



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES



**“COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL MOLLE
(SCHINUS MOLLE) DURANTE EL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA
RESPECTO AL MORDIENTE Y TIEMPO DE TEÑIDO”**

Bach. Zuleyca Isabel Pacco Aymituma

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**

ASESORA: M.Sc. Luz Delia Quina Quina

CO-ASESORA: Ing. Deysi Maribel Quispe Mamani



JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**



**“COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL MOLLE
(SCHINUS MOLLE) DURANTE EL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA
RESPECTO AL MORDIENTE Y TIEMPO DE TEÑIDO”**

Bach. Zuleyca Isabel Pacco Aymituma

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**

ASESORA: M.Sc. Luz Delia Quina Quina

CO-ASESORA: Ing. Deysi Maribel Quispe Mamani



JULIACA - PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL
Y DE CONFECCIONES**



**“COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL MOLLE (SCHINUS
MOLLE) DURANTE EL TENIDO DE FIBRA DE ALPACA RESPECTO
AL MORDIENTE Y TIEMPO DE TEÑIDO”**

Bach. Zuleyca Isabel Pacco Aymituma

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**

ASESORA: M.Sc. Luz Delia Quina Quina

CO-ASESORA: Ing. Deysi Maribel Quispe Mamani

Juliaca, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Pacco, Z. (2024). *Comportamiento del extracto acuoso del molle (Schinus Molle) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca. Juliaca.

AUTOR: Zuleyca Isabel Pacco Aymituma

TÍTULO: Comportamiento del extracto acuoso del molle (Schinus Molle) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido.

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (162 pp.)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones – Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: 04-000024-04/P12

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: M.Sc. Luz Delia Quina Quina

CO-ASESOR: Ing. Deysi Maribel Quispe Mamani

PALABRAS CLAVE:

Extracto acuoso de molle, hilo de alpaca, mordiente, solideces del color, teñido y tiempo de teñido.

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL
Y DE CONFECCIONES**

**“COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL
MOLLE (SCHINUS MOLLE) DURANTE EL TEÑIDO DE
FIBRA DE ALPACA RESPECTO AL MORDIENTE Y TIEMPO
DE TEÑIDO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE
CONFECCIONES**

Presentada por:

Zuleyca Isabel Pacco Aymituma

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Julio Cesar Huanca Marin

PRESIDENTE DE JURADO

Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita

JURADO (Secretario)

2° MIEMBRO

Dr. Ruben Wilfredo Jilapa Humpiri

JURADO (Vocal)

3° MIEMBRO

M.Sc. Luz Delia Quina Quina

ASESORA

Ing. Deysi Maribel Quispe Mamani

CO-ASESORA

Zuleyca Isabel Pacco Aymituma

“COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL MOLLE (SCHINUS MOLLE) DURANTE EL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPAC...

 Universidad Nacional de Juliaca



Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:474376091

159 Páginas

Fecha de entrega

17 jul 2025, 2:55 a.m. GMT-5

30.168 Palabras

Fecha de descarga

17 jul 2025, 2:58 a.m. GMT-5

168.159 Caracteres

Nombre de archivo

PACCO_ZULEYCA_1.pdf

Tamaño de archivo

4.5 MB




7% 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 10 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales
Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía, y haberme brindado sabiduría y constancia en la vida.

Con todo mi amor a mis padres, Ernestina Aymituma Aguilar y Ubaldo Pacco Ccasa, por haberme brindado valores necesarios en mi proceso de formación; por sus gestos, palabras de apoyo y motivación; y por siempre haberme brindado su ayuda y amor incondicional.

A mi querida hermana, Kantu Quispe Aymituma por siempre haber estado para mí, escucharme y aconsejarme y haber reforzado mis valores en situaciones muy difíciles de mi vida y a mi querido sobrino.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Juliaca, sus autoridades, su plana docente y mis compañeros; en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones por la formación académica que me fue brindada, por el uso de su biblioteca y uso de laboratorios que fue importante en la culminación de este trabajo de investigación.

A la M.Sc. Luz Delia Quina Quina, asesora de tesis del estudio por sus consejos durante el proceso de investigación.

A la Ing. Deysi Maribel Quispe Mamani co-asesora por brindarme su tiempo y consejos que fueron importantes en el proceso y culminación de presente trabajo de investigación.

Al Cite Textil camélidos Cusco, por el uso de sus laboratorios y el nuevo conocimiento adquirido.

Esta tesis fue financiada por la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Juliaca en el marco del VI Concurso de proyectos de tesis para la obtención del título profesional UNAJ-2023.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales	8
2.1.3 Antecedentes regionales.....	10
2.2 BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1 Fibra Textil.....	12

2.2.2 Clasificación de fibras textiles	13
2.2.3 Fibra de alpaca	16
2.2.4 Procesamiento del hilado artesanal con fibra de alpaca.....	22
2.2.5 Molle (<i>Shinus Molle</i>).....	30
2.2.6 Extracción del colorante acuoso.....	34
2.2.7 Proceso de teñido	35
2.2.8 Mordiente	39
2.2.9 Solidez de los colores.....	41
2.2.10 Tela multifibra.....	43
2.2.11 Escala de grises	44

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DEL ESTUDIO	47
3.2 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	47
3.3 TÉCNICAS	49
3.4 INSTRUMENTOS	50
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	50
3.5.1 Población.....	50
3.5.2 Muestra.....	51
3.6 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	52
3.6.1 Materia prima	52
3.6.2 Materiales de laboratorio.....	53
3.6.3 Equipos de laboratorio	54
3.6.4 Reactivos	58
3.7 PROCEDIMIENTO TÉCNICO DEL EXPERIMENTO.....	58
3.7.1 Proceso de extracción del colorante molle (<i>Schinus Molle</i>)	58
3.7.2 Proceso de condicionamiento del hilo de alpaca.....	62

3.7.3 Teñido del hilado de alpaca con molle.....	66
3.8 EVALUACIÓN DE CALIDAD EXIGIDAS POR EL MERCADO.....	69
3.8.1 Solidez al lavado	69
3.8.2 Solidez al frote en seco.....	70
3.8.3 Solidez a la luz solar.....	70
3.9 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	71
3.9.1 Hipótesis general.....	71
3.9.2 Hipótesis específicas	71
3.10 VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	71
3.10.1 Variables independientes.....	71
3.10.2 Variables dependientes.....	72
3.11 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	73

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	74
4.1.1 Solidez de color al lavado	74
4.1.2 Solidez de color al frote en seco.....	77
4.1.3 Solidez de color a la luz solar.....	81
4.2 PRUEBA INFERENCIAL.....	83
4.3 DISCUSIONES.....	106

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	110
5.2 RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de producción de pelo de alpaca por regiones	17
Tabla 2: Composición Elemental de la Fibra de Alpaca	18
Tabla 3 : Estándares promedio de finura de fibra de alpaca	20
Tabla 4: Rangos para categorización de vellones de alpaca (NTP 231.300:2004)	20
Tabla 5: Clasificación por grupo de calidades; sus requisitos (NTP 231.301:2004)	24
Tabla 6: Muestreo de vellones (NTP 231.302:2004)	25
Tabla 7: Clasificación taxonómica de Schinus Molle	31
Tabla 8: Propiedades físicas y químicas de sulfato de aluminio - potásico	41
Tabla 9: Tipos y porcentajes de ensayos	42
Tabla 10: Combinación de tratamientos según factores.....	48
Tabla 11: Número de combinaciones de tratamientos	49
Tabla 12: Interacción de factores	49
Tabla 13: Materiales de laboratorio	53
Tabla 14: Equipos de laboratorio	54
Tabla 15: Reactivos	58
Tabla 16: Cálculos para el pretratamiento de hilado para la primera réplica.....	63
Tabla 17: Cálculos para el pretratamiento de hilado para la segunda réplica	64
Tabla 18: Cálculos para el pretratamiento de hilado para la tercera réplica	64
Tabla 19: Parámetros para el teñido de hilado de alpaca con colorante de molle.....	68
Tabla 20: Operacionalización de variables	73
Tabla 21: Mordiente según la solidez de color al lavado	74
Tabla 22: Tiempo según la solidez del color al lavado	76
Tabla 23: Mordiente según la solidez de color al frote en seco.	78
Tabla 24: Tiempo según la solidez del color al frote en seco.	79
Tabla 25: Mordiente según la solidez de color a la luz solar	81
Tabla 26: Tiempo según la solidez del color a la luz solar.	82
Tabla 28: Resumen de datos presentados.....	84
Tabla 29: Tabla de contingencia 2x2 (matriz simple).....	86
Tabla 30: Hipótesis de validación de ANOVA de 2 vías.....	87
Tabla 31: Pruebas de efectos inter-sujetos	87
Tabla 32: Prueba de normalidad entre factores	89
Tabla 33: Prueba de homogeneidad de Levene	90

Tabla 34: Estadísticas descriptivas.....	91
Tabla 35: Prueba de kruskal-Wallis	91
Tabla 36: Prueba de normalidad entre factores	93
Tabla 37: Prueba de homogeneidad de levene	94
Tabla 38: Estadísticas descriptivas.....	94
Tabla 39: Prueba de kruskal-Wallis	95
Tabla 40: Prueba de normalidad entre factores	96
Tabla 41: Prueba de homogeneidad de levene	97
Tabla 42: Estadísticas descriptivas.....	98
Tabla 43: Prueba de kruskal-Wallis	98
Tabla 44: Prueba de normalidad entre factores	100
Tabla 45: Prueba de homogeneidad de levene	101
Tabla 46: Estadísticas descriptivas.....	101
Tabla 47: Prueba de kruskal-Wallis	102

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Fibras textiles.....	12
<i>Figura 2:</i> Clasificación de fibras textiles.....	13
<i>Figura 3:</i> Clasificación de fibras textiles.....	13
<i>Figura 4:</i> Alpacas Huacayas.....	16
<i>Figura 5:</i> Tipos de vellón según su finura.....	18
<i>Figura 6:</i> Flujograma del proceso de hilado artesanal.....	22
<i>Figura 7:</i> Delimitación del vellón y bragas en una alpaca huacaya.....	23
<i>Figura 8:</i> Proceso manual de abierto de pelo de alpaca.....	25
<i>Figura 9:</i> Abridora eléctrica de pelo de alpaca.....	26
<i>Figura 10:</i> Cardado manual de pelo de alpaca.....	26
<i>Figura 11:</i> Cardadora eléctrica de pelo de alpaca.....	26
<i>Figura 12:</i> Fases de obtención de los hilos de fibra discontinua.....	27
<i>Figura 13:</i> Torsión “Z” y “S” de los hilos.....	28
<i>Figura 14 :</i> Diferentes efectos sobre el hilo.....	28
<i>Figura 15:</i> Madejadora eléctrica.....	29
<i>Figura 16:</i> Árbol de molle (Shinus Molle).....	30
<i>Figura 17:</i> Fases del proceso de tintura.....	35
<i>Figura 18:</i> Solución de los colorantes dispersables.....	36
<i>Figura 19:</i> Penetración del colorante y migración dentro de la fibra.....	38
<i>Figura 20:</i> Tela multifibra tipo 10.....	44
<i>Figura 21:</i> Escala de grises para la evaluación del cambio de color.....	45
<i>Figura 22:</i> Escala de grises para la evaluación de la transferencia de color.....	46
<i>Figura 23:</i> Fotocolorímetro Rotacolor.....	54
<i>Figura 24:</i> Estufa eléctrica.....	55
<i>Figura 25:</i> Balanza analítica.....	55
<i>Figura 26:</i> Electronic Crockmeter.....	55
<i>Figura 27:</i> pH-meter.....	56
<i>Figura 28:</i> Wáter Colour Fastness Tester.....	56
<i>Figura 29:</i> Madejero manual.....	57
<i>Figura 30:</i> Cabina de luz.....	57
<i>Figura 31:</i> Diagrama de flujo de la extracción del colorante molle (Schinus Molle).....	59
<i>Figura 32:</i> Secuencia fotográfica del proceso de extracción del colorante.....	61

<i>Figura 33:</i> Diagrama de flujo del condicionamiento del hilo de alpaca.....	62
<i>Figura 34:</i> Secuencia fotográfica del proceso de acondicionamiento del hilo de alpaca	65
<i>Figura 35:</i> Secuencia fotográfica del proceso de teñido del hilado de alpaca con molle.....	67
<i>Figura 36:</i> Mordiente según la solidez de color al lavado.....	75
<i>Figura 37:</i> Tiempo según la solidez del color al lavado	77
<i>Figura 38:</i> Mordiente según la solidez de color al frote en seco	79
<i>Figura 39:</i> Tiempo según la solidez del color al frote en seco	80
<i>Figura 40:</i> Mordiente según la solidez de color a la luz solar	81
<i>Figura 41:</i> Tiempo según la solidez del color a la luz solar	83
<i>Figura 42:</i> Gráficos efectos inter-sujetos.....	89
<i>Figura 43:</i> Resultados y evaluación de la prueba de solidez al lavado	124
<i>Figura 44:</i> Colocación de muestras en la máquina de solidez al lavado	124
<i>Figura 45:</i> Colocación de las muestras en la máquina de solidez al lavado.....	125
<i>Figura 46:</i> Programación de la máquina Water colour fastnes tester	125
<i>Figura 47:</i> Realización de la prueba solidez al frote en seco	126
<i>Figura 48:</i> Resultado de la prueba solidez al frote en seco	126
<i>Figura 49:</i> Resultado de la tela testigo comparado con la escala de grises	127
<i>Figura 50:</i> Evaluación de la tela testigo de la prueba de solidez al frote en seco	127
<i>Figura 51:</i> Resultado de la prueba de solidez a la luz solar	128
<i>Figura 52:</i> Tela testigo de solidez a la luz solar en la cabina de luz	128
<i>Figura 53:</i> Detergente sin blanqueador óptico	129
<i>Figura 54:</i> Billas de acero inoxidable de 6 mm de diámetro.....	129
<i>Figura 55:</i> Recipiente de acero inoxidable	130
<i>Figura 56:</i> Tejido testigo multifibra	130
<i>Figura 57:</i> Crock squares.....	131

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Resultados de la prueba de solidez al lavado del teñido de hilo de alpaca	121
ANEXO 2 Resultados de la prueba de solidez al frote en seco del teñido de hilo de alpaca	122
ANEXO 3 Resultados de la prueba de solidez a la luz solar del teñido de hilo de alpaca	123
ANEXO 4 Evidencias fotográficas del estudio.....	124
ANEXO 5 Materiales para las pruebas de solidez al color según normas internacionales....	129
ANEXO 6 Ficha de recolección de datos según el orden del diseño experimental	132
ANEXO 7 Ficha de recolección de datos de la primera muestra y sus repeticiones	133
ANEXO 8 Ficha de recolección de datos de la segunda muestra y sus repeticiones.....	134
ANEXO 9 Ficha de recolección de datos de la tercera muestra y sus repeticiones	135
ANEXO 10 Ficha de recolección de datos de la cuarta muestra y sus repeticiones	136
ANEXO 11 Validación del instrumento	137
ANEXO 12 Matriz de consistencia.....	140

RESUMEN

El estudio lleva por título el Comportamiento del extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) en el teñido de fibra de alpaca con relación al mordiente, así como tiempo de teñido. Los tintes naturales tienen la capacidad de generar tonalidades intensas en los productos textiles, y en su mayoría provienen de diversas partes de las plantas. Se procura recuperar los conocimientos y revalorar los teñidos con plantas es por ello que se obtiene el extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) para el teñido de hilos de alpaca. En ese sentido, el estudio busca evaluar el efecto del extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) durante el teñido de fibra de alpaca con respecto al mordiente, así como tiempo de teñido. La metodología del estudio es cuantitativa y cualitativa, de nivel explicativo y diseño experimental, con el diseño que se le llama diseño factorial 2^2 se trabajó con 4 tratamientos y 3 repeticiones haciendo en total 12 tratamientos, la tintura de hilos con extracto de molle se realizó en el laboratorio de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca y la evaluación de solidez al color del hilo teñido en el laboratorio de control de calidad del Cite Textil camélidos Cusco, como instrumento se usó las fichas técnicas. Se encontró que los rangos promedios y las sumas de rangos indican consistentemente que el ácido cítrico es superior en todos los casos evaluados. Se concluyó, que el tiempo de 20 y 30 minutos no son efectivos para alcanzar una solidez del color al lavado, al frote en seco y a la luz solar.

Palabras claves: Extracto acuoso de molle, hilo de alpaca, mordiente, solidez del color, teñido y tiempo de teñido.

ABSTRACT

The title of this research study is the Behavior of the Aqueous Extract of Molle (Schinus Molle) in the Treatment of Alpaca Fiber Concerning Mordant and Treatment Duration. Natural dyes may provide vivid hues for textile goods. Many of these hues are derived from various plant components. An endeavor is undertaken to reclaim information and reassess plant treatments, resulting in the extraction of an aqueous solution from molle (Schinus Molle) for the treatment of alpaca fibers. The primary aim of the research is to assess the impact of the aqueous extract of molle (Schinus Molle) on the treatment of alpaca fiber concerning the mordant and duration of treatment. The research methodology employed is both quantitative and qualitative, characterized by an explanatory level and an experimental design known as a 22 factorial design. This involved four treatments and three repetitions, culminating in a total of 12 treatments. The dyeing of threads using molle extract was conducted in the textile and clothing engineering laboratory at the National University of Juliaca, while the assessment of color fastness for the dyed yarn was performed in the quality control laboratory of Cite Textil Camelids Cusco, utilizing technical sheets as the instrument. The average rankings and the sums of ranks consistently demonstrate that citric acid is better in all assessed circumstances. The durations of 20 and 30 minutes were deemed ineffective for attaining color fastness against washing, dry rubbing, and sunshine exposure.

Key words: molle aqueous extract, alpaca yarn, mordant, color fastness, dyeing and dyeing time.

INTRODUCCIÓN

En Perú, pocos grupos aún conservan el conocimiento tradicional sobre plantas y métodos de teñido. Esta pérdida cultural se debe principalmente a la globalización y a la falta de conocimiento del conocimiento tradicional, que, si no se documenta, corre el riesgo de perderse y desaparecer de la identidad étnica (Albán-Castillo et al., 2018). Es por ello por lo que se realiza este estudio y se plantea como problema ¿Cuál es el efecto del comportamiento del extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido? Pregunta que en lo siguiente se describe.

