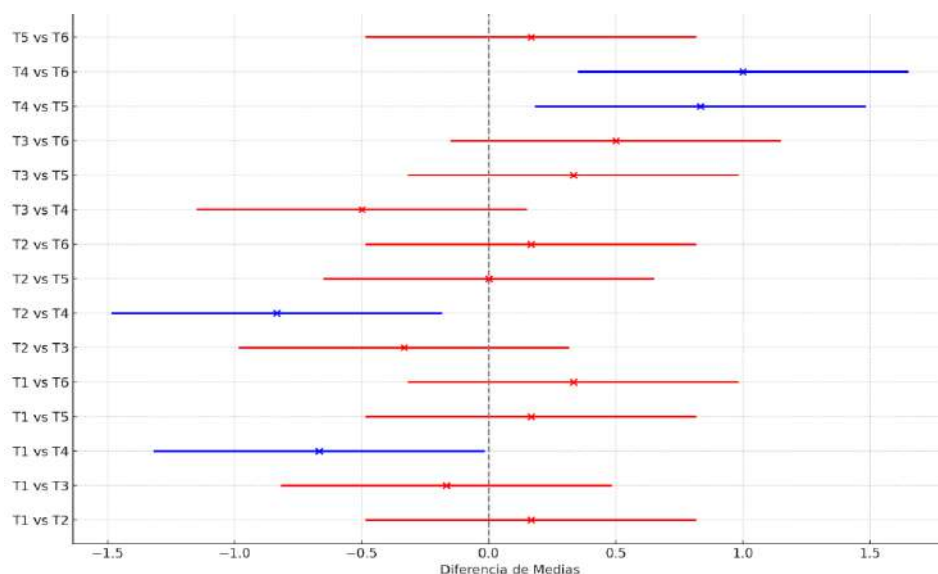
**Tabla 30***Comparaciones de tratamientos tukey para la Solidez al frote húmedo*

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia de Medias	Valor p (ajustado)	Diferencia Sig.
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	0.1667	0.9478	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.1667	0.9478	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.6667	<b>0.0419</b>	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.1667	0.9478	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.3333	0.5380	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.3333	0.5380	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.8333	<b>0.0112</b>	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.0000	1.0000	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.1667	0.9478	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.5000	0.1899	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.3333	0.5380	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.5000	0.1899	No
T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.8333	<b>0.0112</b>	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	1.0000	<b>0.0024</b>	Sí
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.1667	0.9478	No

La prueba de Tukey HSD para el frote húmedo (Tabla 30) mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en tres comparaciones: T1 (cremor tártaro – 30 min) vs T4 (alumbre – 60 min) ( $p = 0.0419$ ), T2 (cremor tártaro – 60 min) vs T4 (alumbre – 60 min) ( $p = 0.0112$ ) y T4 (alumbre – 60 min) frente a T5 (ácido cítrico – 30 min) ( $p = 0.0112$ ) y T6 (ácido cítrico – 60 min) ( $p = 0.0024$ ). Estos resultados indican que el alumbre a 60 minutos presentó una menor solidez al frote húmedo en comparación con los demás tratamientos, especialmente frente al ácido cítrico, que mantuvo valores más altos de solidez de color. En general, se observa que el tipo de mordiente influye significativamente en el comportamiento frente al frote húmedo, destacando el ácido cítrico por su mejor fijación del color y estabilidad superficial.

**Figura 17**

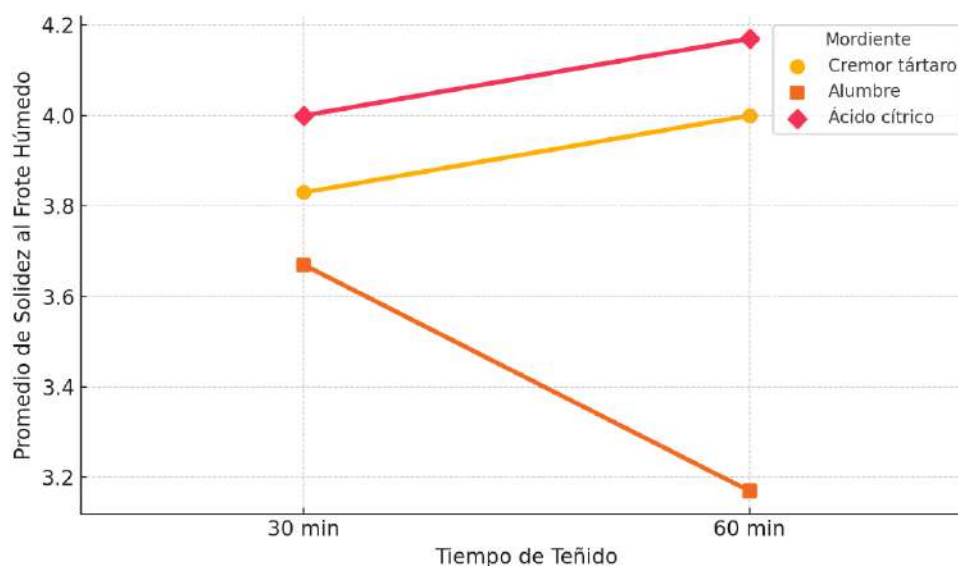
*Comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color al frote húmedo*



La Figura 17 presenta las comparaciones múltiples del test de Tukey HSD para la solidez al frote húmedo, donde las diferencias significativas se muestran en azul y las no significativas en rojo. Las comparaciones T1 vs T4, T2 vs T4 y T4 vs T6, en azul, indican que el tratamiento T4 (Alumbre - 60 min) tiene una solidez significativamente menor frente al cremor tártaro y ácido cítrico. Las demás comparaciones no presentan diferencias relevantes, evidenciando que el alumbre reduce su efectividad con tiempos prolongados de teñido.

**Figura 18**

*Interacción mordiente y tiempo de teñido en la solidez al frote húmedo*



En la **Figura 18** se observa que los tratamientos con ácido cítrico y cremor tártaro tienden a mejorar o mantener su nivel de solidez del color al aumentar el tiempo de teñido,

mostrando un comportamiento estable o ligeramente favorable. En contraste, el alumbre presenta una caída marcada en la solidez cuando se incrementa el tiempo, lo que confirma la existencia de una interacción significativa entre el tipo de mordiente y el tiempo de exposición. Este resultado sugiere que la eficacia de cada mordiente puede verse condicionada por la duración del teñido, siendo el alumbre menos estable frente a tiempos prolongados.

### **5.5.2. Discusiones para la solidez de color al frote húmedo**

El análisis estadístico mostró que el tipo de mordiente ( $p = 0.0010$ ) y la interacción Mordiente  $\times$  Tiempo ( $p = 0.0467$ ) influyeron significativamente en la solidez del color al frote húmedo del hilo de alpaca teñido con chilca (*Baccharis latifolia*), mientras que el tiempo de teñido individual ( $p = 0.6261$ ) no presentó efecto significativo. Estos resultados confirman el cumplimiento de los objetivos específicos al demostrar que tanto la naturaleza química del mordiente como su combinación con el tiempo de teñido condicionan la resistencia del color frente a la fricción en condiciones de humedad, donde el tinte puede rehidratarse y migrar parcialmente.

Los valores promedio de solidez oscilaron entre 3.17 y 4.17, correspondientes a una solidez buena a muy buena según la escala de grises AATCC TM 8 (AATCC, 2024). Los tratamientos con ácido cítrico (T5 y T6) y cremor tártaro (T1 y T2) presentaron los mayores promedios (4.00–4.17), mientras que el alumbre a 60 minutos (T4) registró el valor más bajo (3.17). Este comportamiento sugiere que los mordientes orgánicos y ácidos suaves favorecen una mejor fijación del colorante natural bajo condiciones húmedas, lo que coincide con los resultados de Castillo (2022), quien reportó niveles de solidez de 4.0 al frote húmedo utilizando cremor tártaro y ácido cítrico como mordientes naturales.

Desde el punto de vista químico, tanto el cremor tártaro ( $\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$ ) como el ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) actúan como mordientes ácidos no metálicos, que regulan el pH del baño tintóreo ( $\approx 3\text{--}4$ ) y promueven la ionización controlada de los grupos funcionales de la fibra de alpaca, aumentando su afinidad con los compuestos fenólicos y flavonoides del extracto de chilca (Obando Portillo, 2013; Ccaso et al., 2024). Esta condición favorece la formación de puentes de hidrógeno y enlaces iónicos reversibles entre los grupos carboxilo ( $-\text{COOH}$ ) y amino ( $-\text{NH}_2$ ) de la queratina (Escobedo, 1999) y los grupos hidroxilo ( $-\text{OH}$ ) de la quercetina, principal pigmento de la chilca (Paredes Martínez, 2002). Estos enlaces son lo suficientemente estables para resistir la fricción en estado húmedo, pero no tan rígidos como los complejos metálicos del alumbre, lo que evita la migración del colorante durante la rehidratación.

El alumbre ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{NH}_4\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ), por su parte, mostró un comportamiento distinto: a 30 minutos (3.67) presentó una solidez aceptable, pero al aumentar el tiempo a 60 minutos disminuyó a 3.17. Esto se debe a que los iones  $\text{Al}^{3+}$  tienden a formar complejos internos más rígidos dentro de la fibra, reduciendo la movilidad superficial del colorante, pero al mismo tiempo pueden fragilizar el enlace en ambientes húmedos por hidrólisis parcial del complejo (Maier & Santos, 2010). Este efecto coincide con los resultados de Pacsi (2023), quien observó que, aunque el alumbre otorga excelente solidez al lavado (5.0), su desempeño frente al frote húmedo fue más variable. De forma similar, Guillén et al. (2021) reportaron una solidez de 4.0 al frote húmedo para tejidos teñidos con alumbre, ligeramente superior a los valores de este estudio (3.17–3.67), diferencia que puede explicarse por la temperatura de ebullición local (87.9 °C en Cusco) y las características físicas del hilo de alpaca (grado de medulación y torsión) que limitan la difusión del mordiente en la fibra (Del Río, 2015; INACAL, 2014).

La interacción significativa Mordiente  $\times$  Tiempo ( $p = 0.0467$ ) confirma que la influencia del tiempo depende del tipo de mordiente. En el caso del ácido cítrico, tanto 30 como 60 minutos generaron una fijación uniforme y elevada (4.00–4.17), lo cual puede atribuirse a su capacidad de quelar iones metálicos ligeros presentes en el extracto vegetal, mejorando la estabilidad del complejo colorante (Raimondo Costa, 1990). En cambio, para el alumbre, el tiempo prolongado (60 min) provocó una leve reducción de solidez, posiblemente por sobremordentado, fenómeno descrito por Tapia Pacsi (2023), donde la saturación del metal genera una película poco estable en la superficie de la fibra.

Comparativamente, los valores obtenidos (3.17–4.17) se ubican en el rango reportado por Carrasco (2024) (3.5–4.0) y Aguilar & Beltrán (2022) (3.5–4.5), quienes también encontraron que los mordientes orgánicos y tiempos moderados (30–60 min) garantizan mejores resultados de solidez al frote húmedo en hilos de alpaca teñidos con extractos naturales. En cambio, los valores de Guillén et al. (2021) y Palacios & Ullauri (2020) ( $\approx 4$ –5) fueron ligeramente superiores, atribuibles a condiciones de temperatura más elevadas y concentración controlada del mordiente (10 %), que mejoran la afinidad tintórea sin degradar los flavonoides.

## 5.6. Resultados y discusiones de solidez de color a la luz

**Tabla 31**

*Resultados experimentales de la solidez del color a la luz*

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	3.5	3.5	3.5	3.50
T2	Cremor tártaro	60 minutos	3.0	3.5	3.5	3.33
T3	Alumbre	30 minutos	2.5	2.5	2.5	2.50
T4	Alumbre	60 minutos	2.0	2.5	2.5	2.33
T5	Ácido cítrico	30 minutos	3.0	3.0	3.0	3.00
T6	Ácido cítrico	60 minutos	3.0	3.0	3.0	3.00

*Nota.* Resultados obtenidos mediante el método AATCC TM 16 para evaluar la solidez del color a la luz. Los valores corresponden a la escala de azules, donde 1 indica muy baja solidez y 8 excelente solidez.

La Tabla 31 muestra los valores de solidez del color a la luz que oscilaron entre 2.33 y 3.50, lo que corresponde a una solidez de color moderada a buena. El tratamiento T1 alcanzó el mayor promedio (3.50), indicando una mejor estabilidad del colorante frente a la exposición lumínica. En cambio, T4 presentó el valor más bajo (2.33), evidenciando una menor resistencia a la luz. Los tratamientos con ácido cítrico mostraron valores intermedios y constantes (3.00).

**Tabla 32**

*Coficiente de variación de la solidez del color a la luz*

Tratamiento	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Desviación estándar	Coficiente de variación (%)
T1	3.5	3.5	3.5	0.00	0.0
T2	3.0	3.5	3.5	0.29	8.6
T3	2.5	2.5	2.5	0.00	0.0
T4	2.0	2.5	2.5	0.29	12.4
T5	3.0	3.0	3.0	0.00	0.0
T6	3.0	3.0	3.0	0.00	0.0

La Tabla 32 muestra los coeficientes de variación oscilaron entre 0.0 % y 12.4 %, reflejando una baja dispersión de los datos y, por tanto, una alta precisión experimental. Los tratamientos T1, T3, T5 y T6 presentaron CV de 0.0 %, evidenciando resultados uniformes entre réplicas. El tratamiento T4 registró la mayor variabilidad (12.4 %), aunque dentro del rango aceptable ( $< 20$  %). En conjunto, los valores obtenidos confirman la consistencia y fiabilidad de las mediciones de solidez del color a la luz.