En el capítulo I se describe la problemática del estudio, se plantea el objetivo general el cuál es evaluar el efecto del extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) en el proceso de teñido de fibra de alpaca, se analizó la influencia del uso del mordiente y del tiempo de exposición al tinte. En cuanto a los objetivos específicos, se planteó identificar el efecto del comportamiento del extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) en el teñido de la fibra de alpaca en relación con el tipo de mordiente utilizado, así como evaluar cómo varía dicho comportamiento según el tiempo de teñido aplicado.

En el capítulo II se realizó la revisión de literatura con estudios a nivel internacional, nacional así como regional obteniendo de esta búsqueda información relevante para esta investigación, se obtuvo información de tesis, artículos y libros que ayudaron a concretar mejor El estudio. También se detallan las bases teóricas que guían y sustentan la investigación; se explican conceptos que son fuentes de información que nos ayudan a darle sustento a la investigación; entre esta información tenemos la estructura del hilado, el proceso de teñido, conceptos del molle y usos, solidez del color entre otro tipos.

En el capítulo III se desarrollan los materiales así como métodos del estudio. Se especifican los lugares donde se ejecutó el estudio: el laboratorio de la Universidad Nacional de Juliaca, donde se realizó el procedimiento de teñido del hilo, y el laboratorio de control de calidad del Cite Textil Camélidos Cusco, donde se aplicaron las pruebas de solidez del color. Asimismo, se indica que el estudio corresponde a un diseño experimental, con una técnica observacional de tipo experimental, y se usó como instrumento una hoja de registro para recopilar los datos. El muestreo es de tipo no probabilístico intencional; se detalla la población que fueron las plantas de molle (*Schinus Molle*) con la posterior tinción de hilos de alpaca, se especifica la muestra que fue de dos factores y cada factor con dos niveles realizándose 3 réplicas para un mejor

análisis de resultados; se enumeran los materiales, equipos y reactivos usados; los diferentes procedimientos tanto como para la extracción del colorante de molle (*Schinus Molle*), se describe el acondicionamiento y teñido de hilos de alpaca con molle, evaluando solidez al lavado, frote en seco así como luz solar; además, se plantean hipótesis, variables dependientes e independientes y se detallan sus indicadores operacionales.

En el capítulo IV son presentados los hallazgos y recomendaciones, se presentan la distribución porcentual y frecuencia de la solidez del color al lavado, solidez del color al frote en seco así como solidez a color de la luz solar, con los diferentes mordientes que son sulfato de aluminio-potásico y ácido cítrico; y los dos tiempos de 20 minutos y 30 minutos. Se realiza la prueba inferencial obteniéndose la prueba de normalidad que sirve para seleccionar los métodos estadísticos apropiados para el análisis.

Y finalmente en el capítulo V se desarrollan las conclusiones así como recomendaciones, las conclusiones responden los objetivos del estudio así como las recomendaciones están vinculadas con los hallazgos, indicando aspectos no tocados en la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En los últimos 70 años, las crecientes demandas de producción y productividad en diversos sectores industriales, especialmente en el textil, han llevado al abandono de técnicas y materias primas tradicionales en favor de procesos industrializados que requieren mayores cantidades de materias primas e insumos, incluidas fibras sintéticas y tintes (Cárdenas, 2020). “Las características de tintes sintéticos restringen significativamente el empleo de tintes naturales en el teñido de la fibra de alpaca” (Soto, 2017).

Los tintes textiles provienen de diversas fuentes y cumplen distintas funciones; sin embargo, los tipos predominantes en uso hoy en día son los sintéticos, que no son biodegradables (Zaruma et al., 2018). El procedimiento de teñido es crucial en la industria textil; sin embargo, requiere un consumo sustancial de agua y produce efluentes importantes que contaminan el medio ambiente (Hinojosa, 2017).

Para Xicota (2016), en el Perú hay una amplia tradición textil que ofrece oportunidades de trabajo a pequeñas comunidades y diferentes tipos de negocio que se dedican a este rubro. Además, un poco más de diez por ciento del mercado internacional de tintes naturales está dominado por el Perú y nosotros somos el primer exportador de carmín en el mundo, habiendo pequeñas empresas peruanas que brindan el servicio de teñido en tintes naturales a marcas internacionales utilizando el cien por ciento de productos naturales en este proceso. Con la industrialización hay un creciente consumo de colorantes sintéticos que ayuda a satisfacer la demanda del mercado que ha estado en auge, hay una competencia entre mercados que generan el desarrollo de miles de tintes sintéticos y fabrican millones de toneladas de estos productos olvidándonos de nuestra riqueza ancestral en el teñido artesanal.

Según Vergara (2019), con el incremento de la población, después de la revolución industrial ha aumentado la producción indiscriminada de colorantes sintéticos provocando un impacto en la población. El Perú se ha visto afectado ya que hubo una disminución en el uso de sustancias extraídas naturalmente que sirven para la tintura de las fibras; se ha buscado que se revierta esta tendencia de uso indiscriminado de colorantes sintéticos, que el ser humano tome conciencia y retorne al uso de los colorantes naturales para un desarrollo industrial sostenible a nivel nacional. Que los métodos de producción artesanal e industrial dejen de ser tomados por curiosidad folclórica y se tomen en serio para fomentar el desarrollo sustentable. Se realice una investigación y desarrollo de los colorantes naturales para crear nuevas técnicas o aplicar técnicas antiguas de tintóreos peruanos para el éxito y desarrollo de nuestra población.

La oportunidad de explorar el teñido natural nos ha impulsado a contemplar los procesos de teñido. Por un lado, observamos que las tradiciones culturales se ven erosionadas por los acontecimientos contemporáneos; por otro, existe una tendencia a centrarse únicamente en los recursos económicamente viables, descuidando la importancia de biodiversidad de la fauna y la flora que sustenta la existencia humana (Muñoz, 2020).

Actualmente, los textiles andinos asombran al mundo con sus vibrantes tonos y su variedad de matices. Su riqueza cromática no solo sorprende, sino que también indica su longevidad en el tiempo. Todos estos matices provienen de fuentes botánicas, arcillas y productos animales. Lamentablemente, la tradición de teñir plantas en la región de Puno ha quedado prácticamente obsoleta. Solo un número limitado de asociaciones artesanales emplean estos procedimientos ancestrales de forma convencional y empírica, y existe una carencia de métodos científicos de extracción adecuados que permitan obtener colores de calidad superior para el teñido (Nina, 2018). En Puno, varias asociaciones de artesanos se especializan en teñido natural. Emplean técnicas ancestrales para teñir de forma tradicional, ya que no existen suficientes métodos científicos para teñir con tintes naturales que faciliten la estandarización y mejoren la solidez en el color (Cite Textil Camélidos, 2019).

Para Artesanía Peruana (2024), a pesar de su rica historia y significado cultural los textiles de Puno enfrentan desafíos como la competencia de productos masificados y su producción a gran escala para satisfacer un mercado creciente, la población de Puno teniéndose que adaptar a los nuevos mercados manteniendo su esencia es fundamental para su supervivencia y crecimiento futuro de su población. Retomando su tradición cultural demostrando su destreza e ingenio de sus artesanos se apoya la economía local y promueve la apreciación cultural.

En la sociedad contemporánea, la tendencia hacia las tecnologías limpias ha hecho que el uso de tintes naturales, en lugar de las alternativas sintéticas, sea una opción viable debido a sus beneficios ambientales, ya que reduce los riesgos asociados así como genera ingresos económicos para la región. El análisis del arte revela una escasez de conocimiento sobre el proceso de teñido, que se está perdiendo gradualmente debido a su transmisión exclusivamente oral de padres a hijos, lo que resulta en la ausencia de procedimientos documentados que puedan replicarse (Chávez y Mendoza, 2020).

Con la intención de revalorar las tradiciones de los pueblos y aprovechar la diversidad vegetal en la región Puno, el estudio se centra en mejorar el teñido de la fibra de alpaca con el extracto acuoso del Molle (*Schinus molle*) con el mordiente y tiempo de teñido sean altamente significativos en las solidesces de color. El objetivo principal es estandarizar así como elevar la calidad del proceso de teñido en los productos textiles elaborados, garantizando que estos cumplan con altos estándares de excelencia. Este enfoque busca facilitar el acceso de dichos productos a mercados tanto nacionales como internacionales, ofreciendo textiles teñidos con colorantes naturales que respondan a las demandas actuales de sostenibilidad y respeto ambiental. De esta manera, se promueve la competitividad y el posicionamiento de los textiles artesanales en un contexto global cada vez más exigente.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez del color?

1.2.2 Problemas específicos

¿El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez al lavado?

¿El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez al frote en seco?

¿El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez a la luz?

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia del teñido en fibra de alpaca con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido sobre la solidez a frote en seco.
- Determinar la influencia del teñido en fibra de alpaca con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido sobre la solidez a la luz solar.
- Determinar la influencia del teñido en fibra de alpaca con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido sobre la solidez al lavado.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El relieve del país propicia una amplia variedad biológica, con una diversa flora y fauna. La enorme diversidad de especies autóctonas del Perú proporciona una considerable variedad de especies vegetales con características únicas. Estas propiedades son aprovechadas en una variedad de campos y aplicaciones. El clima en la región de Puno permite la existencia y rápido crecimiento de especies vegetales y así ser aplicada como tintes con facilidad por la población que se dedica al rubro artesanal; siendo de fácil replicación, en el estudio se busca mejorar el uso de tintes naturales así como el procedimiento de teñido.

En la actualidad toda actividad económica debe ser rentable y con un ascenso progresivo, por ende, la población que se dedica al rubro artesanal debe contar con una mejor capacidad en los procesos tintóreos y que sea de fácil replicación a nivel nacional. De esta forma el rubro artesanal de procesos tintóreos en la fibra de alpaca tiene que tener una fusión en la mejora constante y mayor capacidad económica.

El uso del extracto acuoso del Molle (*Schinus molle*) como colorante es parte de un conocimiento ancestral que se ha ido adquiriendo en las generaciones, poco a poco ha ido reinventándose y adquiriendo un nuevo valor por el uso de tecnologías limpias. Es un estudio

dentro de la teoría básica del teñido de fibra proteicas con colorantes extraído de la misma naturaleza como es el Molle (*Schinus molle*) que crece en todo el sur del país y no tiene una cualidad para su crecimiento en especial y no es depredadora del medio ambiente.

Desde esta perspectiva, la investigación promueve la innovación y facilita la transferencia de tecnología, lo que fortalece el conocimiento teórico y práctico en la industria textil, tanto a nivel regional en Puno como nacional. Este trabajo también busca potenciar el uso de recursos naturales, con especial atención a la fibra de alpaca, junto con otras especies vegetales nativas peruanas. Juntas, representan un valioso patrimonio genético de la flora y fauna peruana, cuya gestión sostenible puede desempeñar un papel relevante en el crecimiento económico.

A pesar de su importancia económica, la industria de tintes naturales en el país aún no ha alcanzado un nivel de desarrollo acorde con su vasta diversidad biológica. Por ello, se estudiaron las propiedades tintóreas de los extractos acuosos del árbol de molle (*Schinus molle*) en fibras de alpaca. El estudio es práctico, ya que cuenta con la financiación adecuada, personal cualificado y los recursos de información necesarios para su realización, lo que garantiza las condiciones óptimas para obtener resultados creíbles y beneficiosos para la industria textil.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes internacionales

Rodas (2021), en el estudio “Pruebas para extraer colorantes naturales a partir de raíces vegetales”. Como objetivo general se tiene encontrar las tonalidades de las diferentes raíces de las plantas. Se experimentó con cuatro raíces: zanahoria, camote), diente de león y remolacha siendo estas muestras encontradas de encuestas a los pobladores con más conocimiento en esta área. Se usó un método artesanal que integró variables como diferentes tipos de mordientes y modificadores de color, aplicándose sobre una muestra compuesta por 20 piezas de tela. Como resultado, se halló una gama de 22 tonalidades distintas. Luego, los hilos teñidos fueron evaluados mediante pruebas rigurosas para conocer su solidez del color ante la exposición a la luz, el lavado repetido y la abrasión mecánica, con el fin de comprobar la resistencia y calidad de los pigmentos aplicados en cada una de las muestras trabajadas artesanalmente.

Cárdenas (2020), en el estudio “Empleo de diversos colorantes naturales en la producción de hilo orgánico elaborado con lana de oveja”. Esta investigación exploró el efecto de tres diferentes tintes herbales naturales - T1 (amaranto), T2 (raíz de remolacha), y T3 (nuez verde) - que se usaron para teñir lana de oveja (apache) bajo un CRD. La comparación se realizó usando las pruebas de Tukey y Kruskal-Wallis. Diez unidades experimentales de 0,2 kg cada una fueron seleccionadas para el ensayo a discreción del investigador. La sensación de intensidad del color, tacto y ternura se usaron para evaluar la sensación de intensidad del color, ternura al tacto y suavidad respectivamente. Por otro lado, para este propósito, la solidez a la luz, elongación y lastometría de tratamientos resultaron ser insignificantes. Sin embargo, la primera opción de tratamiento es la más apropiada como resultado de su compatibilidad favorable con el tinte de amaranto y la lana orgánica.

Muñoz (2020), en el estudio “Manual para extraer colorantes naturales sostenibles a partir de plantas originarias de la región”. El estudio buscó examinar los procedimientos de teñido existentes para producir un recurso que permita a los usuarios imitar las técnicas de teñido de una manera ambientalmente sostenible y ética. Se empleó la entrevista como técnica principal, permitiendo identificar tanto la cantidad de especies tintóreas seleccionadas como los procedimientos usados durante el proceso de teñido. Los hallazgos fueron sistematizados en tablas cromáticas que muestran los variados matices generados mediante el uso de distintos agentes fijadores. Estas tablas incluyen información precisa sobre la concentración en peso empleada en cada experimento y el color base natural de las fibras antes de iniciar el proceso de teñido. De esta manera, se facilita la comparación y análisis de los efectos de cada fijador sobre la intensidad y tonalidad del color, contribuyendo a una mejor comprensión de la interacción entre tintes naturales y materiales textiles usados.

Arias (2018), en el estudio “Colorantes naturales extraídos de plantas destinados al teñido de hilos elaborados con fibras naturales”. En el desarrollo del estudio, se empleó un enfoque mixto, empleando metodologías inductivas y deductivas, dentro del marco metodológico. Fue fundamental realizar trabajo de campo y análisis documental como parte del instrumento. La muestra fue por selección del investigador, identificándose 24 especies de plantas capaces de teñir hilo de fibra natural, incluyendo 16 especies nativas e invasoras, lo que resulta en 45 tonalidades distintas. Un análisis comparativo de costos demostró que teñir hilos de fibra natural con colorantes de origen vegetal resulta más económico que emplear tintes químicos sintéticos. La investigación evidenció que este proceso de teñido dentro de la industria textil no implica la necesidad de adquirir tecnología sofisticada ni equipos costosos; en cambio, es posible realizar adaptaciones a la máquina de teñido principal, como el Autoclave, para optimizar su funcionamiento y permitir el uso eficiente de pigmentos vegetales, reduciendo así los costos de producción y promoviendo prácticas sostenibles en el sector textil artesanal e industrial.

Camayo (2017), en el estudio “Análisis de colorantes naturales textiles del centro religioso Tarqui”. El estudio buscó dilucidar el conocimiento sobre los antiguos procedimientos de teñido en la parroquia de Tarqui. Se realizaron ensayos de laboratorio con seis especies vegetales para armonizar estas metodologías con el conocimiento contemporáneo. La selección y determinación de la muestra se realizó de acuerdo con la intención o experiencia del investigador. Realizándose una entrevista como instrumento para recolectar datos a los pobladores con más conocimiento para identificar las plantas más utilizadas para la tinción. Se

recopiló información sobre los métodos de teñido con diversas especies vegetales, además de documentar las proporciones empíricas de los materiales usados en cada proceso. A partir de los hallazgos hallados, se sintetizó una amplia gama de tonos que posteriormente se sometieron a rigurosas pruebas de calidad que evaluaron su resistencia a la luz, los ciclos de lavado y el fregado mecánico. El resultado de estas pruebas fue positivo y confirmó la estabilidad y durabilidad de los tintes naturales usados en fibras tejidas a mano.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Miranda (2022), en el estudio “Impacto del grosor medular en el proceso de teñido de fibras de alpaca Huacaya”. Este estudio empleó un diseño de investigación descriptivo. Se obtuvieron ciento nueve muestras de vellón del cuerpo de alpacas Huacaya blancas adultas criadas en Caylloma, Arequipa. Por lo tanto, el investigador seleccionó a los participantes deliberadamente. La evaluación de la modulación del color en fibras ópticas se basó en el diámetro del núcleo y el diámetro total de la fibra. Para medir la fotorresistencia y la estabilidad del color, se usó un colorímetro CTER, que midió todos los parámetros necesarios con precisión. La revelación más notable de los hallazgos es que, por primera vez, se halló una relación cuadrática entre la modulación del color y el diámetro del núcleo, junto con la capacidad de fijación de pigmentos. Las propiedades de fotorresistencia de algunas fibras teñidas varían desde excelentes hasta deficientes, mostrando una resistencia variable a la fotodegradación.

Chávez et al. (2020), en el estudio “Respuesta del colorante extraído de las hojas de nogal en el procedimiento de teñido de fibras de lana, en función de la temperatura aplicada y del tiempo transcurrido tras la cosecha”. Buscaron examinar cómo la temperatura, el tiempo de teñido y los períodos poscosecha influyen en el comportamiento del tinte de lana derivado de hojas de nogal. Se siguió un diseño de investigación aplicado, en lugar de descriptivo. Para ayudar con el análisis de datos, se usó un paquete de software especializado en análisis de color. Según los hallazgos, la mayor fijación del color se encontró a 95 °C en 35 minutos, mientras que el color más fresco de las hojas presentó las características cromáticas más altas, lo que confirma esta hipótesis. Se infirió del estudio que la lana teñida con hojas de nogal puede producir diversos tonos de marrón, que se intensifican con el envejecimiento de las hojas de muestra.