### 5.6.1. *Análisis de varianza y tukey para la solidez de color a la luz*

**Tabla 33**

*Análisis de varianza para la solidez de color a la luz*

<b>Fuentes de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	3.02778	2	1.51389	54.50	0.0000
Tiempo	0.0555556	1	0.0555556	2.00	0.1827
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordientes*Tiempo	0.0277778	2	0.0138889	0.50	0.6186
<b>Error</b>	0.333333	12	0.0277778		
<b>TOTAL</b>	3.44444	17			

En la Tabla 33 se observa que el tipo de mordiente presentó un efecto estadísticamente significativo ( $p = 0.0000$ ), al ser el valor de  $p$  menor que el nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ), lo que evidencia diferencias marcadas en la solidez a la luz según el mordiente empleado. En contraste, el tiempo de teñido ( $p = 0.1827$ ) y la interacción mordiente-tiempo ( $p = 0.6186$ ) no mostraron efectos significativos sobre la variable de respuesta. De acuerdo con la contrastación de hipótesis, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) únicamente para el tipo de mordiente, mientras que para el tiempo de teñido y su interacción se acepta  $H_0$ , concluyéndose que la solidez del color a la luz depende principalmente del mordiente utilizado, siendo este el factor determinante en solidez del color frente a la exposición a la luz.

**Tabla 34***Prueba de Tukey para solidez a la luz según mordiente*

<b>Mordiente</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
<b>Cremor tártaro</b>	6	3.42	0.07	<b>A</b>
<b>Ácido cítrico</b>	6	3.0	0.07	<b>B</b>
<b>Alumbre</b>	6	2.42	0.07	<b>C</b>

La Tabla 34 muestra que el cremor tártaro (media = 3.42) presentó la mayor solidez del color a la luz, seguido por el ácido cítrico (3.0) y el alumbre (2.42), con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres mordientes. Estos resultados evidencian que el cremor tártaro proporciona una mayor solidez a la luz, mientras que el alumbre mostró la menor solidez de color a la luz.

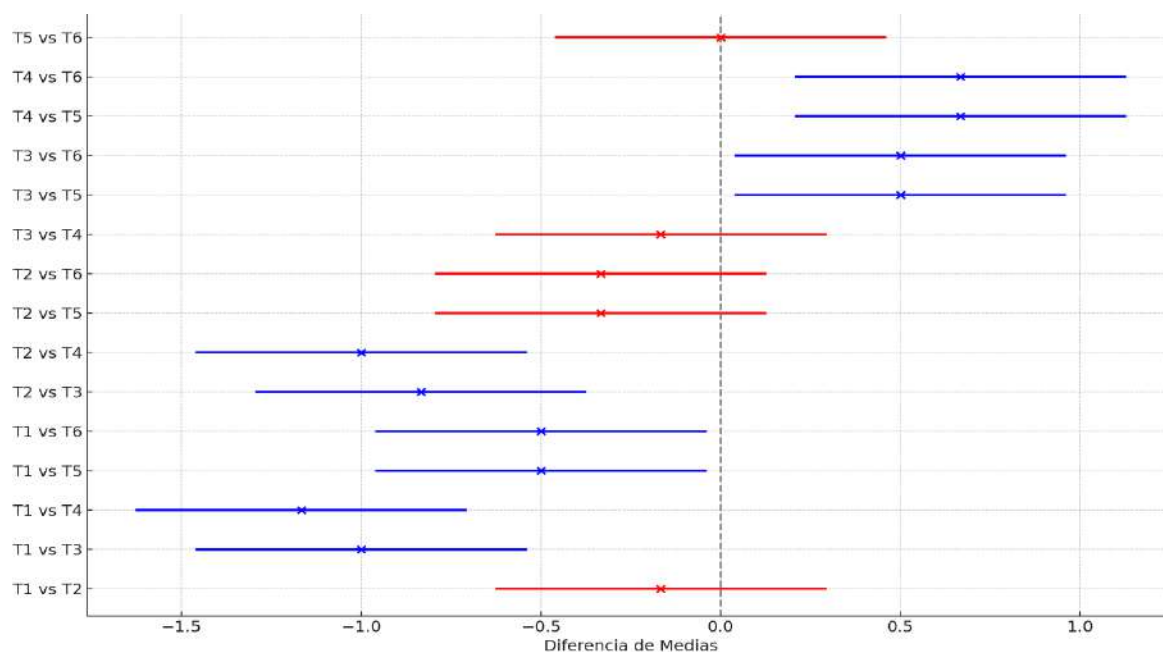
**Tabla 35***Comparaciones de tratamientos tukey para la Solidez a la luz*

<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Diferencia de Medias</b>	<b>Valor p (ajustado)</b>	<b>Diferencia Sig.</b>
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	-0.1667	0.8172	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-1.0000	<b>0.0001</b>	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-1.1667	<b>0.0000</b>	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.5000	<b>0.0294</b>	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.5000	<b>0.0294</b>	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.8333	<b>0.0006</b>	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-1.0000	<b>0.0001</b>	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.3333	0.1854	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.3333	0.1854	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.1667	0.8172	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.5000	<b>0.0294</b>	Sí
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.5000	<b>0.0294</b>	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.6667	<b>0.0025</b>	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.6667	<b>0.0025</b>	Sí
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.0000	1.0000	No

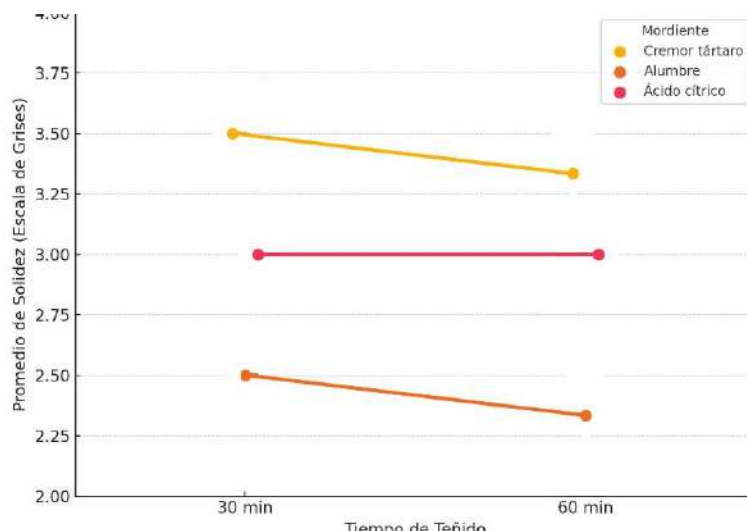
La prueba de Tukey HSD para la solidez del color a la luz (Tabla 35) evidenció diferencias altamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre varios tratamientos. Los resultados mostraron que el cremor tártaro (T1 y T2) presentó los valores más bajos de solidez, difiriendo significativamente del alumbre (T3 y T4) y del ácido cítrico (T5 y T6), con diferencias de medias entre  $-0.5$  y  $-1.16$ . Asimismo, se observaron diferencias entre el alumbre y el ácido cítrico, donde el ácido cítrico mostró mayor resistencia a la decoloración por luz, especialmente frente al alumbre a 60 min ( $p = 0.0025$ ). En conjunto, los datos confirman que el tipo de mordiente influye de forma decisiva en la estabilidad del color ante la exposición lumínica, destacando el ácido cítrico como el más eficaz, seguido del alumbre, mientras que el cremor tártaro presentó el desempeño más bajo.

**Figura 19**

*Comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color a la luz*



La Figura 19 muestra el gráfico de comparaciones múltiples de Tukey para la solidez del color a la luz, destacando las diferencias significativas en azul y las no significativas en rojo. Se observa que las mayores diferencias estadísticamente significativas ocurren entre los tratamientos con alumbre (especialmente T3 y T4) frente a los tratamientos con cremor tártaro y ácido cítrico, lo que indica que el alumbre disminuye considerablemente la resistencia del color a la luz. En cambio, no se detectan diferencias significativas entre los tiempos de teñido dentro del mismo mordiente, ni entre los dos tratamientos con ácido cítrico, lo que confirma que el tipo de mordiente es el principal factor que influye en la solidez a la luz, mientras que el tiempo de exposición tiene un efecto mínimo o nulo.

**Figura 20***Interacción entre mordiente y el tiempo de teñido en la solidez a la luz*

La Figura 20 muestra el gráfico de interacción entre el tipo de mordiente y el tiempo de teñido sobre la solidez del color a la luz. Se observa que las líneas correspondientes a cada mordiente son prácticamente paralelas, lo que indica que no existe una interacción significativa entre los factores, es decir, el efecto del tipo de mordiente no cambia en función del tiempo de teñido. El cremor tártaro muestra la mayor solidez en ambos tiempos, seguido del ácido cítrico, mientras que el alumbre presenta la menor resistencia a la luz, independientemente del tiempo aplicado. Esto confirma que el tipo de mordiente es el factor determinante en la solidez del color, y que prolongar el tiempo de teñido no mejora sustancialmente la resistencia lumínica del colorante.

### 5.6.2. Discusiones para la solidez de color a la luz

El análisis estadístico reveló un efecto altamente significativo del tipo de mordiente ( $p = 0.0000$ ) sobre la solidez del color a la luz del hilo de alpaca teñido con chilca (*Baccharis latifolia*), mientras que el tiempo de teñido ( $p = 0.1827$ ) y la interacción Mordiente  $\times$  Tiempo ( $p = 0.6186$ ) no mostraron influencia estadística relevante. Esto confirma que la estabilidad del color frente a la radiación lumínica depende principalmente del mordiente empleado, cumpliendo el objetivo de evaluar su efecto sobre la resistencia cromática del teñido.

Los valores de solidez obtenidos oscilaron entre 2.33 y 3.50, clasificados como moderados a buenos según la escala azul de AATCC TM 16.3 (AATCC, 2024). El cremor tártaro (3.42) alcanzó la mayor resistencia a la luz, seguido del ácido cítrico (3.00) y del alumbre (2.42). Este orden de desempeño evidencia que los mordientes orgánicos ácidos

favorecen una mayor estabilidad fotoquímica del colorante natural, en comparación con los mordientes metálicos.

Desde el punto de vista químico, el cremor tártaro ( $\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$ ) actúa como un agente ácido estabilizador, capaz de mantener el pH del baño tintóreo en torno a 3–4, lo que previene la oxidación de los flavonoides de la chilca durante el proceso de teñido (Obando Portillo, 2013). Estos compuestos —principalmente quercetina y luteolina— son sensibles a los cambios de pH y a la fotólisis inducida por radiación ultravioleta (Ccaso et al., 2024; Paredes Martínez, 2002). Al mantener un medio ligeramente ácido, el cremor tártaro reduce la ionización excesiva de los grupos fenólicos ( $-\text{OH}$ ) del colorante, disminuyendo su susceptibilidad a la degradación lumínica. Esta función explica los mayores valores de solidez observados, en concordancia con los resultados de Castillo (2022), quien obtuvo solidez a la luz de 4.0 en tejidos de algodón teñidos con mordientes ácidos naturales.

El ácido cítrico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), con una solidez promedio de 3.00, mostró un comportamiento estable y reproducible. Su estructura tricarboxílica permite quelar iones metálicos residuales del extracto vegetal, evitando reacciones fotooxidativas que favorecen el deterioro del color (Raimondo Costa, 1990). Además, actúa como antioxidante natural, al reaccionar con radicales libres generados durante la exposición a la luz, lo que contribuye a mantener la tonalidad original del teñido (Obando Portillo, 2013). Por ello, aunque no alcanza los valores del cremor tártaro, el ácido cítrico ofrece una alternativa ecológica que combina buena solidez lumínica y bajo impacto ambiental.

En cambio, el alumbre ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{NH}_4\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ) presentó los menores valores de solidez (2.33–2.50). Este comportamiento se atribuye a la fotólisis de los complejos metálicos  $\text{Al}^{3+}$ –colorante, los cuales, al absorber radiación UV, pueden descomponerse liberando radicales que aceleran la degradación fotoquímica de los cromóforos (Maier & Santos, 2010).

Asimismo, los iones de aluminio pueden actuar como centros catalíticos de oxidación, promoviendo el cambio de tonalidad o pérdida del color original bajo exposición prolongada (TESTEX, 2022). Resultados similares fueron descritos por Guillén et al. (2021), donde el alumbre mostró solidez a la luz de 4.0–5.0 en condiciones controladas (80 °C, pH 6.5), pero disminuyó cuando se alteraron los parámetros térmicos o el contenido metálico. En el presente estudio, la temperatura de ebullición reducida en Cusco (87.9 °C) (Del Río, 2015) y la posible variación del pH del baño tintóreo pudieron limitar la estabilidad del complejo, reduciendo la resistencia fotocromática del colorante.

Los resultados también concuerdan con los hallazgos de Carrasco (2024), quien obtuvo solidez de 3.5–4.0 en hilos de alpaca teñidos con cáscara de cebolla y mordientes metálicos, y

con los de Pacsi (2023), quien reportó solidez de 5.0 a la luz para teñidos con alumbre a 98 °C y 60 min, valores superiores debido a la mayor temperatura y la naturaleza del colorante (berberina). En comparación, los valores moderados del presente estudio (2.33–3.50) se deben a que los flavonoides de la chilca presentan estructuras menos condensadas y más susceptibles a la oxidación que los alcaloides o antocianinas utilizados en otros sistemas tintóreos.