Periche (2020), en el estudio “Obtención del pigmento del cohecito de mar para su uso como colorante natural”. Buscó conocer cómo se extrae tinta de la especie *Aplysia juliana* en su aplicación en industrias, como la alimentaria, la cosmética así como la textil. De esta manera, podemos comprender la escala de la aplicabilidad de nuestras recomendaciones. Se ha utilizado un enfoque cuantitativo para este estudio en el que se ha empleado una metodología experimental mientras que el diseño de post-prueba fue con grupos intactos. Se extrajeron 95 especímenes de *Aplysia juliana* y se agruparon en conjuntos de 6-11 cm de largo, 12-19 cm de largo así como 20-29 cm de largo. Estos fueron recolectados de las playas de El Ñuro en la región de Piura, de donde se tomó su tinta para su posterior análisis. Obtuvimos 2,1 ml, 3,1 ml y 4,0 ml como nuestros volúmenes respectivamente. Para cada uno de estos grupos, el pH registrado fue, respectivamente, 7,15, 7,24 y 7,28; y se determinaron niveles de absorbancia de 0,645, 0,612 y 0,670. En cuanto a la viabilidad, el uso potencial de \$ 52,80 / 100 ml cobrados para la producción de Tintas Exclusivas y lo considera justificado.

Stanciuc (2020), en el estudio “Teñido de fibras naturales utilizando mordiente y colorante obtenido de hojas de nogal”. Buscó diseñar un proceso de teñido con mordiente en fibras naturales de algodón así como lana usando extracto de hoja de nogal como colorante. La investigación aplicó un diseño experimental alineado con los objetivos del estudio y los desafíos encontrados durante el mismo. Para la recopilación de datos, se realizó un estudio exhaustivo de datos bibliográficos primarios y secundarios, incluyendo fuentes digitales e impresas. La selección de muestras se realizó según los criterios establecidos por el investigador. Esta investigación analizó el efecto de diferentes sales mordientes, observando que el alumbre produjo tonos marrones con matices amarillos. Esto fue menos pronunciado que los tonos rojizos más parduscos hallados con sulfato ferroso, tricloruro férrico así como cloruro de estaño, lo que indica claramente que el uso de diferentes sales mordientes para tintes naturales tiene un impacto sustancial en el color obtenido.

Fernández y Saavedra (2019), en el estudio “Caracterización y obtención de colorante natural de *Baccharis Salicifolia* (*Chilca Blanca*) en uso textil”. Buscaron analizar el pigmento derivado de *Baccharis salicifolia* (chilca blanca) para identificar los métodos de extracción más adecuados como posible pigmento para textiles. Este estudio en particular también empleó métodos experimentales. La estrategia de muestreo fue específica y específica, de acuerdo con los objetivos del estudio y el conocimiento del investigador. Se observó que el tinte no presentó problemas significativos al aplicarse sobre fibras de lana; por el contrario, se adhirió bien y se

mantuvo estable a lo largo del tiempo. Las pruebas de teñido y la evaluación de solidez demostraron su eficacia, especialmente al usar alumbre como mordiente, ya que mejoró la estabilidad durante el proceso de teñido, permitiendo así prácticas sostenibles de teñido textil artesanal y respetuosas con el medio ambiente.

2.1.3 Antecedentes regionales

Mamani (2022) realizó un estudio titulado “Impacto del uso de tinte natural a base de cúrcuma sobre la solidez del color en hilos de alpaca destinados a artesanías textiles en Puno, durante el año 2020”. Buscó evaluar cómo la cúrcuma (*Curcuma Longa*), como tinte natural, afecta la solidez en el color de los hilos de alpaca durante en la artesanía textil. Se realizó un muestreo intencional no probabilístico con 38 madejas de hilo. La observación experimental, junto con las herramientas de registro apropiadas, proporcionó los datos necesarios para el análisis. Los hallazgos indicaron que todas las variables estudiadas mostraron solidez en el color al lavado, frotado en seco y exposición a la luz de forma continua, lo que confirma su importancia en los procesos de teñido de la cúrcuma. Podemos concluir claramente que la cúrcuma se ha posicionado como uno de los tintes naturales más efectivos, mejorando la retención del color en los hilos de alpaca, a la vez que resiste diversas formas de abrasión, lo que la convierte en una candidata viable para aplicaciones textiles sostenibles donde la resistencia y la estabilidad del color son esenciales.

Sucasaca (2022), en el estudio “Efecto del tinte natural obtenido de la inflorescencia de colli en la fijación del color al teñir fibras de alpaca en Puno”. Buscó extraer un pigmento amarillo de la inflorescencia de la planta Colli y evaluar su eficacia para el teñido de fibras de alpaca. El enfoque fue cuantitativo, aplicando ocho tratamientos con dos repeticiones cada uno, lo que resultó en 16 ensayos experimentales. La recopilación de datos se limitó a análisis de laboratorio, empleando fichas técnicas como herramientas principales para la recopilación sistemática de hallazgos. La investigación demostró que el colorante natural obtenido de la inflorescencia influye notablemente en la fijación del color, produciendo una amplia gama de amarillos con alta retención y una excelente resistencia al lavado en las fibras teñidas. Estos hallazgos indican que este colorante es prometedor como auxiliar textil bioprocesado para procesos de teñido que requieren tonos intensos en textiles artesanales o industriales.

Carrasco et al. (2021), en el estudio “Investigación inicial sobre el teñido de fibra de alpaca mediante el uso de extracto acuoso de molle como colorante natural”. Buscaron conocer la aplicación de pigmento natural extraído de fibras de molle frescas y secas para el teñido de fibra de alpaca. Los estudios concluyeron que el extracto se conserva mejor a 5 °C en la oscuridad. Los hallazgos en pruebas de solidez al lavado, empleando los mordientes seleccionados, oscilaron entre 4 y 5 en la escala de solidez, incluso con menos enjuagues con ácido cítrico. Estos hallazgos nos permiten concluir que el ácido cítrico fue el mordiente más eficiente, ya que fijó el color de forma óptima solo cuando se usaron 21 ml de extracto de molle fresco y concentrado y 4 ml de molle seco, demostrando así su eficiencia en el proceso de teñido con un mínimo aporte de tinta.

Farfán et al. (2019), realizaron un estudio titulado “Obtención del colorante natural del col morado y evaluación de su eficacia en procesos de teñido”. El objetivo es extraer colorante natural del repollo morado y evaluar su eficacia en el teñido. La selección y determinación de la muestra se realizó según el objetivo o la experiencia del investigador. El repollo morado, derivado del término latín morun, que se refiere a la mora o mora, tiene un tono entre rojo y morado y pertenece a la familia Brassica oleracea. El procedimiento consiste en usar la materia prima previamente triturada, que posteriormente se somete a cocción con un cierto volumen de agua de proceso. Como resultado se obtuvo un color final dependiendo de un mordiente a usar ejemplo, consideramos más adecuados al limón para obtener el color original, en cambio si utilizamos otro mordiente el color varía en tono y color.

Nina (2018), en el estudio “Extracción y análisis del colorante natural de colli para teñir fibra de alpaca con resultados en tonalidades resistentes y estables”. Buscó obtener un tinte natural desde la planta colli, presente en la región de Puno, usando solventes orgánicos. En la primera etapa, se seleccionaron meticulosamente las materias primas y el tinte se obtuvo de la inflorescencia de alpaca. Este paso garantizó la ausencia de contaminación en el tinte. En esta etapa, se realizó la caracterización mediante espectroscopia infrarroja (IR) tanto del extracto (BE) como del residuo sólido (BSE). El examen IR reveló cambios en los valores de transmitancia (% T) de los enlaces de hidrógeno y carbono, así como de varios grupos funcionales, lo que indicó su presencia. Finalmente, tras una evaluación exhaustiva de todos los parámetros involucrados en los procedimientos de teñido, se establecieron prácticas operativas estándar que detallan los métodos más eficientes para lograr una cobertura uniforme de tintes

naturales en las fibras de alpaca, garantizando al mismo tiempo la máxima fijación y durabilidad.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Fibra Textil

En el ámbito textil, las fibras textiles se describen como filamentos delgados que pueden hilarse o tejerse mediante diversos procesos físicos y químicos. Estas fibras son un componente indispensable de un textil, otorgándole resistencia, flexibilidad y funcionalidad. Una característica distintiva de las fibras textiles es que, a diferencia de otras materias, poseen una longitud considerable en relación con su diámetro, lo que permite formar hilos continuos que pueden usarse para fabricar diferentes tipos de tejidos (Ministerio del Ambiente, 2014).

Las fibras textiles son unidades de material que se caracterizan por una longitud significativamente superior a su diámetro y se usan en la producción de tejidos. El hilo, compuesto de numerosas fibras textiles, constituye el tejido (Villalba, 2000).



Figura 1: Fibras textiles

Nota: Tejidos de Yute FUENTE: (Textiles tejidos, s.f.)

Para que una fibra se considere material textil, independientemente de su origen, debe cumplir los siguientes criterios: elasticidad, resistencia y flexibilidad. Cualquier fibra que carezca de estos tres criterios no será apta para producir hilos con las especificaciones técnicas necesarias para textiles de alta calidad. La fibra constituye el componente esencial de los textiles; se utiliza para producir hilos retorcidos, tejidos y decorativos (Lockuán, 2012).

2.2.2 Clasificación de fibras textiles

“En el siglo XXI se busca crear fibras funcionales y sostenibles, así como fibras inteligentes que puedan adaptarse con precisión a las necesidades cambiantes de usuarios” (Chávez y Cruz, 2022). “Las fibras textiles son divididas según su origen en dos grupos principales: fibras naturales así como fibras sintéticas” (Calvo, 2018).

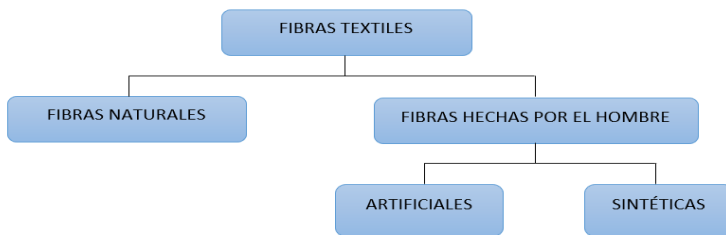


Figura 2: Clasificación de fibras textiles

FUENTE: (Áñez, s.f.)

Fibras Naturales

Las fibras naturales se refieren a aquellos materiales que se dan en la naturaleza en forma de filamentos y, por lo tanto, pueden transformarse en hilos. Según su origen, estas fibras se clasifican en: vegetales, como el algodón y el lino; fibras de origen animal, que provienen del pelo o las secreciones de ciertos animales; y fibras minerales, como el amianto, que provienen de formaciones geológicas y pueden usarse en la producción textil. Dentro del marco artesanal e industrial de la industria textil, cada tipo de fibra posee propiedades físicas específicas que determinan su comportamiento, calidad y aplicaciones (Calvo, 2018).

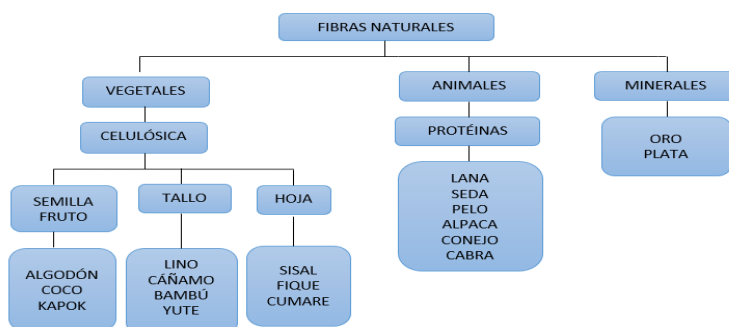


Figura 3: Clasificación de fibras naturales

FUENTE: (Áñez, s.f.)

a. De origen animal

Ministerio del Ambiente (2014), menciona que suelen ser fibras proteicas que se inflaman intensamente, emitiendo un olor distintivo a cuerno carbonizado y produciendo residuos oscuros. Los humanos las han utilizado desde la prehistoria. Y su clasificación es:

- Pelos: las fibras más importantes proceden de ovejas, cabras (mohair de cabras de Angora; cachemira de cabras de Cachemira), diversos camélidos y conejos, debido a su excelente potencial para la formación de hilos.
- Seda: El único hilo continuo generado de la naturaleza lo forma la larva del gusano de seda.
- Cuero: la dermis de los animales utilizada en el procedimiento de curtido.

b. De origen vegetal

Flores (2011), afirma que están compuestos predominantemente de celulosa. Son materiales monofibras (p. ej., algodón) o compuestos por haces de fibras (p. ej., lino, cáñamo, etc.). Emiten una llama luminosa, produciendo un olor a papel carbonizado y una mínima cantidad de ceniza pálida. Y se consiguen de las siguientes partes:

- Tallo: lino, yute, cáñamo, ramio.
- Semilla: algodón, coco, ceiba (o kapok en las regiones angloparlantes).
- Raíz: Agave tequilana.
- Hoja: henequén, sisal, phormium, abacá, esparto, miraguano.

c. Minerales

Los materiales principalmente inorgánicos incluyen amianto, fibra de vidrio y fibra cerámica.

Fibras Químicas

Calvo (2018), menciona que se derivan de polímeros de diversos orígenes mediante procesos químicos. La maquinaria empleada es muy avanzada, por lo que los principales fabricantes son los países más industrializados, concretamente Europa y Norteamérica. Los polímeros naturales, que producen fibras artificiales, contrastan con los materiales derivados del petróleo, que producen fibras sintéticas.

También indica su clasificación:

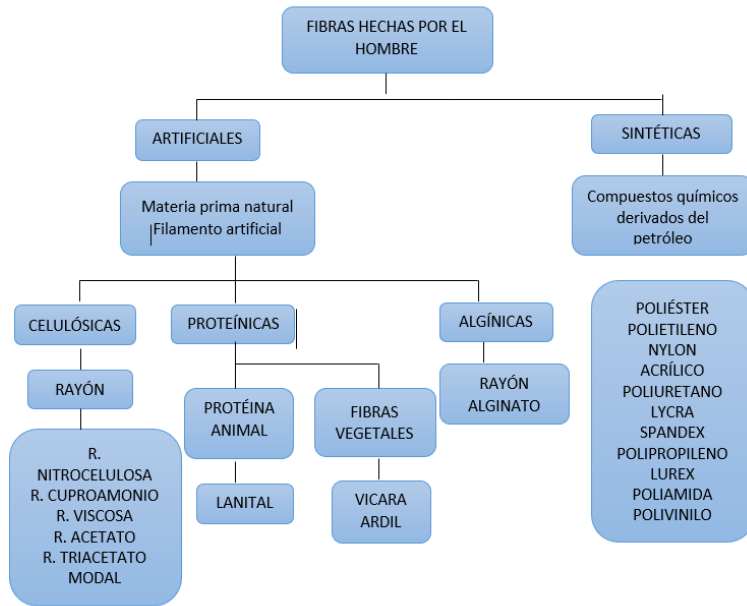


Figura 4: Clasificación de fibras químicas

FUENTE: (Áñez, s.f.)

a. Origen Artificial

Incorporan un elemento natural en su producción. Son sintéticos (celulosa).

- Celulósicas: Rayón Viscosa y Tencel, Rayón Triacetato, Rayón acetato.
- Protéicas: Caseína, Lanital.
- Minerales: Fibra de vidrio, Hilo metálico.

b. Origen Sintético

No usan componentes naturales, son químicos.

- Modacrílicas: Fibras Olefínicas, Fibras Spandex, Fibras Aramílicas.
- Microfibras: Fibras Poliamídicas, Fibras Poliéster, Fibras Acrílicas.
- Bicomponentes: Fibras Acrílicas, Fibras Poliamídica, Fibras Olefínicas, Fibras Poliéster.
- Monocomponentes: Fibras Poliéster, Poliamida, Poliacrílico.

2.2.3 Fibra de alpaca

El término alpaca deriva del quechua «alpaca» o «paco». Es un camélido rumiante apto para subsistir en pasturas extremadamente pobres. Puede alcanzar una longitud mayor a un metro y un peso que oscila entre los 60 y los 70 kilos (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2006). Las fibras provienen de la lana de alpaca. Se distingue por su ligereza, su resistencia superior a la de la lana de oveja y su excepcional aislamiento contra el frío. Las fibras son suaves, densas y cortas, además de sedosas y rectas. La fibra de alpaca se utiliza para producir textiles de alta calidad y ropa deportiva para actividades al aire libre. (



Figura 4: Alpacas Huacayas

FUENTE: National Geographic (2015).

Las fibras de alpaca se clasifican como fibra de alpaca, lo que permite su integración en la ganadería. Este recurso tiene una gran importancia doméstica y social debido a su valor histórico y cultural. Su origen se remonta a las antiguas culturas del altiplano andino, que hoy abarca Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Estas comunidades fueron de las primeras en adoptar la domesticación de la vicuña silvestre. Mediante la crianza selectiva, lograron crear lo que hoy conocemos como alpaca (*Vicugna pacos*), esencial para su supervivencia. Además de su fina fibra textil, estos pueblos también apreciaban la carne, el cuero y el estiércol, que se utilizaban como combustible, y todos sus derivados servían como valor de intercambio a nivel económico y social (Textiles tejidos, 2019).

La fibra de alpaca posee atributos distintivos, como su tono, finura, resistencia a la tracción, flexibilidad, longitud, suavidad así como conductividad térmica. Estas fibras poseen una calidad superior, lo que las hace importantes para el sector textil (Mamani, 2020).

Tabla 1:

Porcentaje de producción de pelo de alpaca por regiones

PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE PELO DE ALPACA POR REGIONES	
Regiones	% de producción nacional de pelo de alpaca
Puno	39.6 %
Cusco	14.7 %
Arequipa	12.7 %
Huancavelica	08.3 %
Apurímac	05.9 %

FUENTE: CONVEAGRO (2021).

Propiedades de la fibra de alpaca

Las fibras de alpaca son reconocidas como fibra especializada debido a su inigualable suavidad, flexibilidad, resistencia al fuego, baja tendencia al enfieltrado y propiedades hipoalergénicas. Las prendas confeccionadas con estos tejidos son fáciles de mantener y presentan una caída y un brillo sofisticados, además de una textura refrescante. Su atractivo visual las hace ideales para prendas como capas con pliegues marcados y definidos. El rendimiento limpio del vellón oscila entre el 85 % y el 93 %, lo que simplifica el procesamiento posterior. Tanto las alpacas como las vicuñas producen fibras suaves de gran resistencia. Su capacidad de absorción de humedad es baja (entre el 9 % y el 13 %), y las pequeñas bolsas de aire en el núcleo contribuyen a un aislamiento térmico eficaz, lo que permite su adaptación a diversos climas (Quispe et al., 2009).