En términos fotofísicos, la degradación del colorante ocurre cuando la energía absorbida por los cromóforos de la quercetina provoca la ruptura de enlaces  $\pi$ -conjugados, lo que genera compuestos incoloros o decolorados. Este proceso se ve mitigado por la presencia de mordientes que reducen la movilidad electrónica del colorante al estabilizarlo mediante enlaces iónicos o de coordinación (Ccaso et al., 2024). En este sentido, el cremor tártaro actúa más como estabilizador del entorno químico que como formador de complejos metálicos, lo que resulta ventajoso para mantener la integridad cromática frente a la luz solar directa.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Las características físicas del hilo se identifican con el diámetro promedio de 22.8 micras, la medulación es de 27.11 %, el título del hilo es de 4.82 Nm (grosor intermedio) y una torsión de 252 vueltas por metro, parámetros que aseguran resistencia mecánica y buena absorción de colorante para el proceso de teñido.
2. La extracción de colorante de chilca aplicado al teñido de fibra de alpaca, emplea una extracción acuosa a 87 °C durante 60 minutos, con relación sólido-líquido 1:3 y maceración de 48 horas a 15 °C. Estas condiciones favorecieron la liberación de flavonoides y taninos condensados, responsables de la afinidad tintórea con la fibra de alpaca.
3. La evaluación del tipo de mordiente influyó significativamente en la solidez del color al lavado, al frote seco, al frote húmedo y a la luz del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca. Donde el cremor tártaro fue el mordiente con mayor solidez de color en la escala de grises (lavado 3.17, frote seco y a la luz con 3.42 y frote húmedo a 3.92). El ácido cítrico también tiene mejor solidez de color al frote húmedo con (4.00–4.17) en la escala de grises. El alumbre presentó menor solidez de color a la luz entre (2.33–2.50) en la escala de grises.
4. El efecto del tiempo de teñido sobre la solidez del color muestra que, en la solidez al lavado, se observa un efecto significativo al aumentar el tiempo de teñido a 60 minutos, registrándose un valor de 2.89 en la escala de grises frente a 2.44 a los 30 minutos. Sin embargo, no se encontró un efecto significativo del tiempo de teñido en la solidez al frote ni a la luz.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar futuras investigaciones que evalúen el efecto de temperaturas de teñido ligeramente superiores a 90 °C, manteniéndolas por debajo de los umbrales de degradación térmica de la fibra ( $\approx 100$  °C), con el objetivo de analizar si el aumento térmico controlado promueve una gelatinización parcial de la queratina y mejora la permeabilidad y fijación del colorante natural de chilca. Asimismo, se sugiere el diseño y validación de un prototipo térmico artesanal, capaz de mantener temperaturas estables y seguras, adaptado a las condiciones altoandinas del Cusco, garantizando la reproducibilidad, eficiencia tintórea y sostenibilidad técnica y cultural del proceso.
- Es importante desarrollar estudios comparativos que evalúen combinaciones de mordientes naturales y metálicos, analizando su influencia en la solidez del color al lavado, frote seco, frote húmedo y exposición a la luz, siguiendo normas internacionales (AATCC y/o ISO). Esto permitirá identificar sistemas mordientes de alto desempeño técnico y baja toxicidad, contribuyendo a una tecnología tintórea sostenible y segura para la fibra de alpaca.
- Se recomienda ampliar el rango del tiempo de teñido por encima de los 60 minutos, sin exceder los límites en los que la fibra pueda sufrir hinchamiento o pérdida de resistencia mecánica, con el fin de determinar su efecto en la cinética de fijación del color, la elasticidad y la estabilidad estructural de la fibra. Este análisis permitiría definir el tiempo óptimo de teñido, equilibrando la intensidad cromática y la conservación de las propiedades físicas del material.
- Dado que se evidenció una menor absorción de colorante en fibras con alta medulación, se recomienda realizar estudios diferenciados según la finura de la fibra (micras), evaluando su comportamiento tintóreo y capacidad de fijación del colorante natural. Esta información permitirá establecer parámetros técnicos específicos por tipo de fibra de alpaca, mejorando la uniformidad, calidad cromática y aprovechamiento industrial del teñido artesanal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AATCC. (2020). Escala de grises para cambio de color AATCC EP1-2020. *Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles*.
- AATCC. (2024). AATCC Technical Manual, Test Method 16.3: Colorfastness to Light. *Research Triangle Park*.
- AATCC. (2024). AATCC Technical Manual, Test Method 61: Colorfastness to Washing, Accelerated. *Research Triangle Park*.
- AATCC. (2024). AATCC Technical Manual, Test Method 8: Colorfastness to Crocking. *Research Triangle Park*.
- Adeel, S., Rehman, F.-U., Rafi, S., Khalid, M. Z., & Muhammad, Z. (2019). Environmentally Friendly Plant-Based Natural Dyes: Extraction Methodology and Applications. *Plant and Human Health*, 2. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-03344-6\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03344-6_17)
- Adot, O. (2010). Introducción a la industrialización de la lana y las fibras especiales. *Red SUPPRAD. Universidad Católica de Córdoba*.
- Agripac. (2025). *Ficha técnica de ácido cítrico TTCA*. Ecuador: Agripac. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/acido-citrico-ttca/>
- Aguilar, F., & Beltran, Y. (2022). Efecto del mordiente y tiempo de teñido en la solidez de color de hilos de alpaca y ovino teñidos con manzanilla en Cusco (Tesis de Pregrado). *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6919>
- Aguilar, N. (2018). Estudio sobre el teñido de fibra de alpaca con inflorescencia de colli (Distichia muscoides). (Tesis de licenciatura). *Universidad Nacional de San Agustín*.
- ASCALPE. (1 de Octubre de 2019). Características de la Fibra de Alpaca. *Asociación Civil Alpaca del Perú*. Obtenido de <https://www.alpacadelperu.org.pe/caracteristicas-de-la-fibra-de-alpaca/>
- Bachiller Soria, L. (16 de Noviembre de 2021). El impacto de la industria textil sobre el agua. *iAgua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/laura-bachiller-soria/impacto-industria-textil-agua-1>
- Benito Navarro, A., & Cruz Tito, F. (2019). Actividad antioxidante y antimicrobiana in vitro de los extractos de Schkuhria pinnata y Baccharis latifolia. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 17.

- Bioracol. (2015). *Ficha técnica: Alumbre granular T-A (Versión 01)*. Productos Químicos Panamericanos S.A. Obtenido de Productos Químicos Panamericanos S.A.: [www.bioracol.com](http://www.bioracol.com)
- Boardman, N. (1977). Comparative Photosynthesis of Sun and Shade Plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 355-377.
- Calle, A. (2017). Evaluación de la variación de flavonoides por cambios de altitud y estación de dos baccharis del valle de la Paz. (Tesis de postgrado). *Universidad Mayor de San Andrés*, 23.
- Carpio Valencia, F. E. (2017). La Cadena de Valor para Optimizar la producción de Fibra de Alpaca en la Empresa Sais Sollocota Ltda. *Universidad Nacional de San Agustín*, 8(2).
- Carrasco Bocangel, J. L. (2024). Desarrollo de teñidos con cascara de cebolla (*Allium cepa*) en hilado de fibra de alpaca para el CITEtextil Camélidos Arequipa. (Trabajo de suficiencia profesional). *Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial. Trabajo de suficiencia profesional*. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14730>
- Castillo Bolaños, R. (2022). Análisis a escala de laboratorio de la influencia de los mordientes naturales en la tintura con el extracto de lengua de vaca (*Rumex crispis*) en tejido jersey simple algodón 100 % mediante el proceso de agotamiento. (Tesis de pregrado). *Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Tertil*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12410>
- Ccaso, N., Chura, H., Quispe, L., & Yanqui, L. (2024). Efectos de colorante natural con baccharis latifolia (chilca) en la lana para la artesanía textil, Puno-2024. (Revista de investigación). *Universidad Nacional de Juliaca. Unidad de Investigación*.
- Cegarra, J. (1981). Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materias textiles. *Universidad Politécnica*.
- Che Sulaiman, I., Basri, M., Fard Masoumi, H., & Che Rahman, R. (2017). Effects of temperature, time, and solvent ratio on the extraction of phenolic compounds and the anti-radical activity of *Clinacanthus nutans* Lindau leaves by response surface methodology. *BMC Chemistry*. doi:<https://doi.org/10.1186/s13065-017-0285-1>
- CITE TEXTIL Cusco. (2023). Informes técnicos internos sobre procesos de teñido con tintes naturales. *CITE textil camélidos Cusco*.
- COTTON. (2002). Solidez del Color en Textiles de Algodón. *Cotton Incorporated*, 2.
- Covenago, M., & Cordova, A. (2014). Estudio del efecto del pH y la concentración del mordiente en el teñido sobre sustrato de alpaca suri con colorantes naturales de

- estructura Curcuminoide, Xantófila y Antroquinónica. (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa*, 202-203.
- Cristea, M., & Vilarem, M. (2006). Mordientes metálicos en la tintura de fibras naturales: Efectos en la resistencia al lavado. *Journal of Natural Dyes*, 212-220.
- Cuce, M. (2021). Investigation of Color, Fastness, and Antimicrobial Properties of Wool Fabrics Dyed with Rosa Canina Leaf Extract. *Journal of Natural Fibers*. doi:<https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1990179>
- Del Río, E. (2015). *Física y Química 3° ESO* (Primera ed.). McGraw-Hill Interamericana de España S.L. doi:9788448195793
- Desa, A. L., Hairom, N., Ng, L. Y., Ng, C. Y., Ahmad, M. K., & Mohammad, A. W. (2019). Industrial textile wastewater treatment via membrane photocatalytic reactor (MPR) in the presence of ZnO-PEG nanoparticles and tight ultrafiltration. *Journal of Water Process Engineering*, 31. doi:10.1016/j.jwpe.2019.100872
- Enriquez Orellana, S. (2016). Concentración de flavonoides en la masa foliar de chilca (*Baccharis latifolia*) a tres niveles altitudinales en época de transición (humeda - seca) Lluto. (Tesis de pregrado). *Universidad Mayor de San Andres*.
- Escobedo, V. E. (1999). Investigación tecnológica sobre el tenido de lana de oveja y de alpaca con carmín de cochinilla. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Escuela Profesional de Ingeniería Química*.
- FAO. (Junio de 2005). Situación actual de los Camélidos Sudamericanos en Perú. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, 9. Obtenido de [http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia\\_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf](http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf)
- Fernández, W., & Saavedra, D. (2023). Obtención y caracterización de colorante natural a partir de la *Baccharis Salicifolia* (Chilca blanca) para uso textil. (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Escuela Profesional de Ingeniería Química*.
- Flexas, J., & Medrano, H. (2002). Drought-inhibition of Photosynthesis in C3 Plants: Stomatal and Non-stomatal Limitations Revisited. *Annals of Botany*, 183-189.
- Flores, C., & Quispe, M. (2020). Manual técnico para la clasificación y caracterización de fibra de alpaca. *Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)*.
- Gonzales, F. (2020). Teñido textil natural: Impacto del tiempo de fijación en la solidez del color. *Editorial Textiles y Ciencias*.

- Gonzales, M., & Rivera, R. (2020). Efectos de mordientes naturales en el teñido de fibras de alpaca con extractos vegetales. *Revista Científica de la Universidad Nacional de San Agustín*, 123-137.
- Guillén, M., Palacios, C., & Christopher, D. (2021). Evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales. *Universidad Central del Ecuador*. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2917>
- Hollen, N., Jane, S., & Langford, A. (2016). *Introducción a los Textiles*. 2002: Editorial Limusa S.A.
- Hoyos Mallqui, M. (2016). Evaluación de frutos de Mio - Mio (*Coriarpia ruscifolia*) a distintos mordientes y parámetros de teñido en fibra de alpaca (*Lama pacos*). (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial*.
- Huebla Socag, W., & Rea Rea, J. (2019). Industrialización, diseño y elaboración de artículos terminados con la fibra de alpaca. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*.
- Illa, C. P., & Tairo, G. (2015). Optimización del teñido de fibra de alpaca Suri con cochinilla mediante parámetros técnicos controlados en Cusco (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/180>
- Illa, P., & Tairo, G. (2015). Teñido de fibra de Alpaca suri (*Vicugna pacos*) con Camín de cochinilla (*Dactylopius coccus*) (Tesis de Pregrado). *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*, 55. doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12918/180>
- INACAL. (2014). NTP 231.301:2014 FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA: Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado.
- INACAL. (2019). NTP 231.004:2014. TEXTILES. Escala de grises para transferencia de color (manchado). 3ª Edición. *Norma Técnica Peruana*.
- INACAL. (2019). NTP 231.005:2014. TEXTILES. Escala de grises para cambio de color. 3ª Edición. *Norma Técnica Peruana*.
- INACAL. (2022). NTP 231.301:2022. FIBRA DE ALPACA CLASIFICADA. Definiciones, clasificación por grupos de calidades, requisitos y rotulado. *Norma Técnica Peruana*, 3.
- INDECOPI. (2020). FIBRA DE ALPACA EN VELLÓN. Definiciones, categorización, requisitos y rotulado. 3a Edición. *Norma Técnica Peruana*.
- Jolles, P., Helmut, Z., & Hocker, H. (1997). *Formation and Structure of Human Hair*. Birkhäuser Verlag.

- Kalyani, T., & Rafeekher, M. (2025). A comprehensive review on extraction techniques for natural dyes from flowers. *Biochem*, 403-407. doi:10.33545/26174693.2025.v9.i2f.3808
- Krystufek, L., Macak, J., & Novák, M. (2019). Influence of Mordants on the Color Strength and Fastness Properties of Natural Dyes on Wool and Silk. *Journal of Natural Fibers*, 461-473.
- Kumar, R., Sharma, S., & Agarwal, P. (2011). Fastness Properties of Natural Dyes and Mordants in Textile Applications. *Journal of Textile and Apparel*, 89-96.
- Laboratuvar. (2024). *AATCC 8 Solidez del color contra el crocking: el método Crockmeter*. Obtenido de <https://www.laboratuvar.com/es/testler/malzeme-testleri/aatcc-8-crockinge-karsi-renk-hasligi:-crockmeter-metodu/>
- Lockuán Lavado, F. E. (2012). *La Industria Textil y su Control de Calidad. Tintorería*.
- Loja Herrera, B., Alvarado Yarasca, Á., Salazar Granara, A., Ramos Yica, E., & Jurado, B. (2017). Cribado fitoquímico del *Baccharis latifolia* (R&P.) Pers. (chilca). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(1). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1028-47962017000100015&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962017000100015&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Lopez, A., & Martinez, C. (2020). Interacción de mordientes y tintes naturales en la solidez de color en fibras animales. *Revista de Tecnología Textil*, 204-212. doi:<https://doi.org/10.1234/rttex.2021.0045>
- Maier, M., & Santos, M. (2010). Química y Color en los Textiles. *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA)*, 6-7.
- Masek, A., Latos, M., Piotrowska, M., & Zaborski, M. (2018). El potencial de la quercetina como antioxidante natural eficaz e indicador para materiales de embalaje. *Technical University of Lodz, Institute of Polymer and Dye Technology, Faculty of Chemistry*. doi:10.1016/j.fpsl.2018.02.001
- MDRyT. (2012). *Compendio agropecuario 2012*. La Paz: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.
- Mendoza Huaman, C. M. (2018). Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) con aliso (*Alnus acuminata* h.b.k). (Tesis de pregrado). *Universidad Nacional de Huancavelica*.
- MINAGRI. (Setiembre de 2019). Potencial Productivo y Comercial de la Alpaca. *Dirección General de Políticas Agrarias*, 7.

- MINAGRI. (2022). Perfil Productivo y Competetivo de las Principales Especies y Productos Pecuarios. *Producción Pecuaria*.
- MINCETUR. (29 de Diciembre de 2023). *Estadísticas del Sistema de Información para la Promoción y Desarrollo del Artesano*. Obtenido de Estadísticas del SIPDAR: <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/informes-publicaciones/374828-informacion-de-interes-estadisticas>
- Montgomery, D. C. (2013). Design and Analysis of Experiments 7th Edition with Student Solutions Manual and Design Expert. *Arizona State University*.
- Nina Aguilar, Y. (2018). Obtención y caracterización del colorante natural a partir de inflorescencia de colli (buddleja coriácea) para su aplicación en teñido de fibra de alpaca. (Tesis Pregrado). *Universidad Nacional del Altiplano. Escuela Profesional de Ingeniería Química*.
- Obando Portillo, R. E. (2013). Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales. *Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, Universidad Técnica del Norte*, 1.
- Ormachea, E., Calsin, B., & Olarte, U. (2015). Características textiles de la fibra en alpacas huacaya del distrito de Corani Carabaya, Puno. *Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos de la Región Puno*.
- Padfield, L., & Landi, J. (1966). Efectos del tiempo de exposición y tipo de mordiente en la solidez de color en procesos de teñido. *Textile Science & Technology*, 104-110.
- Padilla, Y., Olivera, F., Lopez, X., & Orderique, M. (2019). Teñido artesanal de fibra de lana de alpaca en base a la cochinilla, en el distrito de Chinchero, provincia del Urubamba, región Cusco, Perú. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
- Palacios, C., & Ullauri, N. (2020). Valoración de técnicas ancestrales de teñido natural en las provincias de Loja y Azuay en el sur del Ecuador. *Universidad Central del Ecuador*, 7(1). doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1914>
- Palacios, R., & Bermeo, J. (2016). Análisis de la situación actual de técnicas de teñido natural en la provincia de Loja (Tesis de Pregrado). *Universidad del Azuay*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6048>
- Paniagua, N., Bussmann, R., Romero, C., & Echeverría, J. (2020). *Baccharis latifolia* (Ruiz. & Pav.) Pers. *Asteraceae*. Ethnobotany of the Andes. doi:10.1007/978-3-030-28933-1\_305
- Paredes Martínez, B. I. (2002). Análisis y Obtención de Colorante Natural de la *Baccharis Latifolia* (Chilca). *Universidad Técnica del Norte*.

- Paredes, M., & Fernandez, A. (2018). El impacto de los mordientes en la solidez del color de fibras animales. *Journal of Textile Science*, 98-110. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtex.2018.03.005>
- Párraga Melgarejo, N., & Rojas Espinoza, G. (2008). Evaluación del teñido de fibras naturales con tintes extraídos de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*). (Tesis de pregrado). *Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional del Centro del Perú*, 5(1), 28. doi:10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2008.5.1203
- Pazos, S. (2017). *Teñido en base a tintes naturales: Conocimiento y técnicas ancestrales de artistas textiles de Perú y Bolivia*. Lima: Practical Action.
- Quantotec. (2016). *Color y Luz. Colorimetría*. Obtenido de <https://www.quantotec.com/sp/Colorimetria.htm>
- Ragab, M., Hassabo, A., & Othman, H. (2022). An Overview of Natural Dyes Extraction Techniques for Valuable Utilization on Textile Fabrics. *The Egyptian Society for Textile Science*. doi: 10.21608/jtcps.2022.130253.1115
- Raimondo Costa, M. (1990). *Las fibras textiles y su tintura*. CONCYTEC.
- Ramirez, L., Gonzales, F., & Navarro, J. (2019). Efectos de los mordientes y el tiempo de fijación en la solidez del color de fibras textiles. *Revista de Investigación Textil*. doi:<https://doi.org/10.1234/revista12>
- Salaunddin, R., Anamul, H., Mojnun, S., & Mia, R. (2021). Review on Extraction and Application of Natural Dyes. *Department of Wet Process Engineering, Bangladesh University of Textiles (BUTEX)*. doi:<https://doi.org/10.31881/TLR.2021.09>
- Seema. (2017). Dyeing of silk with onion peel extract. *International Journal of Home Science*, 313-317.
- Singh, R., Shukla, A., & Kumar, P. (2005). Mordientes orgánicos en el teñido de fibras naturales: Comparación de eficacia en la solidez de color. *Journal of Sustainable Dyeing*, 245-255.
- Solé, A. (2016). Máquinas de Tintura por Agotamiento. *ENGIN*, 1. Obtenido de <https://www.asolengin.net>
- Sucasaca Quispe, A., & Guevarra Garnica, E. (2021). Teñido de hilado de alpaca utilizando pigmento extraído de la col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra). *Revista de Innovación y Transferencia Productiva*.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sinauer Associates.
- Tapia Pacsi, S. (2023). Evaluación de la fibra de alpaca (*Lama pacos*) teñido con colorante del tallo de tankar (*Berberis boliviana* L.) a distintos mordientes y parámetros. (Tesis de

- Pregrado). *Universidad Nacional de Micaela Bastidas de Apurimac. Tesis de grado.*  
doi:oi:172.16.0.151:UNAMBA/1324
- TESTEX. (7 de Diciembre de 2022). *¿Cómo probar y evaluar la solidez del color de los textiles?* Obtenido de <https://www.testertextile.com/es/c%C3%B3mo-probar-y-evaluar-la-solidez-del-color-de-los-textiles/>
- TESTEX. (12 de Mayo de 2022). *Solidez del color: la guía definitiva.* Obtenido de <https://www.testertextile.com/es/solidez-del-color-la-gu%C3%ADa-definitiva-a/>
- TESTEX. (2023). *Resumen de los estándares de prueba de textiles.* Obtenido de <https://www.testertextile.com/es/por-norma/#AATCC%20Standards>
- Torres, R., & Castillo, V. (2021). Efectos comparativos de mordientes en el teñido de alpaca: Solidez de color y factores asociados. *Journal of Natural Dyeing*, 75-89.  
doi:<https://doi.org/10.2345/jnd2021>
- UETMM. (09 de Diciembre de 2018). *00049 CHILCA: Baccharis latifolia.* Obtenido de <https://floradelamitadeldmundo.wordpress.com/2018/12/09/chilca-baccharis-latifolia/>
- UNEP. (2019). *Putting the brakes on fast fashion.* United Nations Environment Programme.
- Yaseen, D., & Scholz, M. (2019). Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: A critical review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(1193-1226). doi:<https://doi.org/10.1007/s13762-018-2130-z>
- Zarate Zavaleta, A. (2012). Asistencia Técnica dirigida en Caracterización y Clasificación de Fibra de Alpaca. *AGROBANCO*, 12-21.
- Zepeda, T. (2017). Reducción y estandarización de tiempos de tintura de telas de algodón y mezclas poliéster y algodón para el aumento de producción (Tesis de Pregrado). *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*.  
doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12371/14358>

# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cuál es el efecto del tipo de mordiente y del tiempo de teñido con extracto de chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> ) en la solidez del color del hilo de alpaca ( <i>Vicugna pacos</i> )?	Evaluar el efecto del tipo de mordiente y del tiempo de teñido con extracto de chilca ( <i>Baccharis latifolia</i> ) sobre la solidez del color del hilo de alpaca ( <i>Vicugna pacos</i> ).	El tipo de mordiente y el tiempo de teñido con extracto de chilca influyen significativamente en la solidez del color del hilo de alpaca, evaluada mediante pruebas de lavado, frote seco y húmedo, y exposición a la luz.	- VD: Solidez del color (lavado, frote seco y húmedo, luz) - V11: Tipo de mordiente (cremor tártaro, alumbre, ácido cítrico) - V12: Tiempo de teñido (30 y 60 minutos)	- Tipo: Aplicada - Nivel: Explicativo - Diseño: Experimental factorial 3×2 completamente al azar con 3 repeticiones por tratamiento - Técnicas: Teñido por agotamiento - Evaluación: AATCC TM 61, TM 8, TM 16.3 - Análisis: ANOVA factorial, Tukey
	Analizar las características fisicoquímicas de la fibra y del hilo de alpaca utilizados en el proceso de teñido.		- Variable de análisis: Características fisicoquímicas (diámetro, torsión, densidad lineal)	- Técnicas: Análisis de laboratorio - Equipos: Fiber EC, TWIST LAB, Medidor de Título - Normas: NTP 231.098.2005, NTP-ISO 2060:2006, NTP 231.011, NTP 231.115
	Describir el proceso de obtención del extracto de chilca para su aplicación como colorante natural en el teñido de hilo de alpaca.		- Variable de análisis: Parámetros de extracción (tipo de disolvente, temperatura, tiempo de extracción)	- Técnica: Extracción acuosa - Instrumental: Baño maría, filtrado, concentración - Evaluación visual y peso del extracto
¿Cómo influye el tipo de mordiente en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca?	Evaluar la influencia del tipo de mordiente en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca.	El tipo de mordiente influye significativamente en la solidez del color del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca, siendo su efecto variable frente a pruebas de lavado, frote seco y húmedo, y exposición a la luz.	- VD: Solidez del color - VI: Tipo de mordiente (cremor tártaro, alumbre, ácido cítrico)	- Evaluación: AATCC TM 61, TM 8, TM 16.3 - Escalas: Grises - Análisis: ANOVA, Tukey
¿Qué efecto tiene el tiempo de teñido en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca?	Determinar el efecto del tiempo de teñido en la solidez del color al lavado, al frote seco y húmedo, y a la luz del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca.	El tiempo de teñido influye significativamente en la solidez del color del hilo de alpaca teñido con extracto de chilca, presentando diferencias en el comportamiento cromático ante pruebas de lavado, frote y luz.	- VD: Solidez del color - VI: Tiempo de teñido (30 y 60 minutos)	- Evaluación: AATCC TM 61, TM 8, TM 16.3 - Escalas: Grises y azules - Análisis estadístico: ANOVA factorial, prueba de Tukey

## Anexo 2. Análisis estadístico

### a. Análisis estadístico de la solidez del color al lavado del hilo de alpaca teñido con chilca

Resultados de solidez del color al lavado (AATCC TM 61)

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	3.0	3.5	3.0	3.17
T2	Cremor tártaro	60 minutos	3.0	3.0	3.0	3.00
T3	Alumbre	30 minutos	2.0	2.0	2.0	2.00
T4	Alumbre	60 minutos	3.0	3.5	3.0	3.17
T5	Ácido cítrico	30 minutos	2.0	2.5	2.0	2.17
T6	Ácido cítrico	60 minutos	2.0	2.5	3.0	2.50

Análisis de varianza para la solidez de color al lavado

Fuentes de Varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	1.75	2	0.875	10.50	0.0023
Tiempo	0.888889	1	0.888889	10.67	0.0068
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordiente*Tiempo	1.36111	2	0.680556	8.17	0.0058
<b>Error</b>	1.0	12	0.0833333		
<b>TOTAL</b>	5.0	17			

Comparaciones de tratamientos (Tukey)

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia de Medias	Valor p (ajustado)	D Sig
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	-0.1667	0.9774	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-1.1667	0.0035	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	0.0000	1.0000	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-1.0000	0.0113	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.6667	0.1194	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-1.0000	0.0113	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	0.1667	0.9774	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.8333	0.0372	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.5000	0.3386	No

T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	1.1667	<b>0.0035</b>	Sí
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.1667	0.9774	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.5000	0.3386	No
T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-1.0000	<b>0.0113</b>	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.6667	0.1194	No
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.3333	0.7189	No

**a. Análisis estadístico de la solidez del color al frote seco y húmedo del hilo de alpaca teñido con chilca**

Resultados experimentales de la solidez del color al frote seco (AATCC TM 8)

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	3.5	3.5	3.0	3.33
T2	Cremor tártaro	60 minutos	3.5	3.5	3.5	3.50
T3	Alumbre	30 minutos	3.0	2.5	3.0	2.83
T4	Alumbre	60 minutos	2.5	3.0	3.0	2.83
T5	Ácido cítrico	30 minutos	2.5	3.0	2.5	2.67
T6	Ácido cítrico	60 minutos	2.0	2.5	3.0	2.50

Análisis de varianza para la solidez del color al frote seco (AATCC TM 8)