La fibra de alpaca, la materia prima de mayor importancia estratégica obtenida de este camélido andino, ha aumentado su valor comercial e industrial gracias a su excepcional calidad. Se considera uno de los textiles más finos y lujosos del mundo. Esta fibra destaca por sus extraordinarias propiedades, como suavidad y resiliencia. La lana de alpaca exhibe una combinación única de características, como ligereza, resistencia, brillo natural y una excelente capacidad de retención de calor (Asociación civil alpaca Perú, 2020).

Tabla 2:

Composición Elemental de la Fibra de Alpaca

COMPONENTE	%
Carbono	50
Oxígeno	20
Nitrógeno	18
Hidrógeno	7
Azufre	5

FUENTE: Adaptado de Díaz (2011).

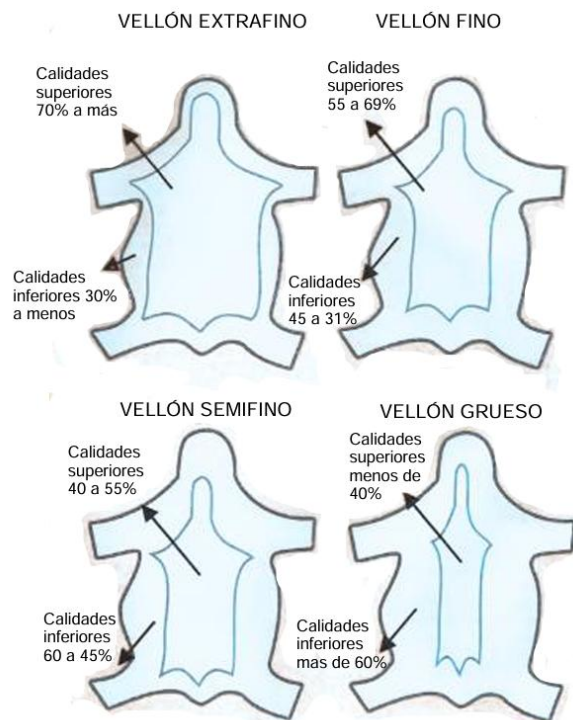


Figura 5: Tipos de vellón según su finura

FUENTE: Zárate (2012).

a. Propiedades químicas de la fibra de alpaca

Trejo (1992) afirma que la fibra de alpaca posee las siguientes propiedades químicas:

- Acción de las sales metálicas: El pelo de alpaca presenta una alta capacidad de adsorción de óxidos metálicos y, al exponerse a soluciones de sales de metales pesados, actúa como agente reductor del óxido.

- **Acción de los álcalis:** Esto se evidencia por la marcada afinidad del pelo por ellos, que conserva de forma persistente. Se disuelve fácilmente en la solución de hidróxido de sodio al 5%. Los álcalis más débiles, como el carbonato de sodio y potasio, así como el jabón, presentan menor corrosividad; sin embargo, a temperaturas elevadas, pueden causar daños significativos a la fibra.
- **Acción a los ácidos:** La fibra se expone a ácidos débiles en bajas concentraciones, los tolera y mantiene cierto grado de estabilidad química, ya que debilitan el material y finalmente provocan su descomposición completa. La carbonización controlada utiliza soluciones diluidas de ácido sulfúrico para eliminar los residuos vegetales adheridos a las fibras industrialmente.
- **Efecto de los solventes orgánicos:** Por lo general, los disolventes orgánicos usados para la limpieza y eliminación de manchas de prendas de lana no dañan las fibras. Esto se debe a su baja agresividad química. Dichos disolventes son capaces de eliminar la suciedad o las impurezas sin dañar las propiedades físicas ni la estructura de las fibras de lana tratadas.
- **Resistencia biológica de la fibra:**
 - **Microorganismos:** Tiene resistencia parcial a bacterias así como hongos; sin embargo, esto depende de las condiciones de almacenamiento; en ambientes húmedos y polvorientos, puede deteriorarse.
 - **Insectos:** La fibra, al ser una proteína, constituye una fuente de alimento para insectos.

b. Propiedades físicas de la fibra de alpaca

- **Finura de la fibra:** Esto fluctúa según las distintas calidades de fibra de alpaca. Las fibras presentan una finura predominantemente constante. La fluctuación del diámetro en relación con la finura se atribuye a factores genéticos o ambientales. Es evidente que, a medida que incrementa el diámetro, el porcentaje en modulaciones aumenta de forma similar dentro de los rangos de finura. La varianza en el área transversal se caracteriza por la circularidad en individuos con mayor finura y una elipticidad creciente en aquellos con diámetros mayores (Nina, 2018).

Tabla 3 :

Estándares promedio de finura de fibra de alpaca

CALIDAD	FINURA (MICRONES)
Baby	20.5
Baby	22.0
First Fleece	25.5
Huarizo	30.0
Suri First Fleece	25.5
Suri Huarizo	30.0
Gruesa	33.0
Mixed Pieces	30

FUENTE: Ministerio de Agricultura CONACS (2010).

Tabla 4:

Rangos para categorización de vellones de alpaca (NTP 231.300:2004)

CATEGORIA	CONTENIDO DE CALIDADES		LONGITUD DE MECHA MÍNIMO mm	COLOR	CONTENIDO DE BABY % MÍNIMO
	SUPERIORES %	INFERIORES %			
Extrafina	70 o mas	30 o menos	65	Entero*	20
Fina	55 a 69	45 a 31	70	Entero*	15
Semi fina	40 a 55	60 a 45	70	Entero* - canoso	5
Gruesa	Menos de 40	Mas de 60	70	Entero* - canoso - pintado	---

***blanco – beige – café – gris – negro**

FUENTE: Zárate (2012).

- Longitud de la fibra de alpaca: la cual afecta a las características de los hilos cortados, como resistencia, uniformidad y vellosidad. Al ser continuos los hilos pueden convertirse en hilos con poca o ninguna torsión, produciendo un aspecto suave y brillante, sobre todo cuando no hay ondulación. Las fibras onduladas, como la lana tienen más volumen y mejores propiedades aislantes y esto se debe a que tiene más aire atrapado. La forma escamosa y las características de la superficie de

una fibra presentan un efecto importante en propiedades como la cohesión, humectación, mecha, facilidad de limpieza de las fibras, así como el recubrimiento del tejido y el brillo. El diámetro de las fibras naturales suele variar a lo largo de su longitud, por lo que se utiliza una media, suele medirse en millonésimas de metro, conocidas como "micras" o "micrómetros" (usando el símbolo μm). Las fibras textiles típicas poseen un diámetro de entre 10 y 20 μm , aunque algunas pueden alcanzar los 50 μm . Las fibras sintéticas pueden fabricarse en diámetros que van desde los 6 μm (conocidas como microfibras) hasta las fibras para alfombras de alta resistencia (más de 40 μm). También se producen nano fibras con un diámetro inferior a 100nm. A diámetro más pequeño produce fibras "más finas" con una mayor maleabilidad, flexibilidad y suavidad. Esto se traduce en un tejido con una mejor suavidad al tacto y caída (Sinclair, 2015).

- Rizamiento u ondulación: Las fibras finas poseen características importantes que resultan útiles para los programas de selección genética en los rebaños. Las fibras rizadas poseen un mayor valor textil (Zárate, 2012). En alpacas, Huacaya mostró una correlación de 0,64 y Suri de 0,79 entre el índice de la curvatura (grados/mm) y el diámetro (μm), con una correlación adicional de 0,44 con la frecuencia de rizo. Esto indica que el índice de curvatura es, de hecho, un mejor predictor del diámetro que la frecuencia de rizo. Los rizos inferiores a 50 grados/mm se consideran bajos, los de entre 60 y 90, medios, y los superiores a 100, altos (Holt, 2006).
- Índice de confort: Se describe como la proporción de fibras de alpaca inferiores a 30 micras, también conocido como factor de confort. La proporción de fibras superiores a 30 micras se entiende como factor de picazón (FI). Ambas métricas del IC son parámetros cuantitativos para analizar la interacción del sistema humano en los 12 intercambios que se producen entre el uso de la prenda y el cuerpo de la persona, y la antropometría de una fibra textil específica (Contreras, 2009).
- Diámetro de la fibra de alpaca: Es un atributo físico crucial en su clasificación, lo que influye en su precio de mercado. La comercialización suele basarse en el peso del vellón; sin embargo, muchas empresas privadas ofrecen incentivos según su

finura. No obstante, evaluar el diámetro de la fibra supone un desafío financiero para las metodologías actuales, especialmente para los pequeños fabricantes (McGregor, 2008). El mejor producto obtenido de la alpaca es el vellón, compuesto de fibras finas y gruesas (Villaroel, 1983).

- **Elasticidad:** La fibra de alpaca tiene una excelente flexibilidad y resistencia, lo que la hace equivalente a la lana así como otras fibras animales (Ascalpe, 2019). Esto es a la capacidad de la fibra de volver en la longitud original después de ser estirada, dentro de límites específicos; más allá de cierto punto, cuando se interrumpen las conexiones químicas, la lana no recupera su longitud inicial (Nina, 2018). Existen dos tipos básicos de recuperación: recuperación elástica, que se produce prácticamente de forma instantánea tras la eliminación de la tensión. La recuperación por fluencia, que se produce gradualmente tras la eliminación de la tensión. Una fibra elastómera se define como una recuperación elástica rápida y sustancialmente completa (Chávez, 2022).

2.2.4 Procesamiento del hilado artesanal con fibra de alpaca

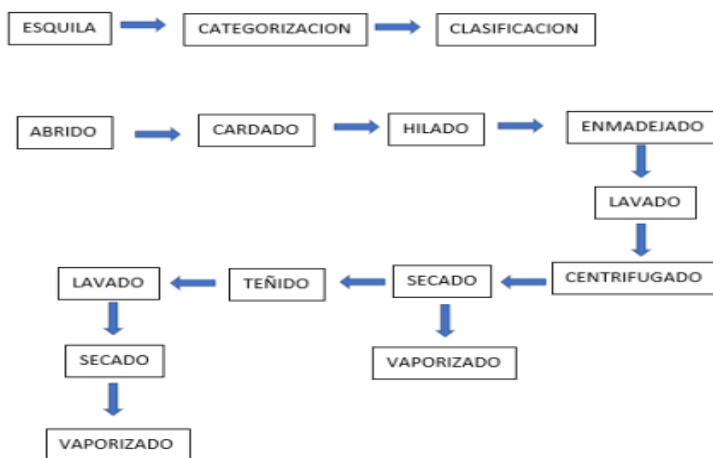


Figura 6: Flujograma del proceso de hilado artesanal

FUENTE: Terroba (2023).

a. Esquila

“La esquila de alpacas es una actividad relevante en los productores de alpacas, ya que significa la culminación de un año de manejo así como cuidado diligente de sus alpacas, lo que refleja su estatus económico y bienestar socioeconómico” (Zárate, 2012).

En las zonas rurales, el corte de la lana se realiza con cuchillos, trozos de vidrio y latas. Estos métodos no solo ralentizan la electrificación, sino que también causan daños incalculables a las cabezas de los animales y a las fibras de lana. De hecho, esquilar el vellón afecta profundamente el grosor de la lana y su calidad general. La gente prefiere usar tijeras o "lapiacos", muy de moda entre los habitantes del campo que visitan el lugar durante las vacaciones. Sin herramientas eléctricas, esto se puede hacer principalmente durante el otoño (octubre-noviembre), en primavera y hasta el otoño (febrero-marzo), dependiendo de la latitud (Zárate, 2012).

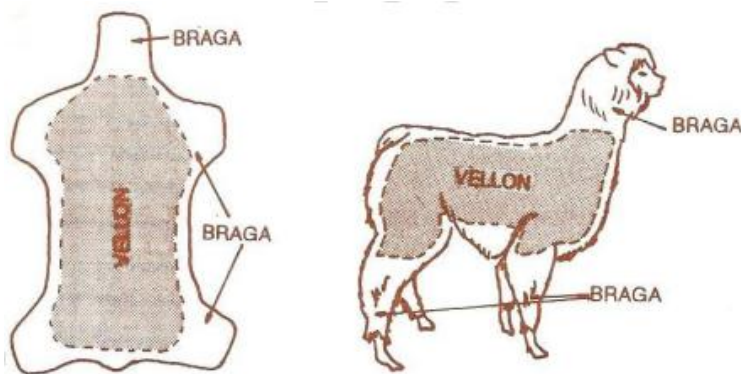


Figura 7: Delimitación del vellón y bragas en una alpaca huacaya

FUENTE: Zárate (2012).

- Guía para la esquila de alpacas
 - Amarrado y sujetado
 - Esquila del brazo izquierdo
 - Patas posteriores
 - Esquila de la barriga
 - Patas delanteras
 - Esquila del cuello y cabeza
 - Manejo del Vellón

b. Categorización: Para Zárate (2012), representa un entorno bien iluminado, impecable y ordenado, equipado con maquinaria de calidad, mesas, armarios y bidones. Los vellones se transportan a la zona de descarga, clasificación y selección, donde se extienden sobre la mesa cuadrículada.

Con el procedimiento que se detalla:

- Mesa de Desbrague: Esta mesa cuenta con una rejilla diseñada para permitir el paso de la suciedad y las impurezas (tierra, materia vegetal, excrementos) durante la

extensión del vellón para el desforre y el ribeteado, garantizando así un vellón limpio y uniforme.

- **Categorización de Vellones:** Esta tarea debe ser realizada en el personal cualificado con experiencia, discernimiento así como conocimiento de material textil y sus características tecnológicas. Asimismo, debe estar bien versado en las normas técnicas pertinentes y sus aplicaciones.
- **Envellonado:** Esta es la técnica para presentar todo el vellón enrollado en un tambor, con los extremos de mecha orientados hacia afuera.

c. Clasificación: La clasificación, similar a la categorización, es mucho más estricta y requiere profesionales altamente capacitados, dotados de principios, ética, buen juicio, tacto y previsión para aislar los componentes de la fibra y asignarles sus características apropiadas de acuerdo con los requisitos técnicos (NTP. 231.301:2004) (Zárate, 2012).

Tabla 5:

Clasificación por grupo de calidades; sus requisitos (NTP 231.301:2004)

Grupo de calidades/ clasificación	Micronaje (Micras) um	Longitud (Hm) mm	Humedad máxima %	Sólidos minerales máximo %	Contenido grasa máximo %
Alpaca baby	Hasta 23	65	8	6	4
Alpaca fleece	23.1 a 26.5	70	8	6	4
Alpaca médium fleece	26.6 a 29	70	8	6	4
Alpaca huarizo	29.1 a 31.5	70	8	6	4
Alpaca gruesa	Mas de 31.5	70	8	6	4
Alpaca corta		20 a 50	8	6	4

FUENTE: Zárate (2012).

- **Muestreo de fibra de alpaca vellón:** Esta norma aplica al muestreo de vellones categorizados o lotes de fibras clasificadas para evaluación analítica en laboratorios certificados, orientado a determinar la finura del material textil, lo que asegura la comercialización y validación del producto (Zárate, 2012).

Guía del proceso de muestreo del vellón de alpaca:

- Ensacado y cocido.

- Pesado.
- Codificación, arrumado y almacenado.
- Supervisión de la actividad.
- Muestreo para control de calidad.

Tabla 6:

Muestreo de vellones (NTP 231.302:2004)

Nº de vellones por categoría	Nº de vellones a extraer	Nº de vellones por categoría	Nº de vellones a extraer
De 1 a 9	Todos	1001 a 1500	6%
De 10 a 99	10	1501 a 2000	4%
De 100 a 500	10%	2001 a mas	2%
De 501 a 1000	8%	—	—

FUENTE: Zárate (2012).

d. Abrido: Inicialmente, funcionará para abrir mecánicamente la fibra de alpaca categorizada sin fracturar los filamentos, creando así pequeños mechones y mejorando la extracción de impurezas como tierra, materia vegetal, desechos orgánicos, espinas, desperdicios y suciedad (Terroba, 2023).



Figura 8: Proceso manual de abierto de pelo de alpaca

FUENTE: Terroba (2023).



Figura 9: Abridora eléctrica de pelo de alpaca

FUENTE: Terroba (2023).

- e. **Cardado:** El cardado es un procedimiento mecánico que desenreda, purifica y mezcla las fibras para crear una banda o mecha continua, adecuada para su posterior procesamiento. El cardado es el elemento fundamental de la hilatura, por lo que la cardadora es el núcleo de la hilandería (Terroba, 2023).



Figura 10: Cardado manual de pelo de alpaca

FUENTE: Terroba (2023).



Figura 11: Cardadora eléctrica de pelo de alpaca

FUENTE: Terroba (2023).

f. Hilado: Se denomina al pelo de alpaca fibra discontinua o corta, el hilado propiamente dicho es cuando las fibras están intrincadamente entrelazadas hasta una longitud considerable y se usan directamente en la producción de textiles y su ensamblaje. Fibras filamentosas discontinuas formarán la denominada hilaza (Solé, 2020).

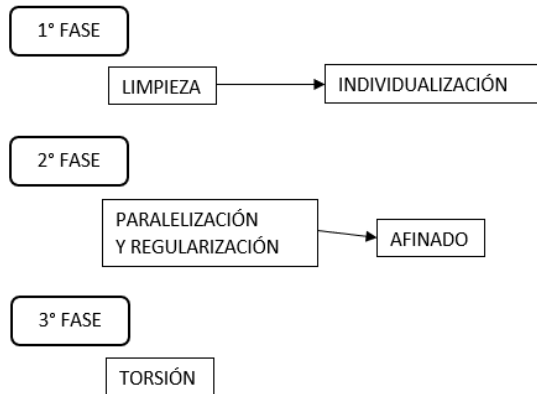


Figura 12: Fases de obtención de los hilos de fibra discontinua

FUENTE: Solé (2020).

- Características generales de los hilos: Solé (2020), se sostiene que estos atributos caracterizan los hilos; por consiguiente, la composición, grosor, elasticidad, regularidad, etc., deben expresarse mediante fórmulas estandarizadas y cuantificarse en unidades aceptadas internacionalmente, garantizando así que cada hilo posea una nomenclatura única para su identificación y reconocimiento. Enumerando los siguientes atributos:
 - Su composición: Se realiza mediante un microscopio especializados que identifican la presencia de ciertos componentes.
 - Es evaluado mediante un instrumento especializado denominado el torsiómetro.
 - Su resistencia: Este parámetro se denomina longitud de rotura e indica la longitud máxima que puede alcanzar un hilo antes de fracturarse por su propio peso al colgarlo de un extremo.
 - El estiramiento: Se refiere a la capacidad de un hilo para resistir el estiramiento sin fracturarse. Se cuantifica con un dinamómetro. Una elongación inferior al 5% indica una calidad inferior de la fibra. Una elongación aceptable es de aproximadamente el 8%, mientras que una excelente es de casi el 12%.

- La elasticidad: Es la capacidad de soportar la deformación y recuperar su longitud inicial al cesar la fuerza aplicada.
- La regularidad: La regularidad denota las fluctuaciones de diámetro que se da un hilo a lo largo de toda su longitud. Se cuantifica con un regularímetro. Se expresa mediante: nudos, gatas (grosor máximo), xémicas (grosor mínimo) y neps (enredos de fibras).
- Torsión y retorsión: El sentido tanto de la torsión como de la retorsión, puede ser S o Z (Solé, 2020).



Figura 13: Torsión “Z” y “S” de los hilos

FUENTE: Solé (2020).

Actuando en el sentido tanto de la torsión de los hilos a un cabo, como con la retorsión de los hilos a varios cabos, se pueden obtener diferentes efectos sobre el hilo final resultante (Solé, 2020).

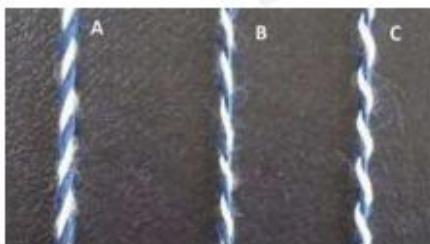
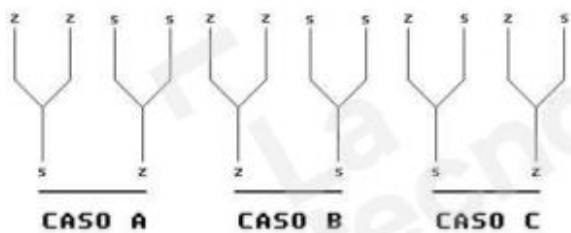


Figura 14 :Diferentes efectos sobre el hilo

Nota: CASO A: Dos hilos girados girados ambos en sentido “z” o en sentido “s”, forman un cabo de dos hilos girado en sentido diferente a los hilos de origen. CASO B: Dos hilos girados girados ambos en sentido “z” o en sentido “s”, forman un cabo de dos hilos girado en sentido igual a los hilos de origen. CASO C: Dos hilos girados girados uno en sentido “z” y el otro en sentido “s”, forman un cabo de dos hilos girado en sentido “z” o en sentido “s”. FUENTE: Solé (2020)

- Título de los hilos: El título o número de un hilo, es la vinculación que existe del peso de una determinada longitud de hilo (sistema directo), o la longitud de hilo que cabe en un peso determinado (sistema inverso). los sistemas de numeración más importantes y a la vez más usados son: (Solé, 2020).
 - Sistema directo: El título está determinado por el peso de la longitud fija utilizada como estándar, indicando el peso de longitud constante de hilo. TEX (sistema directo), se define como el número de gramos que pesa una longitud de 1000 metros de hilo, ejemplo; si tenemos una madeja de 1000 metros nos ha pesado 50 g por tanto su título será 50 tex.
 - Sistema inverso: En el procedimiento inverso, la cantidad se caracteriza por la longitud del hilo específico. NÚMERO MÉTRICO NM (sistema inverso), se define como el número de kilómetros de hilo, que es de un peso de 1000 gramos, ejemplo; en una situación que necesitemos 40 madejas de 1000 metros cada una de (40000 metros) hasta equilibrar la balanza, luego el título será NM 40.

g. Enmadejado: Consiste en hacer madejas los hilos.



Figura 15: Madejadora eléctrica

FUENTE: Terroba (2023).

2.2.5 Molle (*Shinus Molle*)

Descripción del árbol de molle (*Shinus Molle*):

- Forma: Especie arbórea perennifolia que tiene entre 4 y 8 metros de altura, llegando hasta los 15 metros.
- Copa / Hojas: Presenta una copa amplia y redondeada, que proporciona sombra parcial. Las hojas son alternas, colgantes, compuestas e imparipinnadas, miden entre 15 y 30 cm, y contienen savia lechosa. Están formadas por 15 a 41 folíolos usualmente opuestos, lanceolados, de 0,85 a 5 cm y color verde amarillento.
- Tronco / Ramas: Tronco de forma retorcida, con ramas flexibles, colgantes y bien expuestas.
- Corteza: De textura gruesa, agrietada, con tonalidad marrón oscuro.
- Flores: Inflorescencias en panículas axilares de 10 a 15 cm en las hojas terminales, con abundantes flores pequeñas, amarillentas, de 6 mm de diámetro.
- Frutos: Presentan un exocarpo brillante y coriáceo que se seca al madurar, y un mesocarpo delgado, de textura resinosa. Conposeen una o dos semillas por fruto.
- Semilla(s): Las semillas tienen un embrión completamente formado que ocupa toda la cavidad.
- Raíz: Sistema radicular superficial y prolongado.
- Sexualidad: Monoica.



Figura 16: Árbol de molle (*Shinus Molle*)

FUENTE: Elaboración propia

a. Origen del Molle (*Shinus Molle*)

Un árbol típicamente americano, originario de las zonas interandinas del centro de Perú. Esta especie se utiliza ampliamente como árbol ornamental en regiones áridas así como semiáridas de todo el mundo. En Perú, es una especie forestal distintiva de estepas espinosas (Choque y Montalvo, 2012).

El molle es originario de Perú y se extendió por la región andina, incluyendo Ecuador, Bolivia y Chile, antes de las invasiones hispánicas. Posteriormente, los españoles lo introdujeron en Centroamérica y México, donde se le denominó "Árbol del Perú". Su etimología se remonta a la palabra quechua "mulli". Varios cronistas y naturalistas documentaron su presencia durante la conquista española. Se registra su presencia en los Andes, así como en Misiones, que abarca partes del norte de Uruguay, Brasil y el noroeste de Argentina. Actualmente prospera en regiones tropicales y su uso se ha estudiado en África, la India y el Mediterráneo (Rojas, 2016).

b. Clasificación del Molle (*Shinus Molle*)

La categorización taxonómica de la muestra colectada en Lima, distrito de Lurigancho-Chosica a 861 m.s.n.m., fue realizada por el Biólogo Hamilton Beltrán y validada de acuerdo con el Sistema de categorización de Cronquist de 1981, dando como resultado la siguiente clasificación:

Tabla 7:

Clasificación taxonómica de *Schinus Molle*

REINO	PLANTAE
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiaceae
Género	<i>Schinus</i>
Especie	<i>Schinus molle</i> L.

FUENTE: Rojas (2016).

c. Características del Molle (*Shinus Molle*)

- Descripción Botánica

El *Schinus molle* es un árbol frondoso, que es parte de la familia Anacardiaceae, con alturas de 3 a 10 metros, con algunos ejemplares que alcanzan hasta 15 metros, dependiendo de la región geográfica. El tallo es robusto, con corteza gruesa, resistente, escamosa y fisurada, de color ceniza y marrón oscuro, que a menudo libera excreciones corticales y resinas pálidas. Las raíces están muy desarrolladas y se extienden hasta una profundidad de 20 metros. Las ramas superiores son delgadas y dispersas, con hojas alternas, colgantes, estrechas, perennes y lanceoladas. Las ramas primarias están orientadas hacia arriba, y las ramas secundarias colgantes se extienden hacia abajo, dando lugar a un follaje exuberante. La copa es redonda y se considera decorativa (Choque y Montalvo, 2012).

La inflorescencia se entiende como una panícula múltiple terminal, con numerosas flores pequeñas y lampiñas dispuestas en racimos, típicamente de color amarillo verdoso. Esta especie es dioica, caracterizada por la presencia de flores hermafroditas tanto femeninas como masculinas, ubicadas en ramas separadas. El fruto es una drupa semicarnosa y globular de 4-6 mm de diámetro, caracterizada por un mesocarpo dulce y un exocarpo delgado y rojizo, dispuestos en racimos. Permanece en el árbol durante un largo periodo y, al alcanzar la madurez, la cáscara suele desecarse (Rojas, 2016).

Las semillas son pequeñas, esféricas, arrugadas y opacas, y su color varía del marrón al negro, con un sabor que recuerda a la pimienta, de ahí su denominación de pimienta falsa. Las semillas trituradas producen pimienta blanca, mientras que las semillas enteras producen pimienta rosa (Llanos, 2012).

- Distribución

Schinus molle, comúnmente llamado molle, es una especie endémica de las regiones secas y templadas de Sudamérica. Se encuentra en las laderas occidentales del área interandina, así como en los Andes peruanos, sus valles y las regiones costeras. Su altitud oscila entre los 0 y los 3800 m sobre el nivel del mar, con un límite superior cercano a los 3500 m en el centro así como sur del Perú. Esta especie prospera en climas con precipitaciones anuales de entre 300 y 2000 mm y temperaturas de entre 18 y 34 °C. El molle se distingue por su capacidad regenerativa de raíces profundas (hasta 20-30 metros), lo que le permite adaptarse a suelos áridos. Estos suelos se caracterizan por ser moderadamente alcalinos y recibir insolación directa

durante largos períodos. Además, *Schinus molle* tiene baja tolerancia a las heladas, a la vez que es resistente a sequías, plagas y enfermedades (Luna, 2016).

- Cultivo

El árbol responde favorablemente a la poda; se recomienda realizar una poda de formación y una poda higiénica en los maduros. El riego es crucial durante las fases iniciales. No es necesario fertilizar. La siembra debe realizarse en sustratos porosos para eliminar los inhibidores de germinación. Las semillas, sumergidas durante varios días, se colocan en semilleros y posteriormente se trasplantan con sus raíces a contenedores. Se plantan en el suelo a una distancia mínima de 8 metros, en zonas con espacio e iluminación adecuados, alejadas de estructuras e instalaciones subterráneas (Clemente y Paucar, 2017).

- Hábitat

Schinus molle se encuentra a lo largo de caminos, en zonas con vegetación, en terrenos pedregosos y montañosos, en fincas y en laderas con pendientes de entre el 20 % y el 40 %. Se desarrolla en climas subtropicales y templados cálidos, así como en regiones semiáridas, templadas secas y templadas húmedas. Sus requerimientos de suelo son moderados, pero prefiere los arenosos. Tolerancia suelos pedregosos, compactos y densos (CONABIO, s.f.).

d. Usos: Rojas (2016), detalla los siguientes usos:

- Aromatizante [toda la planta]: Toda la estructura del árbol desprende un intenso y característico aroma, producto de la abundancia de aceites y compuestos volátiles.
- Base para chicle [resina]: La resina blanquecina del árbol se emplea en Sudamérica como goma de mascar, atribuyéndosele propiedades para fortalecer las encías y aliviar úlceras bucales.
- Colorante [hoja, tallo, corteza, raíz]: La decocción de distintas partes vegetales (hojas, tallos, raíces y corteza) se aplica como tinte natural para lana, logrando tonalidades amarillas claras.
- Combustible [madera]: La madera se usa como leña y también para producir carbón vegetal.
- Comestible [fruto]: Los frutos son empleados para preparar bebidas tradicionales; en México, se mezclan con atole o se fermentan con pulque.

- Cosmético e higiene [hoja y semilla]: De las hojas se saca un aceite esencial usado en productos bucales como enjuagues y pastas dentales. Las semillas aportan aceites usados como fijadores en perfumes, talcos, lociones y desodorantes.
- Curtiente [corteza]: La corteza se aprovecha para teñir pieles en procesos artesanales.
- Forraje [fruto]: Los frutos proporcionan nutrientes importantes para aves silvestres.
- Uso en herramientas [madera]: La madera es aprovechada para fabricar mangos, estacas, herramientas agrícolas y partes de sillas de montar.
- Insecticida / Tóxica [fruto y hoja]: El aceite esencial presente en hojas y frutos tiene acción insecticida, especialmente como repelente de moscas. El fruto contiene hasta un 5 % de este aceite, y las hojas hasta un 2 %.
- Medicinal [hoja, flor, fruto, corteza]: El pirul posee una amplia gama de propiedades medicinales, como analgésico, antibacteriano, antidepresivo, antifúngico, antiviral, diurético y expectorante. En las regiones central y norte del país, su uso es particularmente común para trastornos gastrointestinales como cólicos y estreñimiento. Las infusiones o las hojas trituradas se usan para tratar infecciones de transmisión sexual, conjuntivitis e incluso cataratas. Aunque su resina es tóxica. Las ramas se trituran para obtener pasta o alcohol, que se utiliza para aliviar dolores musculares o reumatismo. Externamente, se puede usar para fracturas en todas las partes de la planta. El eucalipto combinado con hojas de pirul ayuda a tratar la hipertensión y la ansiedad si se inhala durante las olas de frío. Las hojas secas se usan en Pirul Argentina para problemas respiratorios urinarios menstruales junto con fiebre también. Para aliviar el dolor de garganta, como expectorante, antifúngico o diurético podemos tomar su aceite esencial que actuará fuertemente sobre las bacterias y hongos V8.
- Melífera [flor]: Apicultura

2.2.6 Extracción del colorante acuoso

Alarcón y Lucas (2020), como mencionan en proyecto de investigación que la extracción acuosa del tinte es un método convencional, cuyo procedimiento es para material vegetal y pulverizado en solvente de agua destilada se da en relación de baño de 1:10 con extracción de 60 minutos a 90 °C en un vaso de precipitados abierto de acero inoxidable. La superficie se agita manualmente para distribuir uniformemente el material vegetal en el líquido.

La extracción consistió en hervir el material vegetal en agua en una hora en recipiente de acero inoxidable. Se usaron cien gramos de material vegetal por litro de agua; además, se probaron doscientos gramos de material vegetal, lo que resultó en tonos más intensos. Tras la ebullición, la solución se filtró a través de un tamiz, usando una gasa si era necesario para capturar los restos vegetales (Palacios y Ullauri, 2020).

2.2.7 Proceso de teñido

La literatura técnica y las aplicaciones industriales para el teñido de lana emplean colorantes ácidos a pH inferiores a 5. Las fibras proteínicas presentan propiedades tanto ácidas como básicas; su naturaleza ácida permite, en ocasiones, el teñido directo con colorantes básicos. El uso de sales metálicas (Chávez y Mendoza, 2020).

El teñido de una fibra textil es un procedimiento en el cual la fibra, al entrar en contacto con una solución de tinte, transfiere el colorante de la solución acuosa a la fibra, donde se fija y resiste la reintroducción en la solución. Esta resistencia se atribuye a la energía del enlace fibra-tinte, que depende de las estructuras moleculares del tinte y la fibra, así como del proceso de teñido empleado (Chávez y Mendoza, 2020).

Teñido por sistema discontinuo (Agotamiento)

Este procedimiento es aplicable a fibras, hilos y telas. El tinte se fija primero a la superficie del material mediante el movimiento en el baño o junto con un sustrato, que soporta fuerzas de adhesión estáticas. Posteriormente, dependiendo de la temperatura y el tiempo, se difunde en la fibra. En la última etapa, también bajo la influencia de la temperatura y el tiempo, se produce la transferencia del tinte dentro de la fibra, lo que resulta en una penetración profunda uniforme. Este complejo proceso implica una compleja interacción química entre el tinte disperso y las fibras sumergidas (Lockuán, 2012).

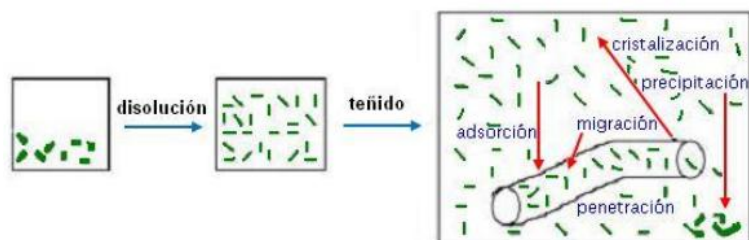


Figura 17: Fases del proceso de tintura

FUENTE: Lockuán (2012).

Durante la tintura se dan fases simultáneamente:

a) Primera fase: En la primera fase del proceso, el colorante sólido alcanza el equilibrio con su baño de tintura correspondiente. Este equilibrio se establece ya sea como moléculas independientes y solubles, como micelas (agrupaciones de moléculas altamente solubles) o como micropolvos (pequeños cristales de colorantes con baja solubilidad). La forma de disolución alcanzada en el equilibrio determina la extensión y la uniformidad de la eficacia del teñido (Lockuán, 2012).

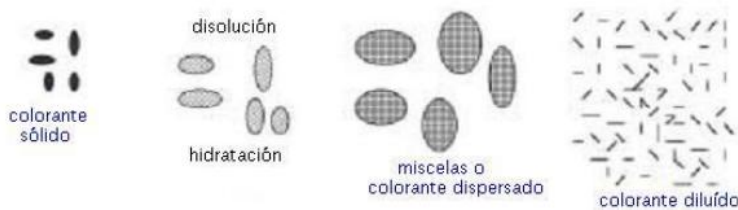


Figura 18: Solución de los colorantes dispersables

FUENTE: Lockuán (2012).

Los colorantes tiene que ser solubles en agua; por lo tanto, es esencial distinguir entre colorantes solubles así como dispersables.

(Lockuán, 2012).

- Los colorantes iónicos se clasifican en dos categorías:
 - Colorantes aniónicos, procedentes de sales sódicas de fenoles, ácidos carboxílicos;
 - Colorantes catiónicos, que normalmente se originan a partir de sales con un anión como cloruro, sulfato o acetato, más frecuentemente, nitrógeno, con carga positiva.
- Los colorantes dispersos presentan baja solubilidad (de 0,05 a 40 mg/l), que incrementa con temperatura. No obstante, se alcanza un equilibrio de moléculas disueltas así como dispersas, estando estas últimas envueltas por moléculas de disolvente. Los colorantes de alto peso molecular presentan una solubilidad reducida en agua (Lockuán, 2012).

b) Segunda fase (adsorción): En esta etapa, las moléculas se adhieren primero a la superficie de los polímeros debido a su afinidad química y forman enlaces moleculares específicos. Las condiciones termodinámicas del proceso se ven

directamente influenciadas por la temperatura, el nivel de afinidad, el pH y la aplicación de agentes auxiliares. Estos procesos rigen el equilibrio de la reacción y determinan su progreso (Lockuán, 2012).