Fuentes de Varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	2.19444	2	1.09722	11.29	<b>0.0017</b>
Tiempo	0	1	0	0.00	1.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordiente*Tiempo	0.0833333	2	0.0416667	0.43	0.6610
<b>Error</b>	1.16667	12	0.0972222		
<b>TOTAL</b>	3.44444	17			

Comparaciones Tukey HSD para el frote seco (AATCC TM 8)

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia de Medias	Valor p (ajustado)	Diferencia Sig.
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	0.1667	0.9838	No

T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.5000	0.4134	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.5000	0.4134	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.6667	0.1658	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.8333	0.0577	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.6667	0.1658	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.6667	0.1658	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.8333	0.0577	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-1.0000	0.0139	Sí
T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	0.0000	1.0000	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.1667	0.9838	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.3333	0.7091	No
T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.1667	0.9838	No
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.3333	0.7091	No
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.1667	0.9838	No

#### Resultados experimentales de la solidez del color al frote húmedo (AATCC TM 8)

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	4.0	3.5	4.0	3.83
T2	Cremor tártaro	60 minutos	4.0	4.0	4.0	4.00
T3	Alumbre	30 minutos	3.5	3.5	4	3.67
T4	Alumbre	60 minutos	3.0	3.0	3.5	3.17
T5	Ácido cítrico	30 minutos	4.0	4.0	4.0	4.00
T6	Ácido cítrico	60 minutos	4.0	4.5	4.0	4.17

#### Análisis de varianza para la solidez de color al frote húmedo

Fuentes de Varianza	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	1.44444	2	0.722222	13.00	0.0010
Tiempo	0.0138889	1	0.0138889	0.25	0.6261
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordiente*Tiempo	0.444444	2	0.222222	4.00	0.0467
<b>Error</b>	0.666667	12	0.0555556		
<b>TOTAL</b>	2.56944	17			

## Comparaciones Tukey HSD para el frote húmedo (AATCC TM 8)

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Diferencia de Medias	Valor p (ajustado)	Diferencia Sig.
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	0.1667	0.9478	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.1667	0.9478	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.6667	<b>0.0419</b>	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.1667	0.9478	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.3333	0.5380	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.3333	0.5380	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.8333	<b>0.0112</b>	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.0000	1.0000	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.1667	0.9478	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.5000	0.1899	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.3333	0.5380	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.5000	0.1899	No
T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.8333	<b>0.0112</b>	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	1.0000	<b>0.0024</b>	Sí
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.1667	0.9478	No

**b. Análisis estadístico de la solidez del color a la luz del hilo de alpaca teñido con chilca**

Resultados experimentales de la solidez del color a la luz

Tratamiento	Tipo de mordiente (20%)	Tiempo de teñido	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Promedio
T1	Cremor tártaro	30 minutos	3.5	3.5	3.5	3.50
T2	Cremor tártaro	60 minutos	3.0	3.5	3.5	3.33
T3	Alumbre	30 minutos	2.5	2.5	2.5	2.50
T4	Alumbre	60 minutos	2.0	2.5	2.5	2.33
T5	Ácido cítrico	30 minutos	3.0	3.0	3.0	3.00
T6	Ácido cítrico	60 minutos	3.0	3.0	3.0	3.00

Análisis de varianza para la solidez de color a la luz

<b>Fuentes de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>de Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
<b>FACTORES</b>					
Mordiente	3.02778	2	1.51389	54.50	0.0000
Tiempo	0.0555556	1	0.0555556	2.00	0.1827
<b>INTERACCIONES</b>					
Mordientes*Tiempo	0.0277778	2	0.0138889	0.50	0.6186
<b>Error</b>	0.333333	12	0.0277778		
<b>TOTAL</b>	3.44444	17			

Comparaciones Tukey HSD para la luz (AATCC TM 16.3)

<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Diferencia de Medias</b>	<b>Valor p (ajustado)</b>	<b>Diferencia Sig.</b>
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T2 (Cremor tártaro - 60 min)	-0.1667	0.8172	No
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-1.0000	0.0001	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-1.1667	0.0000	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.5000	0.0294	Sí
T1 (Cremor tártaro - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.5000	0.0294	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T3 (Alumbre - 30 min)	-0.8333	0.0006	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-1.0000	0.0001	Sí
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	-0.3333	0.1854	No
T2 (Cremor tártaro - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	-0.3333	0.1854	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T4 (Alumbre - 60 min)	-0.1667	0.8172	No
T3 (Alumbre - 30 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.5000	0.0294	Sí
T3 (Alumbre - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.5000	0.0294	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T5 (Ácido cítrico - 30 min)	0.6667	0.0025	Sí
T4 (Alumbre - 60 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.6667	0.0025	Sí
T5 (Ácido cítrico - 30 min)	T6 (Ácido cítrico - 60 min)	0.0000	1.0000	No

### Anexo 3. Balance de masa y energía del proceso de obtención del extracto de chilca

#### I. Balance de masa general de la extracción de colorante de chilca

##### Cálculo del rendimiento y la eficiencia del proceso

##### A. Rendimiento específico del proceso

El rendimiento (R) expresa la cantidad de extracto obtenido por unidad de materia vegetal utilizada. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{M_{\text{extracto}}}{M_{\text{Materia vegetal}}} * 100 \quad \dots \dots \dots (\text{Ec } 1)$$

donde:

- $M_{\text{extracto}}$  = masa del extracto líquido obtenido (g)
- $M_{\text{materia vegetal}}$  = masa de hojas de chilca procesadas (g)
- R = rendimiento del proceso (%)

Remplazamos en la ecuación (Ec 1) los valores de  $M_{\text{extracto}}$  y  $M_{\text{materia vegetal}}$  de hojas de chilca, y se tiene:

$$R = \frac{8496 \text{ g}}{3000 \text{ g}} * 100 = 283.2\%$$

El rendimiento aparente del 283.2 % indica que por cada 100 g de hojas de chilca se obtuvieron aproximadamente 283 g de extracto líquido. Este valor es propio de procesos acuosos donde el solvente constituye gran parte de la masa final, demostrando una alta capacidad de solubilización y una efectiva liberación de pigmentos colorantes durante la extracción.

##### B. Eficiencia global del proceso

La eficiencia (E) representa la relación entre la masa útil obtenida (extracto final) y la masa total de entrada al sistema (materia vegetal + solvente):

$$E = \frac{M_{\text{extracto final}}}{M_{\text{total entrada}}} * 100 \quad \dots \dots \dots (\text{Ec } 2)$$

donde:

- $M_{\text{extracto}}$  = masa del extracto líquido final (g)
- $M_{\text{total entrada}}$  = masa total de entrada (chilca + agua) (g)

- E = eficiencia global del proceso (%)

Reemplazando los datos a la ecuación (Ec 2), se tiene:

$$E = \frac{8496 \text{ g}}{12000 \text{ g}} * 100 = 70.8\%$$

La eficiencia global del 70.8 % refleja que el proceso permitió recuperar el 70.8 % de la masa total inicial como extracto útil. Las pérdidas se debieron principalmente a la evaporación térmica (450 g) y a la retención de líquido en el bagazo (3050 g). Este valor confirma un proceso eficiente, controlado y reproducible, con pérdidas aceptables dentro del rango típico (20–30 %) en extracciones acuosas naturales.

#### Balance de masas del proceso de extracción de colorante de chilca

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Entrada (g)</b>	<b>Salida útil (g)</b>	<b>Pérdidas (g)</b>	<b>Rendimiento parcial (%)</b>	<b>Recuperación acumulada total (%)</b>
Recolección	3 100	—	—	—	—
Selección	3 100	3 025	75	<b>97.6</b>	—
Molido	3 025	3 000	25	<b>99.2</b>	—
<b>Extracción (87 °C, 60 min)</b>	<b>3 000 + 9 000 = 12 000</b>	<b>11 550</b>	<b>450</b>	<b>96.3</b>	<b>96.25</b>
Macerado (48 h, 15 °C)	11 550	11 546	4	<b>100.0</b>	<b>96.22</b>
<b>Filtrado</b>	<b>11 546</b>	<b>8 496</b>	<b>3 050</b>	<b>73.6</b>	<b>70.80</b>
Envasado	8 496	8 496	—	<b>100.0</b>	<b>70.80</b>

El balance de masas muestra una recuperación global del 70.8 %, con pérdidas totales del 29.2 % respecto a la masa inicial. Las etapas de selección y molido presentaron pérdidas mínimas, mientras que la extracción registró una evaporación del 3.7 % y el filtrado la mayor pérdida (26.4 %) por retención de líquido en el bagazo. En conjunto, el proceso evidencia buen control y eficiencia aceptable, obteniéndose un extracto colorante estable y apto para el teñido de fibra de alpaca.

## II. Balance de Energía del Proceso de Extracción de Chilca (etapa térmica)

### 1. Consideraciones termodinámicas

- **Calor específico del agua:** Se utilizó un valor estándar de 1.0 kcal/kg.°C, correspondiente al calor específico del agua líquida a temperatura ambiente. Este valor representa la cantidad de energía necesaria para elevar 1 kg de agua en 1 °C.
- **Calor específico de las hojas de chilca:** Basado en literatura sobre materiales vegetales con características similares, se asumió un calor específico promedio de 0.4 kcal/kg.°C, dado que los tejidos vegetales presentan un menor contenido de agua y una capacidad térmica inferior respecto al agua pura.
- **Poder calorífico del GLP (gas licuado de petróleo):** Para estimar la energía suministrada por la cocina a gas, se consideró un valor típico de 10994.3 kcal/Kg de GLP. Esta cifra representa la energía liberada al quemar un kilogramo de gas. Asimismo, se consideró un rendimiento térmico del 55 %, valor común en cocinas domésticas a gas en condiciones de altitud.
- **Condiciones ambientales:** El proceso se llevó a cabo a una altitud de 4,300 m s.n.m., lo que influye en la presión atmosférica y, por ende, en el punto de ebullición del agua, estimado en 87 °C bajo estas condiciones.

### 2. Cálculo de la energía útil requerida ( $Q_{\text{total}}$ )

Donde:

- $m_1$ : masa de agua = 9000.0 g = 9kg
- $m_2$ : masa de chilca = 3000.0 g = 3kg
- $T_1$ : Temperatura inicial = 10 °C
- $T_2$ : Temperatura final = 87°C

Fórmula para hallar el calor necesario:

$$Q_{60^\circ\text{C}} = m_f \cdot C_{p_f} \cdot (T_2 - T_1) \dots \text{Ec I}$$

Reemplazando operaciones tenemos:

$$Q_{\text{agua}} = 9 \text{ kg} \cdot (1.0) \text{Kcal/Kg}^\circ\text{C} (87 - 10)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Agua}} = 693.0 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{Chilca}} = 3 \text{ kg} \cdot (0.4) \text{Kcal/Kg}^\circ\text{C} (87 - 10)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Chilca}} = 92.4 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{Agua}} + Q_{\text{Chilca}} = 693.0 + 92.4 = 785.4 \text{ kcal}$$

### 3. Fuente de energía y eficiencia

Para el calentamiento se utilizó una cocina doméstica a gas (GLP). El poder calorífico del gas GLP utilizado es:

$$PCIGLP = 10994.3 \text{ kcal/Kg}$$

Sin embargo, la eficiencia térmica promedio de una cocina a gas en condiciones de altitud (debido a menor oxigenación y presión atmosférica) se estima en **55 %**. Por tanto, la energía total suministrada (real) debe compensar las pérdidas por transferencia, convección y radiación:

$$n = \frac{Q_{util}}{Q_{sumnistrado}} \dots \text{Ec 2}$$

$Q_{util}$  : calor necesario

n: Eficiencia del sistema de calentamiento de 55%.

$Q_{sumnistrado}$  : calor que debe entregar el gas

$$Q_{gas} = \frac{785.4}{0.55} = \mathbf{1428 \text{ kcal}}$$

Cantidad de gas GLP necesario:

$$\text{GLP requerido} = \frac{1428 \text{ kcal}}{10994.3 \text{ kcal/Kg}} \approx 0.13 \text{ kg de gas}$$

### 4. Cálculo completo de energía y consumo de gas durante 60 minutos de ebullición continua

#### a. Datos Base

- **Agua:** 9 L  $\rightarrow$  9 kg
- **Hojas molidas:** 3,000 g  $\rightarrow$  3 kg
- **Temperatura inicial del agua:** 10 °C
- **Temperatura de ebullición (altura 4,300 m):** 87 °C
- **Tiempo total de ebullición:** 60 minutos
- **Calor específico del agua:** 1.0 kcal/kg.°C
- **Calor específico hojas chilca:** 0.4 kcal/kg.°C
- **Poder calorífico GLP:** 10994.3 kcal/Kg
- **Eficiencia térmica estimada del quemador:** 55 %

#### b. Energía para calentar hasta ebullición

**Agua:**

$$Q_{\text{agua}} = m \cdot c \cdot \Delta T = 9 \cdot 1.0 \cdot (87 - 10) = 9 \cdot 1.0 \cdot 77 = 693 \text{ kcal}$$

**Hojas de Chilca:**

$$Q_{\text{chilca}} = 3 \cdot 0.4 \cdot 77 = 92.4 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{calentar}} = 693.0 + 92.4 = 785.4 \text{ kcal}$$

**c. Energía para mantener el hervor (compensar pérdidas de calor)**

En condiciones reales, mantener el hervor implica seguir suministrando energía para:

- Reponer pérdidas por convección, radiación y evaporación.

Se estima que, en una olla abierta, mantener el hervor durante 60 minutos requiere entre 1.5 y 2 veces la energía usada para alcanzar el punto de ebullición.