- En los colorantes dispersos: La tasa de adsorción del colorante, disperso en moléculas, aumenta a temperaturas elevadas. Los colorantes de alto peso molecular presentan menor solubilidad en agua, forman un mayor número de enlaces con las fibras y presentan una disminución del baño de coloración mejorada y acelerada a temperaturas elevadas (Lockuán, 2012).
 - En los colorantes iónicos: Los tintes con pesos moleculares elevados presentan una menor solubilidad en agua, establecen enlaces con fibra y, en consecuencia, agotan los baños con mayor rapidez. En los tintes iónicos, a diferencia de los tintes dispersos, la fibra alcanza su punto de saturación gradualmente (Lockuán, 2012).
- c) Tercera fase (difusión):** En este punto, el colorante, que se absorbe en manera molecular sobre la superficie usando la formación de enlaces y la escisión, suele penetrar las fibras a través de sus regiones amorfas, dispersándose uniformemente y estableciendo una fijación continua. La fase más lenta del proceso de teñido es crucial, ya que determina el tiempo necesario para una penetración adecuada, vital para una solidez óptima y, en consecuencia, para una buena relación calidad-precio (Lockuán, 2012).

Los factores son:

- **Cristalinidad de la fibra:** Los colorantes entran en fibras principalmente por las regiones amorfas, ya que las zonas cristalinas son más densas y estructuradas. Por ello, cuanto mayor es el grado de cristalinidad en una fibra, menor será la velocidad de difusión del colorante, dificultando su absorción durante el proceso de teñido.
- **Tamaño molecular del colorante:** son estructuras moleculares grandes enfrentan mayores barreras al momento de difundirse a través de las regiones amorfas de la fibra. Este aumento en el tamaño reduce su movilidad, haciendo más lento y menos eficiente el proceso de penetración del colorante durante la etapa de absorción y fijación en el teñido.
- **Fuerza del enlace colorante-fibra (afinidad):** La afinidad se refiere a la atracción química del colorante así como la fibra. Cuando esta interacción es muy fuerte, el

colorante se adhiere rápidamente a la superficie, lo que puede dificultar su difusión al interior. Una alta afinidad genera mayor fijación superficial y reduce la movilidad del colorante.

- **Temperatura de teñido:** Al incrementar la temperatura del baño, se debilitan los enlaces internos del colorante y la fibra, facilitando su expansión molecular. Esto permite que el colorante se difunda con mayor rapidez. Sin embargo, también reduce la afinidad entre ambos, lo que provoca un mayor agotamiento del baño de tinte disponible.

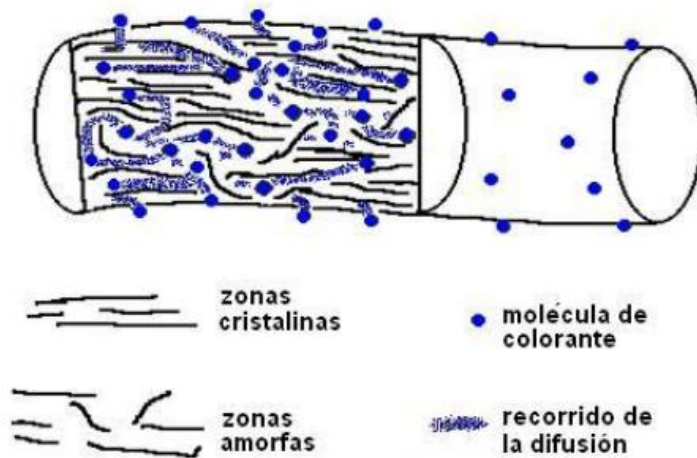


Figura 19: Penetración del colorante y migración dentro de la fibra

FUENTE: Lockuán (2012).

d) Cuarta fase (migración): Una baja afinidad, cristalinidad reducida y pequeño tamaño molecular facilitan la difusión del colorante, pero afectan su fijación. En cambio, altos niveles de electrolitos favorecen la aglomeración en el núcleo de la fibra, reduciendo la migración (Lockuán, 2012).

La migración se ve favorecida por tiempos de residencia prolongados a temperaturas elevadas, lo que resulta en mayores costos; una regulación inadecuada de las fases de adsorción así como difusión, puede hacer innecesaria la fase de migración, incurriendo en costos significativos en eficiencia y calidad. Las fluctuaciones significativas de temperatura y la ausencia de agentes disolventes coloidales protectores en los colorantes dispersos pueden facilitar la formación de cristales de colorante dentro del material o causar precipitación (Lockuán, 2012).

Generalidades sobre los procesos por agotamiento

Al operar dentro de un sistema discontinuo o semicontinuo, se deben comprender ciertos conceptos, que explicaremos a continuación:

- a. Cantidad de productos por añadir:** En las formulaciones de limpieza en seco, la cantidad de sustancias que se incorporan al agua a fin de crear el baño viene determinada por:
 - Volumen de baño: Es la concentración del producto en gramos de litro de baño. Su formulación depende del volumen, no del peso del material, especialmente para auxiliares y productos químicos (Lockuán, 2012).
 - Peso del material: Representa el porcentaje de producto respecto al peso del sustrato. Se calcula en % spm y se aplica a colorantes, enzimas y abrillantadores, sin considerar el volumen del baño (Lockuán, 2012).

- b. Relación de baño (r/b):** Es la vinculación del peso material así como el volumen del baño. Una relación de baño elevada tiene efectos ambientales y económicos perjudiciales (entre 1:20 y 1:50) (Lockuán, 2012).

- c. Tiempo de rotación:** Se graba una marca en la tela y se documenta el tiempo hasta su reaparición. Las máquinas contemporáneas están equipadas con sensores que detectan el paso de un imán, previamente incrustado en el material (Lockuán, 2012).

- d. Curvas temperatura-tiempo:** Los procedimientos de agotamiento deben ejecutarse con precisión según las instrucciones en la tintorería. Estos dictámenes suelen presentarse en forma de gráficos, con las unidades de tiempo representadas en el eje x así como la temperatura en el eje y. Una línea continua (o una serie de líneas) ilustra el proceso o los procesos en ejecución.

2.2.8 Mordiente

Los mordientes, tanto naturales como sintéticos, son agentes químicos que actúan como fijadores al promover la adhesión del tinte mediante la formación de enlaces con las fibras. Mejoran su porosidad y facilitan una mayor penetración del tinte. Históricamente, se utilizaban productos químicos vegetales; sin embargo, las aplicaciones actuales están basadas principalmente en sales metálicas, como el aluminio (Ospina, 2005).

Los agentes usados para el mordiente pueden ser naturales o químicos. Antiguamente, se utilizaban ceniza, tierra, orina y corteza de nogal. Hoy en día, otras sustancias metálicas como el aluminio, el cobre y el estaño son más favorables. Las sales mencionadas se disuelven en agua caliente, liberando sus respectivos metales, que se unen a la fibra y mejoran la adhesión del tinte. Además de mejorar la fijación del tinte (Pino, 2003).

Mordientes ácidos y alcalinos

Pino (2003), señala en la obtención de un teñido la acidez de un baño afecta en la calidad, para esto es controlar el pH que se clasifica como ácido, neutral o alcalino.

- Alcalinos: Los álcalis comúnmente usados incluyen alumbre, hierro, amoníaco, ceniza y lejía. Otros álcalis incluyen carbonato de sodio.
- Ácidos: El crémor tártaro es el ácido más usado, seguido por el limón así como el vinagre. Todos los fijadores modifican el pH del tinte durante el proceso.

a) Alumbre (Sulfato de aluminio – potásico)

El alumbre es un sulfato triple formado por sales de metales trivalentes y monovalentes, como aluminio con potasio o amonio. Es un mineral cristalino natural derivado de la traquita volcánica. No se produce industrialmente y se encuentra en zonas volcánicas, donde reacciona con gases sulfurosos y sales minerales (Pino, 2003).

Tabla 8:

Propiedades físicas y químicas de sulfato de aluminio - potásico

NOMBRE QUÍMICO	SULFATO DE ALUMINIO-POTÁSICO	CONFORMIDAD
Sinónimos	Alumbre, torta de alumbre	Estable en condiciones ordinarias de uso y almacenamiento
Formula	$KAL_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	
Familia química	Salas inorgánicas	
Estado físico	Sólido granulado	
Apariencia	Olor blanco sin olor característico	
pH	8.3 alcalino en agua	

FUENTE: Pino (2003).

b) Ácido cítrico

El ácido cítrico consta de tres grupos carboxilo (-COOH), cuyos protones se liberan, generando iones citrato que sirven para amortiguar el pH en ambientes ácidos, formando sales con metales. Se presenta como un polvo cristalino blanco y puede existir en forma anhidra o monohidratada, dependiendo de la temperatura del agua durante la cristalización. El monohidrato se obtiene del agua fría y se vuelve anhidro al calentarse por encima de 74 °C, mientras que la forma anhidra cristaliza en agua caliente (Nina, 2018).

2.2.9 Solidez de los colores

La capacidad de la tela para conservar su color a lo largo de su vida útil. Se deben evaluar diversos atributos de solidez del color para garantizar que el consumidor reciba un producto adecuado (Lockuán, 2012).

a. Solidez al lavado

Esta prueba se realiza a fin de determinar el grado de cambio de color en los textiles tras múltiples lavados. La coloración de las muestras textiles teñidas se realiza junto con las telas o textiles adyacentes. Posteriormente, se lavan, enjuagan y secan a temperaturas, niveles alcalinos y niveles de abrasión controlados, generados mediante una baja proporción de

baño y bolas de acero. La pérdida de coloración, así como la transferencia a otras telas, se evalúa mediante escalas de grises (Lockuán, 2012).

Se utiliza una tela multifibra para evaluar el transferir el color en las Pruebas 1A y 2A. Para la Prueba 3A, se permite una tela de algodón blanqueado. La transmisión de color es indeterminada para las Pruebas 4A y 5A.

- Procedimiento:

Las muestras se colocan en los tubos de acero, y el nivel del baño, el detergente, la cantidad de microsferas y otras variables dependen de la prueba específica realizada. Cada tubo de acero debe contener solo una muestra.

Tabla 9:

Tipos y porcentajes de ensayos

Test N°	Temperatura		Volumen de baño total (ml)	% de detergente del volumen total	% de cloro del volumen total	N° de billas	Tiempo (min)
	°C (±2°)	°F (±4°)					
1 A	40	105	200	0.37	No	10	45
2 A	49	120	150	0.15	No	50	45
3 A	71	160	50	0.15	No	100	45
4 A	71	160	50	0.15	0.015	100	45
5 A	49	120	150	0.15	0.027	50	45

FUENTE: Lockuán (2012).

Posteriormente, las muestras se enjuagan tres veces con agua desionizada a 40 ± 3 °C y se secan en una temperatura que no supere los 70 °C. Se dejan equilibrar las muestras durante una hora en situaciones estándar (21 ± 1 °C; 63 ± 2 % HR) previo de la evaluación.

- Evaluación

Se indica:

- La alteración del color de muestra original, usando la escala de grises en la variación del color, y
- La extensión de la tinción en la multifibra, empleando la escala de grises en el proceso de transferir el color.

- Interpretación de hallazgos

- Las pruebas 1A a 4A evalúan la solidez del color tras cinco lavados. La 1A simula lavado manual a 40 °C; la 2A y 3A, lavados a máquina a 38 °C y 60 °C, respectivamente; y la 4A incluye lavado a 63 °C con cloro, simulando condiciones más agresivas. Test 5A.

b. Solidez al frote

Este método determina la pérdida de color que se da por abrasión en las superficies de los sustratos textiles teñidos. Esto requiere la colocación precisa de la muestra y la fijación de un tejido de prueba al dedo mecánico del aparato. Tras fijar la muestra, el dispositivo desciende para realizar diez ciclos de fricción a una velocidad de un ciclo por segundo. Esto simula el uso y el desgaste prácticos (Lockuán, 2012).

- Proceso: Se usan dos muestras:
 - Las telas de prueba deben ser cuadradas, de 50 ± 2 mm, hechas con hilo 100 % algodón peinado 40/1, en ligamento tafetán, con 32 ± 3 hilos/cm, 33 ± 2 pasadas/cm y 100 g/m^2 . Deben estar desgomadas, blanqueadas químicamente y con blancura óptica de 80 ± 2 según AATCC 110. Las muestras deben medir mínimo 50×130 mm, colocadas oblicuamente a la urdimbre o trama. Se aclimatan durante al menos 4 horas en condiciones estándar: 21 ± 1 °C y 65 ± 2 % de humedad relativa.

c. Solidez a la luz

La fotorresistencia cuantifica la estabilidad del color de una sustancia al exponerse a la luz solar o a la iluminación artificial. El examen implica someter la muestra a un estándar dentro de unos parámetros regulados. Posteriormente, se compara el tono original del material teñido mediante una escala de grises o un equipo de medición para determinar el grado de alteración (Lockuán, 2012).

2.2.10 Tela multifibra

Es un tejido estandarizado utilizado para evaluar la transmisión del color a través de los textiles, con zonas de urdimbre diferenciadas por su composición (Lockuán, 2012).

El tejido multifibra que se usa en mayoría es el tipo 10, que consta de 6 fibras:

- Algodón
- Poliéster

- Acrílico
- Poliamida
- Acetato
- Lana



Figura 20: Tela multifibra tipo 10

FUENTE: Lockuán (2012).

2.2.11 Escala de grises

Se trata de láminas de cartón que se usan a fin de evaluar la solidez del color de los materiales textiles. La solidez del color se evalúa en una escala de nueve grados: 1, 1-2, 2, 2-3, 3, 3-4, 4, 4-5 y 5, en el cual el grado 1 representa el nivel más bajo de solidez del color y el grado 5 el más alto. Se emplean dos categorías de escalas: (Lockuán, 2012).

- Escala de grises en la evaluación del cambio de color:** La ilustración muestra la alteración del color de una tela teñida tras la exposición a un procedimiento específico (lavado, frotamiento, luz, transpiración, etc.) (Lockuán, 2012).

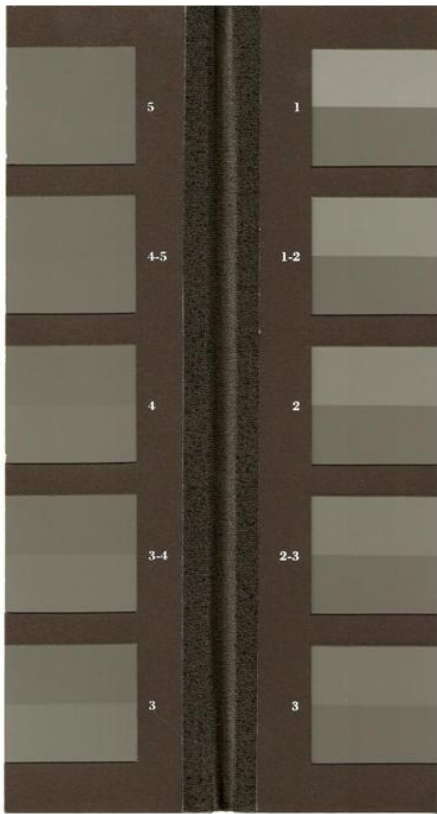


Figura 21: Escala de grises para la evaluación del cambio de color

FUENTE: Lockuán (2012).

- b. Escala de grises para evaluar la transferencia de color:** La ilustración muestra la transferencia de color de un sustrato teñido a una tela blanca de control tras múltiples lavados, frotamientos, exposición a la luz y transpiración. Cada tratamiento genera un valor numérico específico, representado gráficamente para mayor claridad, la izquierda representa el precursor beige de las manchas de control recién obtenidas, mientras que la derecha, con un gris neutro, simboliza los distintos niveles de las telas de control teñidas, mostrando la absorción del color mediante diferentes técnicas a fin de evaluar la solidez del color a factores externos (Lockuán, 2012).

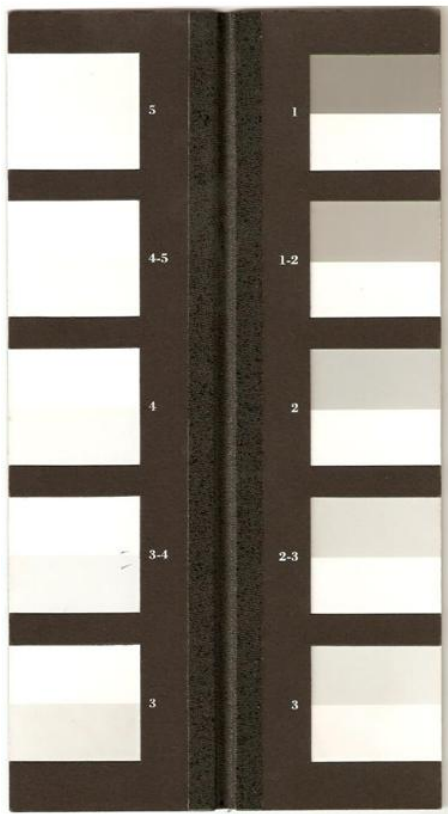


Figura 22: Escala de grises para la evaluación de la transferencia de color

Fuente: Lockuán (2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DEL ESTUDIO

El estudio se desarrolló en los siguientes laboratorios:

- a. La obtención del colorante y el proceso de teñido de los hilos se llevaron a cabo en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca, en su sede Ayabacas, situada en San Miguel, San Román, Puno, a lo largo de la carretera Juliaca-Azángaro..
- b. Las evaluaciones de solidez del color se dieron en el laboratorio de control de calidad del Cite Textil Camélidos Cusco, situado en el distrito de Wanchaq, provincia y departamento del Cusco, en la Av. Las Américas Mz. J Lt. 1, Urbanización Parque Industrial II etapa.

3.2 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es aplicado, ya que busca la utilización de conocimientos previos con el objetivo de innovar y mejorar procesos existentes. Se desarrolla con la intención de dar solución a situaciones concretas e identificables. Según Bunge (1971), se denomina investigación de finalidad aplicativa a aquella que, basada en la indagación empírica, profundiza en los factores que intervienen en las interacciones observadas.

Asimismo, el estudio adopta un enfoque cuantitativo, dado que la variable dependiente se mide a través de valores métricos. En cuanto a su nivel, corresponde a una investigación explicativa, ya que busca determinar las causas de los fenómenos físicos y explicar las relaciones entre variables finalmente, se clasifica como experimental, debido a que no hay manipulación de las

variables en condiciones con el fin de conocer las causas que originan un determinado evento (Montgomery, 2004).