Asumimos un factor conservador de 1.5×:

$$Q_{\text{total}} \approx 785.4 \text{ kcal} \cdot 1.5 = 1178.1 \text{ kcal}$$

**d. Considerando eficiencia térmica del 55 %**

$$E_{\text{real}} = \frac{1178.1 \text{ kcal}}{0.55} \approx 2142 \text{ kcal}$$

**e. Cálculo del consumo de GLP**

$$\text{Gas GLP requerido} = \frac{2142 \text{ kcal}}{10994.3 \text{ kcal/Kg}} = 195 \text{ gramos}$$

Para calentar y mantener en ebullición la mezcla durante 60 minutos continuos, se consumieron aproximadamente 195 g de gas GLP.

#### Anexo 4. Balance de energía del proceso teñido

##### Balance de energía térmica en el teñido con extracto de chilca – Tratamiento de 60 minutos

Se realizó el teñido de 5 gramos de fibra de alpaca con 130 mililitros de extracto acuoso de chilca (*Baccharis latifolia*) utilizando el equipo Datacolor Ahiba IR con lámpara infrarroja de 3 kW de potencia. El ciclo térmico aplicado consistió en:

- Subida de temperatura: de 18 °C a 87 °C, a razón de 5 °C por minuto
- Meseta térmica: mantenimiento a 87 °C durante 60 minutos
- Descenso térmico: enfriamiento hasta 18 °C con el mismo gradiente

##### Parámetros de cálculo

Parámetro	Valor
Muestra de alpaca	5 g
Extracto de chilca	130 g
Temperatura inicial y final	18 °C
Temperatura de meseta	87 °C
Calores específicos	Alpaca: 1.5 J/g·°C, Agua: 4.18 J/g·°C
Potencia del equipo Ahiba IR	3,000 W (3 kW)
Eficiencia estimada en meseta	40 %
1 kcal	4,184 J

##### Cálculo del balance de energía

###### Etapas 1: Calentamiento (18 °C → 87 °C)

- Extracto

$$Q_{\text{extracto de chilca}} = 130 \cdot 4.18 \cdot 69 = 37,465.8 \text{ J} = \frac{37,465.8}{4184} \approx 8.96 \text{ kcal}$$

- Alpaca

$$Q_{\text{alpaca}} = 5 \cdot 1.5 \cdot 69 = 517.5 \text{ J} = \frac{517.5}{4184} \approx 0.12 \text{ kcal}$$

Total, calentamiento:

$$Q_{\text{Subida}} = 8.96 + 0.12 = 9.08 \text{ kcal}$$

###### Etapas 2: Mantenimiento térmico (60 min a 87 °C)

$$Q_{\text{mant}} = 3000 \cdot 0.4 \cdot 3600 = 4,320,000\text{J} = \frac{4,320,000}{4180} = 1032 \text{ kcal}$$

### **Etapas 3: Enfriamiento (87 °C → 18 °C)**

$$Q_{\text{bajada}} = -9.08\text{kcal}$$

### **Resumen energético para el tratamiento de 60 minutos**

<b>Etapas</b>	<b>Energía (kcal)</b>
Calentamiento	9.08
Mantenimiento (60 min)	1,032.5
Enfriamiento	-9.08
<b>Total, aportado neto</b>	<b>1,041.6</b>

### **Costo energético estimado**

El consumo energético fue de **1,041.6 kcal**, lo que equivale a:

$$\frac{1,041.6 \cdot 4184}{3.6 \times 10^6} \approx 1.21\text{kWh}$$

Con un precio de **S/ 0.60 por kWh**, el costo de este tratamiento fue: **S/ 0.73**

Este resultado evidencia que la mayor parte de la energía se consume durante el **mantenimiento térmico** más que en la fase de calentamiento. Aunque el calentamiento inicial implica solo alrededor de **9 kcal**, el mantenimiento continuo por 60 minutos representa más de **1,030 kcal**, lo cual tiene un impacto importante en la eficiencia del proceso.

### **Balance de energía térmica en el teñido con extracto de chilca – Tratamiento de 30 minutos**

El teñido se realizó con 5 g de fibra de alpaca y 130 mL de extracto acuoso de chilca (*Baccharis latifolia*) utilizando el equipo Datacolor Ahiba IR. La curva térmica constó de:

- **Subida de temperatura:** de 18 °C a 87 °C (5 °C/min)
- **Meseta térmica:** mantenimiento de 87 °C durante 30 minutos
- **Enfriamiento:** regreso a 18 °C con el mismo gradiente

### **Parámetros de cálculo**

Parámetro	Valor
Muestra de alpaca	5 g
Extracto de chilca	130 g
Temperatura de meseta	87 °C
Calores específicos	Alpaca: 1.5 J/g·°C, Agua: 4.18 J/g·°C
Potencia del equipo Ahiba IR	3,000 W (3 kW)
Eficiencia en meseta	40 %
1 kcal	4,184 J

### Cálculo del balance de energía

Calentamiento (18 °C → 87 °C)

Extracto:

$$130 \cdot 4.18 \cdot 69 = 37,465.8\text{J} = 8.96\text{kcal}$$

Alpaca:

$$5 \cdot 1.5 \cdot 69 = 517.5\text{J} = 0.12\text{kcal}$$

### Total, de calentamiento

$$Q_{\text{subida}} = 9.08\text{kcal}$$

### Mantenimiento termino en 30 minutos

$$Q_{\text{mant}} = 3000 \cdot 0.4 \cdot 1800 = 2,160,000\text{J} = 516.3\text{kcal}$$

### Enfriamiento

$$Q_{\text{bajada}} = -9.08\text{kcal}$$

### Resumen energético – Tratamiento 30 minutos

Etapas	Energía (kcal)
Calentamiento	9.08
Mantenimiento (30 min)	516.3
Enfriamiento	-9.08
<b>Total, aportado neto</b>	<b>525.3</b>

### Costo estimado

El consumo energético fue equivalente a:

$$\frac{525.3 \cdot 4184}{3.6 \times 10^6} = 0.61\text{kWh}$$

Con un costo promedio de S/ **0.60 por kWh**, el costo fue de aproximadamente: S/ **0.37**

### Anexo 5. Panel fotográfico de obtención de hilo

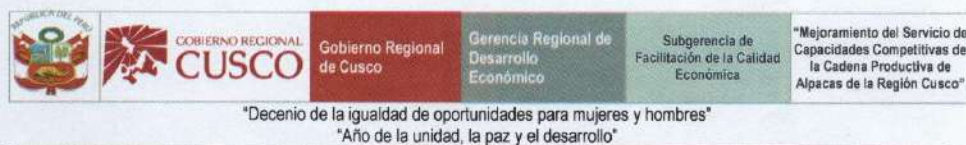


*Nota.* Proceso de enconado en la maquina enconadora del hilo de fibra de alpaca. (**Lugar:** P. P. de Fibra de alpaca, Marangani, **Fecha:** 25 de octubre de 2024)



*Nota.* Proceso de obtención de hilo de alpaca finalizado con el acompañamiento del jefe de planta (**Lugar:** P. P. de Fibra de alpaca, Marangani, **Fecha:** 25 de octubre de 2024)

## Anexo 6. Acta de entrega de hilo de alpaca realizada en la planta Marangani



### ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DE BIENES N° 001-2024 GRDE CUSCO/EPT-DSM

Siendo las 12:30 pm horas del día 03 de octubre de 2024, en el local del Módulo Demostrativo del Servicio de Capacitación en Transformación de Fibra de Alpaca del distrito de Marangani, sito en la carretera Cusco-Puno, se realiza la entrega de un (01) kilogramo de hilado de alpaca color blanco, calidad fleece, de título 3 NM, que se utilizará en el desarrollo de ensayos para optar el grado de Ingeniería Agro Industrial en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, de la Tesis intitulada: "EFECTO DEL MORDIENTE Y TIEMPO EN LA SOLIDEZ DE CLOR DE HILO DE ALPACA (Vicugna pacos) TEÑIDA CON CHILCA (Baccharis latifolia), presentada por:

Br. Mario Hernán Huilca Chillihuani

Br. Alex Nina Condori


Los beneficiarios declaran que reciben conforme el material hilado objeto de esta Acta con las reservas de Ley, para que si procede hacer valer sus derechos en su oportunidad.

El encargado del Módulo Demostrativo del Servicio de Capacitación en Transformación de Fibra de Alpaca Marangani: Ing. Darío Sullca Mejía, Especialista en Procesamiento Textil del Proyecto Alpacas II, Gerencia Regional de Desarrollo Económico del Gobierno Regional Cusco, declara que hace la entrega a los beneficiarios del material descrito.

Se cierra la presente Acta a las 13:00 horas de la fecha firmando los involucrados.

  
Ing. Darío Sullca Mejía  
ESPECIALISTA EN PROCESAMIENTO TEXTIL

  
Mario Hernán Huilca  
74474745

  
Alex Nina Condori  
77416996

### Anexo 7. Panel fotográfico del análisis de fibra de alpaca e hilo



*Nota.* El proceso de análisis incluyó la caracterización de la fibra de alpaca, la determinación de la densidad lineal del hilado y la medición de la torsión de los hilos, utilizando muestras de hilo obtenidas de la planta procesadora de fibra de alpaca de Maranganí. Las evaluaciones se realizaron con el equipamiento técnico del CITE Textil Cusco, bajo condiciones controladas y conforme a normas técnicas vigentes. (**Lugar:** Cite Textil Cusco, **Fecha:** 12 de junio de 2025)

## Anexo 8. Análisis de caracterización de fibra de alpaca

CITEtextil camélidos Cusco	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO: LCC
	INFORME DE ENSAYO	REVISIÓN: 01
	ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE FIBRA	FECHA: 2025
		PÁG. 1 DE 2

N° DE ENSAYOS: 12  
CÓDIGO DE MUESTRA: ALP-733

EXPEDIENTE N°: 70406  
N° DE MUESTRAS: 1

## DATOS DE LA EMPRESA Y/O PERSONA:

RAZÓN SOCIAL: ALEX NINA CONDORI RUC: 10774169968  
REGION: Cusco PROVINCIA: Quispicanchi  
DISTRITO: Ocongate DIRECCIÓN: CC. PICHIMURD S/N  
SECTOR: Textil  
RESPONSABLE: ALEX NINA CONDORI DNI: 77416996

## SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 11/06/2025  
FECHA DE EVALUACIÓN: 12/06/2025  
FECHA DE EMISIÓN: 13/06/2025

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: FIBRA DE ALPACA

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE					
MUESTRA N°	ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
1	S/N	Huacaya	Blanco	-	-

RESULTADOS OBTENIDOS: DIÁMETRO DE FIBRA			
ENSAYOS	FINURA (µm)	D.E.	C.V. (%)
1	22.21	8.31	37.42
2	22.28	8.30	37.25
3	22.35	8.76	39.19
4	22.74	8.75	38.48
5	22.50	8.69	38.62
6	23.87	10.58	44.32
7	23.10	9.62	41.65
8	23.16	10.31	44.52
9	22.75	9.75	42.86
10	23.06	9.52	41.28
PROMEDIOS:	22.80	9.26	40.56

RESULTADOS OBTENIDOS: MEDULACIÓN DE FIBRA						
ENSAYOS	% DE MEDULACIÓN	% NO MEDULADA	% MÉDULA FRAGMENTADA	% MÉDULA DISCONTINUA	% MÉDULA CONTINUA	% FUERTEMENTE MEDULADA
1	24.71	75.29	11.70	4.61	8.41	0.00
2	23.94	76.06	11.02	4.39	8.52	0.00
3	24.18	75.82	11.66	4.91	7.54	0.07
4	24.29	75.71	10.50	5.72	8.08	0.00
5	24.35	75.65	11.84	3.92	8.51	0.07
6	30.17	69.83	18.70	5.99	5.37	0.10
7	30.73	69.27	18.69	6.55	5.49	0.00
8	30.14	69.86	18.64	5.22	6.28	0.00
9	28.83	71.17	16.46	6.39	5.97	0.00
10	29.73	70.27	16.98	6.89	5.76	0.10
PROMEDIOS:	27.11	72.89	14.62	5.46	6.99	0.04

ENSAYOS	DF MEDULADA	DF NO MEDULADA	DF MED FRAGMENTADA	DF MED DISCONTINUA	DF MED CONTINUA	DF FUERTEMENTE MEDULADA
1	22.21	21.06	22.13	27.57	29.72	-
2	22.28	21.57	22.41	22.46	28.42	-
3	22.35	21.21	23.07	24.35	31.02	63.99
4	22.74	21.84	22.37	24.46	30.40	-
5	22.50	21.68	21.51	24.09	29.90	76.02
6	23.87	22.94	23.35	27.09	33.65	56.61
7	23.10	22.21	22.55	26.09	32.63	-
8	23.16	22.06	23.19	27.03	32.12	-
9	22.75	21.84	22.71	24.31	32.06	-
10	23.06	22.21	23.05	24.22	31.57	53.03
PROMEDIOS:	22.80	21.86	22.63	25.17	31.15	62.41

*[Firma]*  
+4474745  
23-06-25

ENSAYOS	#FIBRAS NO MEDULADA	#FIBRAS MED FRAGMENTADA	#FIBRAS MED DISCONTÍNUA	#FIBRAS MED CONTÍNUA	#FIBRAS FUERTEMENTE MEDULADAS	SUMA DE # FIBRAS
1	1030.00	160.00	63.00	115.00	0.00	1368.00
2	1125.00	163.00	65.00	126.00	0.00	1479.00
3	1066.00	164.00	69.00	106.00	1.00	1406.00
4	1125.00	156.00	85.00	120.00	0.00	1486.00
5	1022.00	160.00	53.00	115.00	1.00	1351.00
6	676.00	181.00	58.00	52.00	1.00	968.00
7	656.00	177.00	62.00	52.00	0.00	947.00
8	656.00	175.00	49.00	59.00	0.00	939.00
9	679.00	157.00	61.00	57.00	0.00	954.00
10	683.00	165.00	67.00	56.00	1.00	972.00

Síntesis:

SUMA DE # FIBRAS	DIÁMETRO DE FIBRA PROMEDIO	% DE MEDULACIÓN PROMEDIO
11870.00	22.80	27.11

Ensayo según protocolo de laboratorio Interno - Equipo Fiber EC.

Referencia: NTP 231.098 2005. FIBRA DE ALPACA. Método de ensayo para determinar el diámetro medio (finura) de la fibra de alpaca mediante el microscopio de proyección.

\*NOTA: Los resultados se aplican a la muestra como ingresó.

El ensayo hace referencia únicamente a la muestra sometida al ensayo.

El presente informe es irreproducible sin la aprobación del laboratorio de Control de Calidad del CITE Textil Camélidos Cusco.

CALIDAD	FINURA (µM)
Super Baby	≤ 20
Baby	20.1-23.0
Fleccc	23.1-26.5
Medium Fleccc	26.6-29
Huarizo	29.1-31.5
Gruesa	31.5 <



Firmado digitalmente por VALDIVIA  
SARAVIA Raul FAU 20131369477  
sof  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20.06.2025 11:52:29 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO  
ESPECIALISTA  
CONTROL DE CALIDAD  
REVISADO



Firmado digitalmente por VALDIVIA  
SARAVIA Raul FAU 20131369477  
sof  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20.06.2025 11:52:38 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO  
JEFE DEL AREA  
CONTROL DE CALIDAD  
AUTORIZADO

Área de Recepción de Muestras y Control de Calidad  
Av. Las Americas J-1, Urbanización Parque Industrial 2da Etapa -Wanchaq  
www.itp.gob.pe  
Cusco-Perú

*[Handwritten signature]*  
74474745  
23-06-25

## Anexo 9. Determinación de la densidad lineal de hilado

CITEtextil camélidos CUSCO	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO: LCC
	INFORME DE ENSAYO	REVISIÓN : 01
	DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD LINEAL DE HILADOS	FECHA : 2025
		PÁG.1 DE 1

EXPEDIENTE N° : 70405  
CÓDIGO DE MUESTRA: ALP-731

## DATOS DE LA EMPRESA Y/O PERSONA:

RAZON SOCIAL: MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI  
REGION: CUSCO PROVINCIA: QUISPECANCHI  
DISTRITO: OCONGATAE DIRECCION: CALLE BUENA VISTA C. POBLADO TINKE  
SECTOR: Textil  
RESPONSABLE: MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI  
DNI: 74474745

## SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 11/06/2025  
FECHA DE EVALUACIÓN: 12/06/2025  
FECHA DE EMISIÓN: 13/06/2025

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Hilo de alpaca

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE	
MUESTRA	
Material:	Alpaca
Calidad:	
Color:	Blanco
Mezcla:	100% alpaca
Lote:	
Peso:	2.08 g.

N° VUELTAS: 10 m. # CABOS: 1

	M [g]	L/M	Título [Nm]
P1	2.06	4.85	4.85
P2	2.14	4.67	4.67
P3	2.11	4.74	4.74
P4	2.00	5.00	5.00
PROM.	2.08	4.82	4.82

## RESULTADOS OBTENIDOS

MUESTRA	
NM:	4.82
TÍTULO:	4.82
# CABOS:	1

NTP-ISO 2060:2006 Hilos enrollados. Determinación de la masa lineal por el método de madeja

\*NOTA: Los resultados se aplican a la muestra como ingresó.

El ensayo hace referencia únicamente a la muestra sometida al ensayo.

El presente informe es irreproducible sin la aprobación del laboratorio de Control de Calidad del CITE Textil Camélidos Cusco.



Firma Digital

Firmado digitalmente por VALDIVIA  
SARAVIA Raúl FAU 20131369477  
sofi  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 14.06.2025 21:43:21 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO  
ESPECIALISTA  
CONTROL DE CALIDAD  
REVISADO



Firma Digital

Firmado digitalmente por VALDIVIA  
SARAVIA Raúl FAU 20131369477  
sofi  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 14.06.2025 21:43:34 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO  
JEFE DEL AREA  
CONTROL DE CALIDAD  
AUTORIZADO

Área de Recepción de Muestras y Control de Calidad  
Av. Las Americas J-1. Urbanización Parque Industrial 2da Etapa -Wanchaq  
www.itp.gob.pe  
Cusco-Perú

*[Firma manuscrita]*  
74474745  
23-06-25

## Anexo 10. Determinación de torsión de hilos

CITE textil camélidos CUSCO	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO: LCC
	INFORME DE ENSAYO	REVISIÓN : 01
	DETERMINACIÓN DE TORSIÓN DE HILOS	FECHA : 2025
		PÁG.1 DE 1

EXPEDIENTE N° : 70405  
CÓDIGO DE MUESTRA: ALP-732

## DATOS DE LA EMPRESA Y/O PERSONA:

RAZON: MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI RUC: 10774747452  
SOCIAL:  
REGION: CUSCO PROVINCIA: QUISPICANCHI  
DISTRITO: OCONGATE DIRECCION: CC. PACCHANTA  
SECTOR: Textil

## SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 11/06/2025  
FECHA DE EVALUACIÓN: 12/06/2025  
FECHA DE EMISIÓN: 13/06/2025

## DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: HILO DE ALPACA

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE					
MUESTRA N°	ARETE	RAZA	COLOR	SEXO	EDAD
001	S/N	Huacaya	Blanco	(en blanco)	(en blanco)

## RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra	Sentido de Torsión (S/Z):	Vueltas obtenidas	Torsión Final (vueltas/m)
1	Z	125	250
2	Z	130	260
3	Z	123	246

Torsión Promedio (vueltas/m)	Variación (%)
252	2.86%

## REFERENCIAS Y NORMATIVA:

NTP 231.011: Método de determinación de la torsión en hilados.

NTP 231.115: Equivalencias de los coeficientes de torsión en hilados.

NTP-ISO 2: Designación del sentido de torsión en hilos.

## \*NOTA:

Los resultados se aplican a la muestra como ingresó.

El ensayo hace referencia únicamente a la muestra sometida al ensayo.

El presente informe es irreproducible sin la aprobación del laboratorio de Control de Calidad del CITE Textil Camélidos Cusco.



Firma Digital

Firmado digitalmente por VALDIVIA  
SARAVIA Raul FAU 20131369477  
sof  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20.06.2025 11:52:53 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO  
ESPECIALISTA  
CONTROL DE CALIDAD  
REVISADO



Firma Digital

Firmado digitalmente por VALDIVIA  
SARAVIA Raul FAU 20131369477  
sof  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 20.06.2025 11:53:00 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO  
JEFE DEL AREA  
CONTROL DE CALIDAD  
AUTORIZADO

Área de Recepción de Muestras y Control de Calidad  
Av. Las Americas J-1. Urbanización Parque Industrial 2da Etapa -Wanchaq  
www.itp.gob.pe  
Cusco-Perú

*[Firma manuscrita]*

74474745

23-06-25

### Anexo 11. Secuencia de fotos de la extracción de colorante de chilca



*Nota.* Ubicación de Chilca (*Baccharis Latifolia*) (**Lugar:** Cerro Chocco, Tinke, **Fecha:** 26 de octubre de 2024)



*Nota.* Recojo de las hojas de chilca a medio día seleccionando las que están en estado de madurez optima libre de impurezas (**Lugar:** Cerro Chocco, Tinke, **Fecha:** 26 de octubre de 2024)



*Nota.* Proceso de selección y pesado de las hojas de chilca (**Lugar:** Tinke, **Fecha:** 26 de octubre de 2024)



*Nota.* Molido de hojas de chilca para facilitar la extracción del colorante (**Lugar:** Tinke, **Fecha:** 26 de octubre de 2024)



*Nota.* Extracción del colorante de chilca a una temperatura de 87°C por un tiempo de 60 minutos (**Lugar:** Tinke, **Fecha:** 26 de octubre de 2024)



*Nota.* Medición de pH del baño tintoreo de chilca antes de realizar el proceso de teñido (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)

## Anexo 12. Secuencia de fotos del proceso de teñido de fibra de alpaca con chilca



*Nota.* Pesado de hilo de fibra de alpaca para el proceso de teñido utilizando balanzas grameras y analítica (**Lugar:** Tinke, **Fecha:** 28 de octubre de 2024)



*Nota.* Humidificación de hilo y preparación de los vasos de teñido (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)



*Nota.* Pesado de los mordientes y preparación de la cantidad de baño tintoreo en los vasos de teñido (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)



*Nota.* Proceso de sumergido de muestra de hilo de alpaca y cerrado de los vasos de teñido para el proceso de teñido (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)



*Nota.* Proceso cargado de los vasos de tintura en la máquina de teñido DATACOLOR (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)



*Nota.* Programación de curva de teñido para 30 y 60 minutos a una temperatura de 87°C con un gradiente de ascenso de 5°C/min (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)



*Nota.* Proceso de lavado de las muestras teñidas de cada tratamiento (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)



*Nota.* Muestras teñidas de acuerdo a los parámetros de la investigación listas para el proceso de prueba de la solidez de color al lavado, frote (seco y húmedo) y luz. (**Lugar:** CITetextil Cusco, **Fecha:** 29 de octubre de 2024)

### Anexo 13. Constancia del CITE Textil Camélidos Cusco





Ministerio  
de la Producción





Instituto  
Tecnológico  
de la Producción






BICENTENARIO  
PERÚ  
2024

## CONSTANCIA

El CITEtextil Camélidos Cusco hace constar que el joven investigador:

### ALEX NINA CONDORI

Han desarrollado trabajos experimentales en nuestras instalaciones en el marco de la investigación titulada: **"Efecto del mordiente y tiempo en la solidez de color de hilo de alpaca (*Vicugna pacos*) teñida con chilca (*Baccharis latifolia*)"**. Este proyecto incluyó el teñido de 18 muestras de hilado de fibra de alpaca, utilizando diferentes mordientes y tiempos de exposición para evaluar las características de solidez de color. Dichas actividades estuvieron alineadas con los estándares técnicos y procedimientos promovidos por el CITEtextil Camélidos Cusco.

Cusco, 29 de octubre de 2024

  
 Director del CITE Textil Camélidos  
Cusco

  
 CITEtextil camélidos  
Cusco





Ministerio  
de la Producción





Instituto  
Tecnológico  
de la Producción






BICENTENARIO  
PERÚ  
2024

## CONSTANCIA

El CITEtextil Camélidos Cusco hace constar que el joven investigador:

### MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

Han desarrollado trabajos experimentales en nuestras instalaciones en el marco de la investigación titulada: **"Efecto del mordiente y tiempo en la solidez de color de hilo de alpaca (*Vicugna pacos*) teñida con chilca (*Baccharis latifolia*)"**. Este proyecto incluyó el teñido de 18 muestras de hilado de fibra de alpaca, utilizando diferentes mordientes y tiempos de exposición para evaluar las características de solidez de color. Dichas actividades estuvieron alineadas con los estándares técnicos y procedimientos promovidos por el CITEtextil Camélidos Cusco.

Cusco, 29 de octubre de 2024

  
 Director del CITE Textil Camélidos  
Cusco

  
 CITEtextil camélidos  
Cusco

**Anexo 14. NTP 231.005 de Escala de grises para cambio de color**

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 231.005  
2014 (revisada el 2019)**

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**TEXTILES. Escala de grises para cambio de color**

TEXTILES. Gray scale for color change

**2019-06-28  
3ª Edición**

R.D. N° 010-2019-INACAL/DN. Publicada el 2019-07-16

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 59.080.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Procedimiento de evaluación, escala de grises, cambio de color

© INACAL 2019

## ANEXO B (INFORMATIVO)

B.1 La Tabla 2 provee los valores de diferencia de color en unidades CIE 1976  $L^*a^*b^*$  (CIELAB) para la pareja de grados en cada posición de la Escala de Grises para Cambio de Color. Esta Tabla es el instrumento de medición y confirmación que la Escala de Grises está dentro de la tolerancia. La Tabla 2 no es para ser usada en la asignación de grados en la Escala de Grises basado en la medición instrumental de dos muestras. (Véase AATCC Procedimiento de evaluación 7).

**Tabla 2 - Diferencia de color y tolerancias de la Escala de Grises para Cambio de Color**

Grado de Solidez del color	Unidades CIELAB de Diferencia total del color	Tolerancia
5	0,0	+ 0,2
4-5	0,8	± 0,2
4	1,7	± 0,3
3-4	2,5	± 0,3
3	3,4	± 0,4
2-3	4,8	± 0,5
2	6,8	± 0,6
1-2	9,6	± 0,7
1	13,6	± 1,0

**Anexo 15. Informe técnico de la evaluación de solidez de color**

Lima, 12 de noviembre del 2024

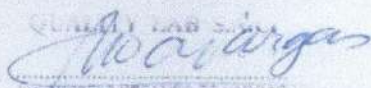
Señor:  
HUILLCA CHILLIHUANI MARIO HERNAN, NINA CONDORI ALEX  
Cusco. -

Por la presente, remitimos los siguientes informes técnicos correspondientes al trabajo solicitado.

66951	66952	66953	66954	66955	66956	66957	66958	66959
66960	66961	66962	66963	66964	66965	66966	66967	66968

Agradecemos su confianza en nuestra empresa y esperamos seguir colaborando con usted en el futuro.