Un caso relevante en diseño experimental es el análisis de k factores, cada uno con dos niveles. Estos niveles son cuantitativos (como temperatura, tiempo o presión) o cualitativos (como tipo de máquina, operador o presencia o ausencia de un elemento). Este enfoque permite evaluar múltiples variables simultáneamente. Una réplica completa requiere 2^k observaciones, según el número de factores involucrados, y es conocido como diseño factorial 2^k ampliamente utilizado por su eficiencia y capacidad de análisis de interacción entre factores (Montgomery, 2004).

El primer diseño correspondiente a la serie 2^k es la que incluye únicamente dos factores, por ejemplo, A y B, cada uno evaluado en dos niveles. A este diseño se le conoce como diseño factorial 2^2 . Los niveles designados a los factores pueden definirse convencionalmente como “alto” y “bajo” (Montgomery, 2004).

Tabla 10:

Combinación de tratamientos según factores

FACTOR		COMBINACIÓN DE TRATAMIENTOS	RÉPLICA		
A	B		I	II	III
-	-	A bajo, B bajo	...	...	...
+	-	A alto, B bajo	...	...	...
-	+	A bajo, B alto	...	...	...
+	+	A alto, B alto	...	...	...

FUENTE: Montgomery (2004).

Factor A = Tipo de mordiente con dos niveles

Factor B = Tiempo de teñido con dos niveles

El experimento está constituido por 4 tratamientos con tres replicas cada uno teniendo en total 12 unidades experimentales.

Tabla 11:

Número de combinaciones de tratamientos

Nro	COMBINACIÓN DE TRATAMIENTO	A: TIPO DE MORDIENTE	B: TIEMPO
1	(1)	-	-
2	<i>a</i>	+	-
3	<i>b</i>	-	+
4	<i>ab</i>	+	+

FUENTE: Montgomery (2004).

Tabla 12:

Interacción de factores

ÍTEM	FACTOR 1 (TIPO DE MORDIENTE)	FACTOR 2 (TIEMPO)	TRATAMIENTO	COMBINACIÓN
01	(A1) sulfato de aluminio- potasio	(B1) 30min	Tratamiento 1	30 min/ sulfato de aluminio-potasio
02	(A1) sulfato de aluminio- potasio	(B2) 20 min	Tratamiento 2	20 min/ sulfato de aluminio-potasio
03	(A2) ácido cítrico	(B1) 30min	Tratamiento 3	30 min / ácido cítrico
04	(A2) ácido cítrico	(B2) 20 min	Tratamiento 4	20 min / ácido cítrico

3.3 TÉCNICAS

Se utiliza la documentación como método, ya que los estudios retrospectivos proporcionaron información crucial para la implementación de este proyecto de estudio. La observación se empleó como estrategia, empleando formularios de registro de datos junto con guías de observación. Los datos se procesaron en entornos controlados principalmente por el investigador, quien tenía la capacidad de modificar las variables (Vara, 2012).

En el estudio controló la variable independiente respecto al extracto acuoso del molle en el teñido de fibra de alpaca con relación al mordiente así como tiempo de teñido para poder tener buenas solidez de color.

3.4 INSTRUMENTOS

Con el fin de evaluar la solidez del color relacionada con la acción del extracto acuoso de molle (*Schinus Molle*) sobre fibras de alpaca en relación con la aplicación de mordiente y la duración del teñido, sumado a la evaluación en la solidez relacionada con el lavado, frote en seco, exposición a luz solar y su respectiva abrasión por frote en seco así como la exposición a la luz juzgada por escalas de grises en alteración de color así como transferencia de cambio.

Hoja o ficha de registros: este instrumento esta visto conforme el uso del investigador, viendo propicio el uso de datos y la réplica del experimento, la evaluación de cada factor y la interacción entre estos.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 Población

La población son los componentes dentro de un determinado entorno geográfico relevante para el estudio realizado (Arias, 2017). El estudio considera la población de estudio los hilos de alpaca y extracto acuoso de molle (*Schinus Molle*) que sirvieron para la tinción de hilos, para poder obtener buenas solidez en el color del hilado.

a. Hilado de alpaca: El hilado de alpaca se adquirió de la entidad COOPECAN en Arequipa, las características son:

- Color: blanco
- Título de hilado: 3
- Calidad: baby
- Composición: 100% alpaca

Criterio de inclusión

- el emparejamiento en el color del hilado
- La regularidad en el título del hilo
- La finura del hilado

Criterios de exclusión

- Hilos rotos
 - Otra composición que no sea alpaca en el hilado
 - Los hilos irregulares
- b. Extracto acuoso de molle (*Schinus Molle*):** el colorante que fue extraído en forma de extracto acuoso debe tener las características:

Criterios de selección

- La materia prima fue seleccionada en madurez optima
- Hojas y tallos frescas

Criterios de exclusión

- Materia prima secas o marchitas
- Materia prima mezclada con otros componentes

3.5.2 Muestra

La muestra empleada es un método no probabilístico de selección intencional, ejecutado con base en el conocimiento y juicio del investigador, este criterio de selección intencional se alinea con la naturaleza así como fin del estudio (Vara, 2012).

La muestra de esta investigación se conforma por la unidad de análisis de acuerdo con el diseño experimental, teniendo en cuenta factores así como niveles; se usó el diseño factorial 2²; teniendo dos factores con dos niveles cada uno, haciendo 12 unidades experimentales de hilo de alpaca baby teñidos con extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) respecto al mordiente y tiempo de teñido. Las 12 madejas de hilos de alpaca título 3 teñidas con molle (*Schinus Molle*) tienen 50 metros de hilado o de 19 a 20 gramos de peso cada una de las madejas.

Gutiérrez y de la Vara (2008) afirman que determinar el número de duplicados para cada tratamiento es crucial; contar con cuatro o más tratamientos resulta ventajoso para minimizar el número de réplicas necesarias. También deben considerarse los gastos y la duración total del experimento. El tamaño de la muestra se determinará mediante un intervalo de confianza.

El investigador ha determinado la cantidad de tratamientos, k , y , considerando los factores descritos previamente, ha formulado una sugerencia inicial para el número de réplicas por tratamiento, n_0 . Posee un conocimiento general del valor de σ y del alcance de diferencias, dT , entre los tratamientos que busca detectar.

En las comparativa, la diferencia significativa mínima entre tratamientos se representa mediante la siguiente expresión:

$$LSD = t_{(\alpha/2, N-k)} \sqrt{2CM_E/n}$$

despejando n de aquí, se obtiene:

$$n = \frac{2(t_{(\alpha/2, N-k)})^2 CM_E}{(LSD)^2}$$

En esta investigación tomaremos la significancia de $\alpha = 0.05$, por lo cual en esta fórmula se sustituye: $N=K \times n_0$, $CM_E=\sigma^2$, $LSD=d_T$; de la manera, el tamaño de la muestra es

$$n = \frac{2(t_{(0.025, k \times n_0 - k)})^2 \sigma^2}{(d_T)^2}$$

El valor de n derivado de esta fórmula indicará la cantidad de réplicas en el tratamiento, con base en los parámetros iniciales ($k=4$, $n_0=5$, $\sigma=1.5$, $d_T=2,5$), en lo que respecta al número total de ejecuciones experimentales, $N = k \times n$, lo cual suele ser de suma importancia para el experimentador debido a consideraciones de costo y tiempo. Si N excede el presupuesto, se pueden reevaluar ciertos factores y se puede considerar una cantidad reducida de tratamientos.

$$n = \frac{2(t_{(0.025, 15)})^2 (1.5)^2}{(2.5)^2}$$

$$n = 3.2$$

Para el estudio se tomarán tres réplicas con 4 tratamientos cada réplica.

3.6 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.6.1 Materia prima

- a. Molle: el tallo y hojas de molle (*Schinus Molle*) fueron recolectadas en su estado de madurez de árboles de Cusco, Canchis, Sicuani.

El tallo y las hojas recolectadas se enviaron al laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones ubicado en el departamento de Puno provincia de Juliaca distrito San Román, donde se realizó la extracción acuosa para el teñido del hilo de alpaca.

- b. Hilo de alpaca: este compuesto de 100% fibra de alpaca baby, en crudo de un cabo del departamento de Arequipa de la entidad de procesamiento de fibra de alpaca COOPECAN.

3.6.2 Materiales de laboratorio

Tabla 13:

Materiales de laboratorio

Nº	DESCRIPCIÓN
1	Termómetro
2	Vasos Precipitados
3	Pipetas
4	Jarras
5	Espátula
6	Varilla
7	Luna de reloj
8	Envases de acero inoxidable
9	Tejido testigo multifibra
10	Crock squares
11	Colador
12	Papel filtro
13	Embudo
14	Lapicero tinta seca
15	Hilo acrílico
16	Cinta masking
17	Cinta de embalaje
18	Tijera metálica
19	Cuaderno de anotes
20	Cuchillo

3.6.3 Equipos de laboratorio

Tabla 14:

Equipos de laboratorio

N°	DESCRIPCIÓN
1	Fotocolorímetro Rotacolor
2	Estufa eléctrica
3	Balanza analítica
4	Electronic Crockmeter
5	pH-meter
6	Wáter Colour Fastness Tester
7	Madejero manual
8	Cabina de luz

a. Fotocolorímetro Rotacolor

Sirve para teñir fibras, hilos y tejidos. Modelo con 6 posiciones, cada uno con ocho vasos de acero inoxidable de 300 cc. Equipado con un preselector electrónico para la regulación de temperaturas de 0°C a 135°C y un temporizador para ajustar los ciclos de teñido. Enfriamiento automático indirecto por agua con electroválvula.



Figura 23: Fotocolorímetro Rotacolor

FUENTE: Elaboración propia

b. Estufa eléctrica

Estufa eléctrica de dos hornillas con 5 niveles.



Figura 24: Estufa eléctrica

FUENTE: Elaboración propia

c. Balanza analítica

Con una capacidad de 1 kilo o 1000 gramos.



Figura 25: Balanza analítica

FUENTE: Elaboración propia



Figura 26: Electronic Crockmeter

FUENTE: Elaboración propia

d. Electronic Crockmeter

El crockmeter es un aparato de prueba de frotamiento sencillo que se utiliza con frecuencia para evaluar el grado para transferir el color de los materiales textiles a otras superficies a través de la abrasión.

e. pH-meter

Un pH-meter es un instrumento que mide la acidez de una solución, resistente al agua y es portátil.



Figura 27: pH-meter

FUENTE: Elaboración propia

f. Wáter Colour Fastness Tester

Este equipo es usado para conocer la solidez en el color al lavado usando como tela testigo la multifibra que contienen algodón, lana, seda ramio, fibra química, etc. Que tiene un sensor de temperatura así como tablero de tiempo.



Figura 28: Wáter Colour Fastness Tester

FUENTE: Elaboración propia

g. Madejero manual

Generalmente utilizado para calcular los títulos cada vuelta girada mide 1 metro y tiene un contador, para indicar el número de metros.



Figura 29: Madejero manual

FUENTE: Elaboración propia

h. Cabina de luz

Equipo para realizar la evaluación visual del color, con diferentes tipos de luces una que simula la luz de día natural.



Figura 30: Cabina de luz

FUENTE: elaboración propia

3.6.4 Reactivos

Tabla 15:

Reactivos

N°	DESCRIPCIÓN
1	Agua destilada
2	Detergente sin blanqueador óptico
3	Sulfato de aluminio - potásio
4	Ácido cítrico

3.7 PROCEDIMIENTO TÉCNICO DEL EXPERIMENTO

3.7.1 Proceso de extracción del colorante molle (*Schinus Molle*)

A continuación, es presentado el diagrama de flujo que se realizó para la extracción del tinte acuoso.

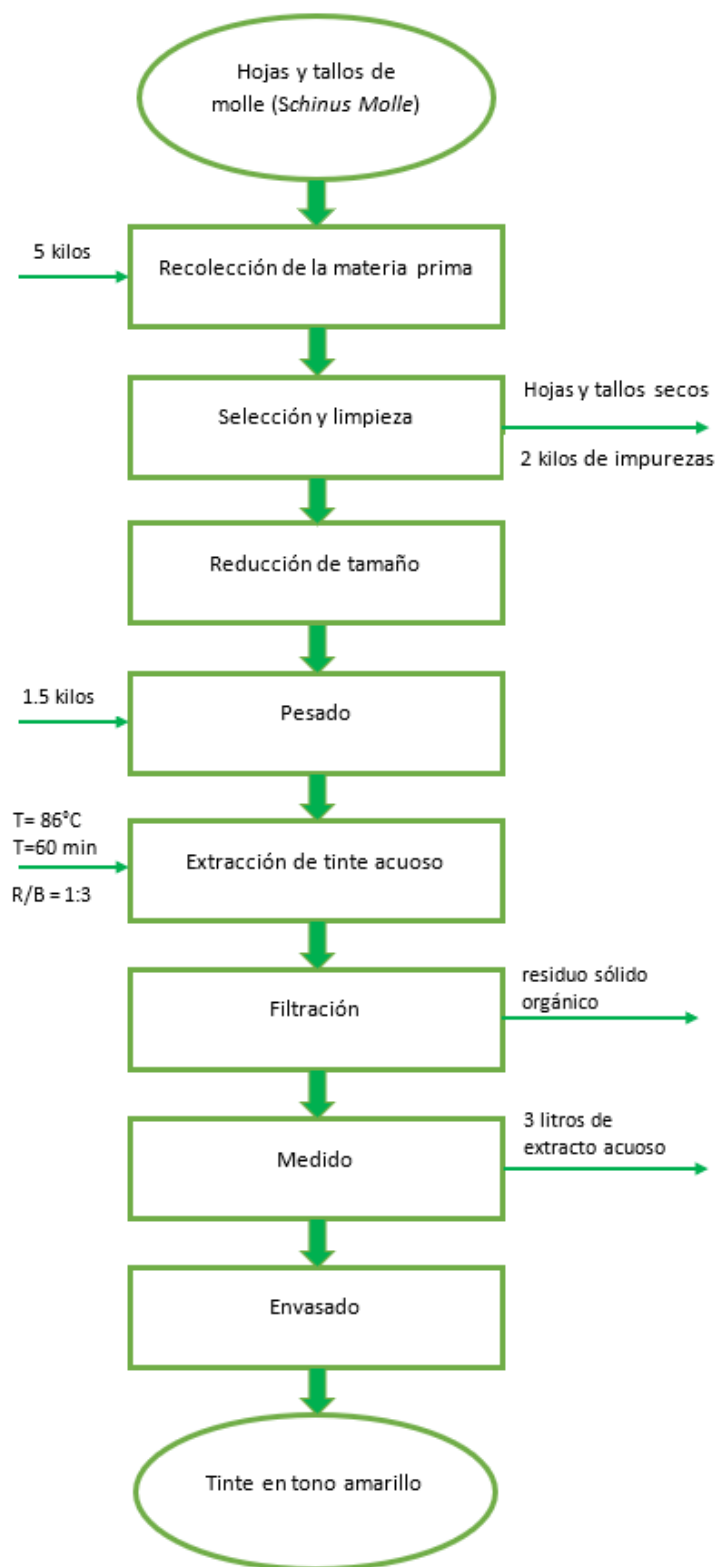


Figura 31: Diagrama de flujo de la extracción del colorante molle (Schinus Molle)

FUENTE: Elaboración propia

a. Recolección de la materia prima: El tallo y hoja de molle (*Schinus Molle*) fueron recogidos en mes de julio, en estado de madurez. Se recolecto 5 kg de molle de un árbol.

b. Selección y limpieza: se seleccionaron las hojas y tallos óptimos para la utilización y se procedió a limpiar las impurezas existentes como partes inmaduras o tallos gruesos, con un cuchillo se retira impurezas externas de los tallos y hojas, hubo una pérdida de 2 kg de la materia prima. Lo recolectado se colocó en un envase limpio y cerrado.

c. Reducción de tamaño: los tallos y hojas de molle fueron partidas manualmente con cuchillo o rayador dependiendo de la dureza de los tallos y con cuchillos para las hojas para la obtención de hojas y tallos finos para poder obtener mejor una concentración de tinte.

d. Pesado: Se paso a pesar la cantidad que se va a usar, para este procedimiento que serán 1,5 kg para calcular el agua destilada a usar, teniendo en cuenta por experimentos anteriores que a menor relación de baño mejores resultados en la obtención de tinte. Tomando como modelo en anteriores experimentos la relación de baño 1:3 calculando 4,5 litros de agua destilada.

e. Extracción de tinte acuoso: este proceso se realizó colocando el molle que fueron 1.5 kg con agua destilada en relación de baño 1:3, utilizándose 4,5 litros de agua destilada poniendo a temperatura de ebullición en la ciudad de Juliaca que fueron 86 °C por 60 minutos.

El tinte extraído tuvo un pH promedio de 5.75

f. Filtración: Se filtró con dos materiales primero en un colador luego con un papel filtro con embudo.

g. Medido: este proceso se realizó por litros con ayuda de jarras, obteniéndose 3 litros de extracto acuoso de molle sin residuos orgánicos y aptos para poder usarlo para el teñido de hilos de alpaca.

h. Envasado: Se almacenará en un lugar fresco para mantener la condición del extracto acuoso.



Figura 32: Secuencia fotográfica del proceso de extracción del colorante

FUENTE: Elaboración propia

3.7.2 Proceso de acondicionamiento del hilo de alpaca

Antes de realizar el teñido se realizó el acondicionamiento del hilo para poder obtener resultados óptimos.