Atentamente,

  
MARIA VARGAS  
EMPRESA CECANSA DE VARGAS

## RESULTADOS INFORMADOS POR QUALITYLAB

	1. SOLIDEZ AL LAVADO					
	ALUMBRE		CREMOR DE TARTARO		ACIDO CITRICO	
	30 min	60 Min	30 min	60 Min	30 min	60 Min
R1	2	3	3	3	2	2
R2	2	3.5	3.5	3	2.5	2.5
R3	2	3	3	3	2	3
PROMEDIO	2	3.17	3.17	3	2.17	2.5

	2. SOLIDEZ AL FROTE SECO					
	ALUMBRE		CREMOR DE TARTARO		ACIDO CITRICO	
	30 min	60 Min	30 min	60 Min	30 min	60 Min
R1	3	2.5	3.5	3.5	2.5	2
R2	2.5	3	3.5	3.5	3	2.5
R3	3	3	3	3.5	2.5	3
PROMEDIO	2.83	2.83	3.33	3.5	2.67	2.5

	3. SOLIDEZ AL FROTE HUMEDO					
	ALUMBRE		CREMOR DE TARTARO		ACIDO CITRICO	
	30 min	60 Min	30 min	60 Min	30 min	60 Min
R1	3.5	3	4	4	4	4
R2	3.5	3	3.5	4	4	4.5
R3	4	3.5	4	4	4	4
PROMEDIO	3.67	3.17	3.83	4	4	4.17

	4. SOLIDEZ A LA LUZ					
	ALUMBRE		CREMOR DE TARTARO		ACIDO CITRICO	
	30 min	60 Min	30 min	60 Min	30 min	60 Min
R1	2.5	2	3.5	3	3	3
R2	2.5	2.5	3.5	3.5	3	3
R3	2.5	2.5	3.5	3.5	3	3
PROMEDIO	2.5	2.33	3.5	3.33	3	3

## Anexo 16. Resultados de laboratorio para la solidez de color



### LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053

INFORME DE ENSAYO N° 66966	
FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024	
SOLICITANTE	<b>MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI</b> N° RUC : 10744747452 Dirección : Qulspicanchi - Cusco - Perú
Muestra	HILO
Proceso	CREMOR TARTARO T: 60 min R: 1
RECIBIDO	QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Perú Muestra : TEXTIL Tipo : HILO Presentación : MECHONES Cantidad : 18.1 g aprox. Fecha : 31 octubre, 2024 Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 05 noviembre, 2024 Informe Anterior : -
ENSAYOS SOLICITADOS :	1 : Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61 2 : Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3 3 : Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 5

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
45 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>4</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	4	NYLON	4	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	4																
NYLON	4																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4.5																

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66963**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : CREMOR TARTARO

T: 30 min

R 1

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.5 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>4</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4.5</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	4	NYLON	4	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	4																
NYLON	4																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4.5																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3.5				
CAMBIO DE COLOR	3.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3.5	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	3.5						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

- GRADO 5 : No hay Cambio de color / No hay Manchado
- GRADO 4 : Ligeramente Cambio de color / Ligeramente Manchado
- GRADO 3 : Notable Cambio de color / Notable Manchado
- GRADO 2 : Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
- GRADO 1 : Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarla deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66963

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66964**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : CREMOR TARTARO

T: 30 min

R 2

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.6 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>4</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4.5</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	3.5	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	3.5	NYLON	4	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	3.5																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	4																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4.5																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3.5				
CAMBIO DE COLOR	3.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3.5</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3.5	HUMEDO	3.5
MANCHADO	GRADO						
SECO	3.5						
HUMEDO	3.5						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66964

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66965**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : CREMOR TARTARO

T: 30 min

R 3

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.4 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>4</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	3.5	NYLON	4	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	4																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3.5				
CAMBIO DE COLOR	3.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66965

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66966**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : CREMOR TARTARO

T: 60 min

R 1

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 18.1 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>4</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4.5</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	4	NYLON	4	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	4																
NYLON	4																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4.5																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3				
CAMBIO DE COLOR	3						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3,5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3,5	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	3,5						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66966

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66967**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : CREMOR TARTARO

T: 60 min

R 2

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.7 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	3.5	NYLON	3.5	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	3.5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3.5				
CAMBIO DE COLOR	3.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3,5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3,5	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	3,5						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligeró Cambio de color / Ligeró Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66967

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66968**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : CREMOR TARTARO

T: 60 min

R 3

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.5 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>4</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	3.5	NYLON	4	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	4																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3.5				
CAMBIO DE COLOR	3.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3.5	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	3.5						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66968

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66957**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 30 min

R 1

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.8 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	4	NYLON	3.5	POLIESTER	4	ACRILICO	4	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	2																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	4																
NYLON	3.5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4																
LANA	4.5																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5				
CAMBIO DE COLOR	2.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3.5</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	3.5
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	3.5						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligero Cambio de color / Ligero Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66957

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66958**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 30 min

R 2

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.3 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>4</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>3.5</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4.5</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	2	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	4	NYLON	3.5	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	2																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	4																
NYLON	3.5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4.5																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5				
CAMBIO DE COLOR	2.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>2.5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3.5</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	2.5	HUMEDO	3.5
MANCHADO	GRADO						
SECO	2.5						
HUMEDO	3.5						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligeramente Cambio de color / Ligeramente Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarla deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66958

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66959**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 30 min

R 3

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.3 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>3.5</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4.5</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	2	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	4	NYLON	3.5	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	2																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	4																
NYLON	3.5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4.5																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5				
CAMBIO DE COLOR	2.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66959

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66960**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 60 min

R 1

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 15.5 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	3.5	ALGODÓN	3.5	NYLON	3	POLIESTER	3.5	ACRILICO	3.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	3.5																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	3																
POLIESTER	3.5																
ACRILICO	3.5																
LANA	4																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2				
CAMBIO DE COLOR	2						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>2.5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	2.5	HUMEDO	3
MANCHADO	GRADO						
SECO	2.5						
HUMEDO	3						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66960

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66961**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 60 min

R 2

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 17.1 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3.5	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	4	NYLON	3.5	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3.5																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	4																
NYLON	3.5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5				
CAMBIO DE COLOR	2.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	3
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	3						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligero Cambio de color / Ligero Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66961

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66962**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 60 min

R 3

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.4 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3,5</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	4	NYLON	3,5	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	4																
NYLON	3,5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5				
CAMBIO DE COLOR	2.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3.5</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	3.5
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	3.5						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligero Cambio de color / Ligero Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66962

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66951**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ACIDO CITRICO

T: 30 min

R 1

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 18.1 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>4</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>3</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4.5</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	2	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	4	NYLON	3	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4.5
CAMBIO DE COLOR	2																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	4																
NYLON	3																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4.5																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3				
CAMBIO DE COLOR	3						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>2.5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	2.5	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	2.5						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66951

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66952**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ACIDO CITRICO

T: 30 min

R 2

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.8 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	3.5	NYLON	3	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	2.5																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	3																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3				
CAMBIO DE COLOR	3						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligero Cambio de color / Ligero Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66952

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66953**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ACIDO CITRICO

T: 30 min

R 3

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.5 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2	MANCHADO		ACETATO	3.5	ALGODÓN	3.5	NYLON	3	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	2																
MANCHADO																	
ACETATO	3.5																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	3																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3				
CAMBIO DE COLOR	3						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>2.5</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	2.5	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	2.5						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66953

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66954**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ACIDO CITRICO

T: 60 min

R 1

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 18.0 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>3.5</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>3.5</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>3</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	2	MANCHADO		ACETATO	3.5	ALGODÓN	3.5	NYLON	3	POLIESTER	4	ACRILICO	4	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	2																
MANCHADO																	
ACETATO	3.5																
ALGODÓN	3.5																
NYLON	3																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4																
LANA	4																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3				
CAMBIO DE COLOR	3						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>2</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>4</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	2	HUMEDO	4
MANCHADO	GRADO						
SECO	2						
HUMEDO	4						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66954

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66961**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 60 min

R 2

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 17.1 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table><tr><td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3.5</td></tr><tr><td>MANCHADO</td><td></td></tr><tr><td>ACETATO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr><tr><td>NYLON</td><td>3.5</td></tr><tr><td>POLIESTER</td><td>4</td></tr><tr><td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr><tr><td>LANA</td><td>4</td></tr></table>	CAMBIO DE COLOR	3.5	MANCHADO		ACETATO	4.5	ALGODÓN	4	NYLON	3.5	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3.5																
MANCHADO																	
ACETATO	4.5																
ALGODÓN	4																
NYLON	3.5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5				
CAMBIO DE COLOR	2.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	3
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	3						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligero Cambio de color / Ligero Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66961

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-053**

**INFORME DE ENSAYO N° 66962**

FECHA DE INFORME : 08 DE NOVIEMBRE DEL 2024

SOLICITANTE : **MARIO HERNAN HUILLCA CHILLIHUANI**

N° RUC : 10744747452

Dirección : Quispicanchi - Cusco - Perú

Muestra : HILO

Proceso : ALUMBRE

T: 60 min

R 3

RECIBIDO : QUALITY LAB SAC : Av. Canadá N° 1346 - Urb. Santa Catalina - La Victoria - Lima - Peru

Muestra : TEXTIL

Tipo : HILO

Presentación : MECHONES

Cantidad : 16.4 g aprox.

Fecha : 31 octubre, 2024

Ensayos : 04 noviembre, 2024 al 08 noviembre, 2024

Informe Anterior : -

ENSAYOS SOLICITADOS : 1 . Solidez del Color al Lavado : Acelerado - AATCC TM 61

2 . Solidez del Color a la Luz - AATCC TM 16.3

3 . Solidez del Color al Frote - Crockmeter - AATCC TM 8

ENSAYO	RESULTADO																
1. SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																	
Método : AATCC TM 61 - 2013 e (2020) e2																	
Opción : 2A																	
49 °C, 45 min. , 0.15% WOB																	
Multifibra : N° 10																	
Escala : Escala de Grises - AATCC																	
	<table> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>3</td></tr> <tr> <td>MANCHADO</td><td></td></tr> <tr> <td>ACETATO</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ALGODÓN</td><td>4</td></tr> <tr> <td>NYLON</td><td>3.5</td></tr> <tr> <td>POLIESTER</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ACRILICO</td><td>4.5</td></tr> <tr> <td>LANA</td><td>4</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	3	MANCHADO		ACETATO	4	ALGODÓN	4	NYLON	3.5	POLIESTER	4	ACRILICO	4.5	LANA	4
CAMBIO DE COLOR	3																
MANCHADO																	
ACETATO	4																
ALGODÓN	4																
NYLON	3.5																
POLIESTER	4																
ACRILICO	4.5																
LANA	4																

ENSAYO	RESULTADO						
<p>2. SOLIDEZ A LA LUZ</p> <p>Método : AATCC TM 16.3 - 2020 Opción 3</p> <p>Equipo : Xenón Weather Ometer, Atlas Ci 3000+, 16110, rack horizontal, agua desionizada, Cámara: 43°C, Panel negro: 63°C , L-2</p> <p>Exposición : 20 AFU - 85 kJ/m<sup>2</sup> - 20 horas</p> <p>Ensayo : MPS , 04/11/2024</p> <p>Especímen : Cara Técnica, preparada con respaldo</p> <p>Evaluación : Escala de Grises AATCC con muestra original</p>	<table border="1"> <tr> <td>CAMBIO DE COLOR</td><td>2.5</td></tr> </table>	CAMBIO DE COLOR	2.5				
CAMBIO DE COLOR	2.5						
<p>3. SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE : CROCKMETER</p> <p>: AATCC TM 8 - 2016e (2022) e</p> <p>Escala : Escala de Grises - AATCC</p>	<table border="1"> <tr> <td>MANCHADO</td><td>GRADO</td></tr> <tr> <td>SECO</td><td>3</td></tr> <tr> <td>HUMEDO</td><td>3.5</td></tr> </table>	MANCHADO	GRADO	SECO	3	HUMEDO	3.5
MANCHADO	GRADO						
SECO	3						
HUMEDO	3.5						

Interpretación de los grados de la Escala de Grises

GRADO 5	: No hay Cambio de color / No hay Manchado
GRADO 4	: Ligerio Cambio de color / Ligerio Manchado
GRADO 3	: Notable Cambio de color / Notable Manchado
GRADO 2	: Considerable Cambio de color / Considerable Manchado
GRADO 1	: Excesivo Cambio de color / Excesivo Manchado

Disposiciones y Normativas :

- Todos nuestros equipos e instrumentos están calibrados por Laboratorios Acreditados.
- Los resultados de este informe solo están relacionados exclusivamente con la muestra como se recibió.
- Los especímenes de la muestra fueron acondicionados de acuerdo a ASTM D 1776.
- Quality Lab se responsabiliza por toda la información en este Informe de Ensayo, excepto los datos que declara el solicitante.
- Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- A partir de la fecha de emisión, tiene 60 días para cualquier reclamo concerniente a este servicio y se atenderá de manera rápida e imparcial de acuerdo a nuestro Procedimiento de Atención de Quejas.
- La muestra será almacenada por un periodo de 60 días, después del cual será destruida, en caso de que el cliente requiera retirarlas deberá solicitarlo con anticipación.
- Quality Lab se compromete en guardar la confidencialidad de los servicios prestados y los derechos de propiedad de la muestra, salvo requerimiento expreso de una autoridad gubernamental o judicial.
- Este informe no debe ser copiado, reproducido o adulterado por alguna persona o entidad; ni usar nuestro nombre, sin la aprobación escrita de Quality Lab.
- En caso de cualquier modificación externa del Informe de Ensayo, la cláusula de confidencialidad quedará anulada, pudiendo Quality Lab SAC tomar todas las acciones legales pertinentes.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio
- Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Revisado por :  
YOLANDA WONG  
Gerente Técnico  
Quality Lab SAC  
MVM



FIN DEL INFORME DE ENSAYO N° 66962

SI NECESITA AYUDA PARA INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE ESTE INFORME O SI TIENE ALGUNA PREGUNTA, NO DUDE EN CONTACTARNOS.