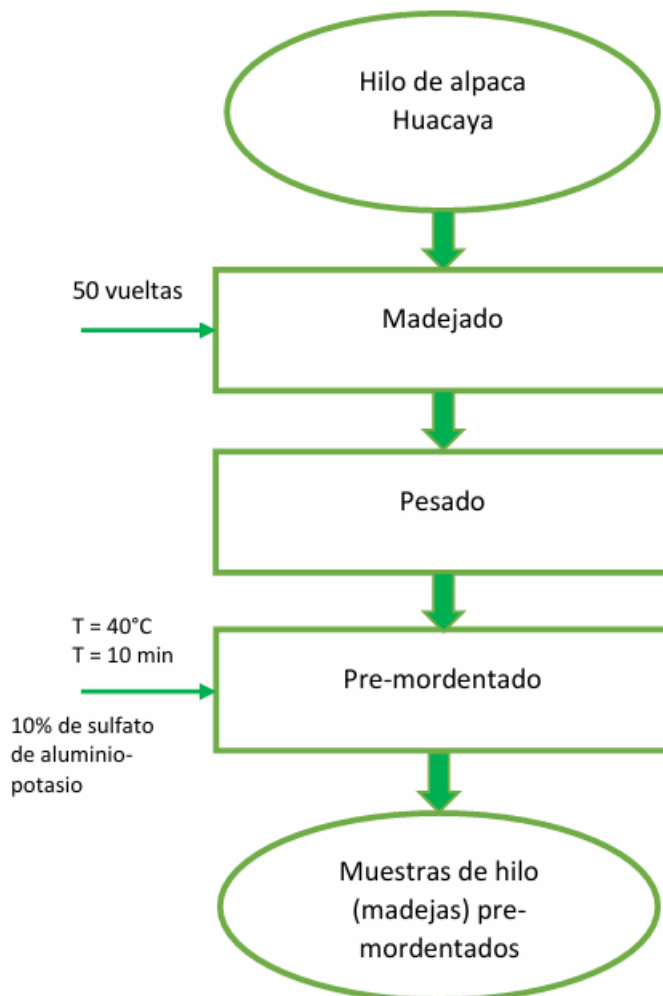


Figura 33: Diagrama de flujo del acondicionamiento del hilo de alpaca

FUENTE: Elaboración propia

- a. **Madejado:** Los hilos de fibra de alpaca se madejaron en 50 metros de hilado con 50 vueltas manuales en el aspe manual, calidad baby blanco título 3 de cada muestra, en total se realizaron 12 muestras al realizar el pre-mordentado y posterior teñido de fibra de alpaca. Para la obtención de un mejor teñido se realizó diferentes nudos en cada madeja.

- b. Pesado:** Una vez en madejas las muestras ya identificadas se procedieron a pesar en gramos ya que cada madeja tiene diferente peso, para así calcular la relación de baño que es de 1:20 de pre-mordentado.
- c. Pre-mordentado:** Se realizó un procedimiento de premordiente para dar consistencia y brillo a la tela teñida. Se vertió una cantidad específica de agua destilada en un recipiente, se calentó a 40 °C y se añadió el mordiente. Tras la disolución, se colocaron las madejas de hilo de alpaca en el recipiente y se mantuvieron durante 10 minutos. El porcentaje de mordiente se correlaciona con el peso del hilo en gramos; se usó sulfato de aluminio y potasio al 10 %. El procedimiento se realizó en las tres réplicas requeridas por el experimento.
- En todo el procedimiento de premordentado es la fibra se sumerga en abundante agua destilada, por ende, se usó relación de baño 1:20.
 - Se uso el 10% del peso de las muestras, para calcular el peso del mordiente en gramos.
 - El proceso de pre-mordentado se hizo a la temperatura de 40°C durante 10 minutos
 - Terminado el procedimiento de pre mordentado se saca las muestras sin exprimirlas y colgarlas para que salga el exceso de agua destilada e inmediatamente comenzar el proceso de teñido.

Tabla 16:

Cálculos para el pretratamiento de hilado para la primera réplica

TRATAMIENTO	METRAJE DE HILADO (M)	PESO (G)	VOLUMEN (ML)	SULFATO DE ALUMINIO-POTASIO (G)
1	50	20.28	405.6	2.028
2	50	19.27	385.4	1.927
3	50	19.43	388.6	1.943
4	50	20.58	411.6	2.058
TOTAL	200	79,56	1591.2	7.956

Tabla 17:

Cálculos para el pretratamiento de hilado para la segunda réplica

Tratamiento	Metraje de hilado (m)	Peso (g)	Volumen (ml)	Sulfato de aluminio-potasio (g)
1	50	19.47	389.4	1.947
2	50	20.02	400.4	2.002
3	50	20.50	410.0	2.050
4	50	20.58	411.6	2.058
TOTAL	200	80.57	1611.4	8.057

Tabla 18:

Cálculos para el pretratamiento de hilado para la tercera réplica

Tratamiento	Metraje de hilado (m)	Peso (g)	Volumen (ml)	Sulfato de aluminio-potasio (g)
1	50	20.35	407.0	2.035
2	50	20.18	403.6	2.018
3	50	20.14	402.8	2.014
4	50	19.92	398.4	1.992
TOTAL	200	80.59	1611.8	8.059



Figura 34: Secuencia fotográfica del proceso de acondicionamiento del hilo de alpaca

FUENTE: Elaboración propia

3.7.3 Teñido del hilado de alpaca con molle

a. Teñido: Se procedió a teñir las madejas de hilado de 50 metros de título 3, se lleva a cabo en el equipo de teñido Rotacolor este tiene vasos de acero con tapas herméticas. El baño tintóreo ya calculado de cada muestra teñida se trasvasa a cada vaso de prueba, agregándole cada tipo de mordiente escogido y el tiempo ya determinado para cada proceso. Para el teñido se usó una R/B de 1:10 lo que significa que por cada gramo de hilos se utiliza 10 ml de tinte extraído. Se toma esta decisión por antecedentes anteriores y porque cada vaso de acero tiene una capacidad de 300 ml de agua. La temperatura escogida para el proceso de teñido fue de 55°C, según opinión de expertos fue la que evita deficiencias en los hilados teñidos.

- **Tipo de mordiente.** El mordentado es relevante en este proceso se escogieron dos tipos de mordientes el sulfato de aluminio-potásico y el ácido cítrico para ver con cuál de los dos se evaluación un mejor teñido tomando en cuenta las experiencias en anteriores investigaciones se considera que una menor cantidad de mordiente es la adecuada considerando la cantidad de 3,5 g/l.
- **Tiempo de teñido** Para este factor se consideró 2 niveles que son de: 20 minutos y 30 minutos; de estos dos tiempos se evaluara con cual se obtiene una mejor solidez al color en el tenido de hilos.

b. Enjuague: La fibra de alpaca que fue teñida se enjuagó con una cantidad elevada de agua para eliminar todo el color que no fue absorbido por el hilo.

c. Secado: Se procedió a secar a la sombra.

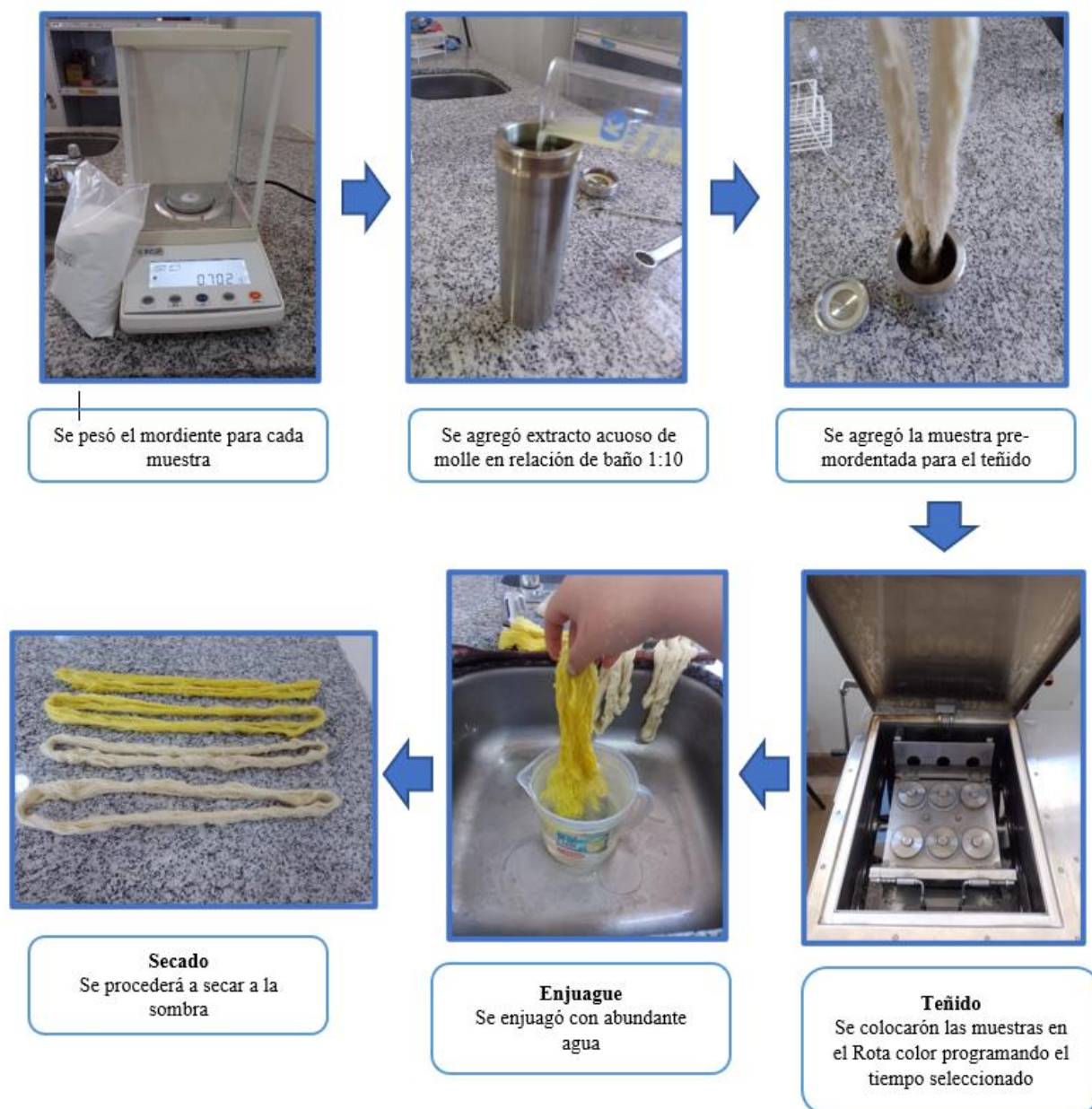


Figura 35: Secuencia fotográfica del proceso de teñido del hilado de alpaca con molle

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 19:

Parámetros para el teñido de hilado de alpaca con colorante de molle

Tratamiento	RÉPLICA I				RÉPLICA II				RÉPLICA III			
	Peso (g)	Volumen de baño tintóreo (ml)	A: Tipo de mordiente	B: Tiempo de teñido (min)	Peso (g)	Volumen de baño tintóreo (ml)	A: Tipo de mordiente	B: Tiempo de teñido (min)	Peso (g)	Volumen de baño tintóreo (ml)	A: Tipo de mordiente	B: Tiempo de teñido (min)
1	20.28	202.8	Sulfato de aluminio-potásico	20	19.47	194.7	Sulfato de aluminio-potásico	20	20.35	203.5	Sulfato de aluminio-potásico	20
2	19.27	192.7	Sulfato de aluminio-potásico	30	20.02	200.2	Sulfato de aluminio-potásico	30	20.18	201.8	Sulfato de aluminio-potásico	30
3	19.43	194.3	Ácido cítrico	20	20.50	205.0	Ácido cítrico	20	20.14	201.4	Ácido cítrico	20
4	20.58	205.8	Ácido cítrico	30	20.58	205.8	Ácido cítrico	30	19.92	199.2	Ácido cítrico	30

FUENTE: Elaboración propia

3.8 EVALUACIÓN DE CALIDAD EXIGIDAS POR EL MERCADO

Las evaluaciones de solidez se dan al analizar la capacidad de los colores aplicados en textiles para resistir cambios o pérdidas de intensidad cuando se enfrentan a diversos agentes externos como luz, fricción, lavado o exposición ambiental. Estas pruebas son esenciales porque permiten identificar si los tintes utilizados mantienen su estabilidad cromática y no sufren deterioro ni transfieren color a otros materiales en contacto, garantizando así la durabilidad y calidad del producto final, aspectos clave en la industria textil artesanal y sostenible.

3.8.1 Solidez al lavado

La solidez al lavado evalúa el teñido en las telas que tan bien se adhieren los tintes y pigmentos a la tela o hilos durante el ciclo del teñido, un espécimen teñido con un apropiado tejido testigo especificado según norma NTP-ISO 105-C06. Al implementar las técnicas adecuadas al teñido se garantiza que los productos cumplan con estándares adecuados y que proporcioné un adecuado resultado de solidez al lavado. Se decide por la opción test 1A de la Tabla 9 y se sigue el procedimiento según estas especificaciones.

a. Equipos, materiales y reactivos

- Se usa el equipo Wáter Colour Fastness Tester que contiene recipientes de acero inoxidable
- 10 billas de acero inoxidable, de aproximadamente 6mm de diámetro
- Tejido testigo multifibra que contiene fibras de acetato, acrílico así como lana
- Detergente de bajo poder espumante normalizado WOB AATCC sin blanqueadores óptico

b. Procedimiento

- Los hilos teñidos se tejen de un tamaño de 5cm x 10 cm
- Se corta la tela multifibra de un tamaño de 5cm, se unió a los hilos teñidos con hilos
- Se preparará una solución pesando el detergente según norma NTP-ISO 105-C06
- En un recipiente de acero inoxidable se coloca 10 billas de acero inoxidable junto con el hilo teñido unido al tejido testigo multifibra
- Terminando el proceso de solidez al lavado se deja secar el testigo tejido
- Finalmente se clasificará de acuerdo con la escala de grises

c. Evaluación

- En una cabina de luz se enciende la luz D65 que es similar a luz de día natural
- En un ángulo de aproximadamente de 45° se evalúa el tejido testigo multifibra seco

3.8.2 Solidez al frote en seco

Se frota el hilo teñido con un tejido testigo blanco para medir la transferencia según NTP 231.042

a. Aparatos y materiales

- Electronic Crockmeter
- Tejido testigo, cortado en cuadrados de 5 cm (Crock squares)
- Escala de transferencia cromática

b. Procedimiento

- Se envuelve tupidamente sin dejar aberturas en un cartón de 13cm x 5 cm el hilado teñido
- Se coloca el tejido testigo en el electronic Crockmeter
- Se programa el equipo para 10 vueltas
- Se frota energéticamente el material teñido, sobre un tejido blanco.

c. Evaluación

- En una cabina de luz se enciende la luz D65 que es similar a luz de día natural
- En un ángulo de aproximadamente de 45° se evalúa el tejido testigo

3.8.3 Solidez a la luz solar

El proceso implica la aplicación directa de luz solar a la lana teñida, según lo descrito en la norma técnica peruana NTP 231.183. Esta norma abarca la evaluación de la solidez del color de los tejidos a la luz solar, evaluando la resistencia a la radiación solar de los textiles tejidos a mano. El objetivo es evaluar la resistencia a cualquier cambio de color o, en algunos casos, a la decoloración debido a la exposición prolongada a la luz solar.

a. Aparatos y materiales

- Escala gris para valorar cambios de color

- Superficie plana de exposición que es rígida que permite la exposición al sol
- Tapa de cartón

b. Procedimiento

- Se expone durante tres días al sol
- Con la tapa de cartón se cubre la mitad todo el tiempo de exposición
- Se expone durante 4 horas al sol más intenso

c. Evaluación

- En una cabina de luz se enciende la luz D65 que es similar a luz de día natural
- En un ángulo de aproximadamente de 45° se evalúa el tejido teñido

3.9 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

3.9.1 Hipótesis general

- El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez del color

3.9.2 Hipótesis específicas

- El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez al lavado
- El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez al frote en seco
- El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez a la luz

3.10 VARIABLE DE INVESTIGACIÓN

3.10.1 Variables independientes

a. Teñido natural con extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*)

- Definición conceptual: El molle es utilizado en la región de Cusco, para teñir fibras proteicas con las hojas obteniéndose el color verde (Albán et al.,2018).
- Definición operacional: El procedimiento de teñido en la fibra de alpaca se llevó a cabo con el extracto acuoso de molle (*Schinus Molle*), se usó el mismo procedimiento para todos los tratamientos y se consideró dos factores controlables con dos niveles cada uno: tipo de mordiente (sulfato de aluminio-potásico – ácido cítrico) y tiempo de teñido (20 minutos – 30 minutos).

3.10.2 Variables dependientes

a. Solidez al color

- Definición conceptual: Un sinónimo de solidez del color es solidez del tinte. Es la durabilidad de los tintes textiles frente a alteraciones o transferencia durante la producción y el uso. El grado de solidez en el color de una tela se evalúa en función de la decoloración de la muestra y la transferencia del tinte a una tela de forro sin teñir (Vaughn, 2022).

- Definición operacional: Para evaluar el color de los hilados se realizaron tres pruebas, los cuales son tejidos:

Solidez de color al lavado: Norma Técnica Peruana – ISO 105-C07 2016 (revisada el 2022) Textiles.

La solidez del color a la luz se evaluó de acuerdo con la NTP 231.183:2020 para tejidos artesanales, y la resistencia al frote en seco se midió conforme a la NTP 231.042:2019, ambas normas técnicas peruanas para textiles.

3.11 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 20:

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad/Categoría
Variable independiente	Mordiente	Tipo de mordiente	Sulfato de aluminio-potásico
Extracto acuoso de molle (Schinus Molle)			Ácido cítrico
	Tiempo	Minutos de tiempo de teñido	20 minutos
			30 minutos
Variables dependientes	Solidez del color al lavado	Grado de transferencia de color	5 = Excelente 4/5 = Muy bueno
Solidez de color	Solidez de color a la luz solar	El grado de cambio de color	4 = Muy bueno 3/ 4 = Bueno
	Solidez de color al frote en seco	Grado de transferencia de color	3 = Bueno 2/3 = Regular 2 = Regular 1/ 2 = Malo 1= Malo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS

4.1.1 Solidez de color al lavado

Tabla 21:

Mordiente según la solidez de color al lavado

TIPO DE MORDIENTE	SUSTRATO	REPLICA (I)	REPLICA (II)	REPLICA (III)	PROMEDIO
Factor (A1) Sulfato de aluminio - potásico	<i>acetato</i>	4.5	3.5	5	4.3
Factor (A1) Sulfato de aluminio - potásico	<i>Algodón</i>	4	3	3.5	3.5
Factor (A1) Sulfato de aluminio - potásico	<i>Nylon</i>	4.5	4.5	4.5	4.5
Factor (A1) Sulfato de aluminio - potásico	<i>poliéster</i>	4.5	4.5	4.5	4.5
Factor (A1) Sulfato de aluminio - potásico	<i>acrílico</i>	4.5	4	4.5	4.3
Factor (A1) Sulfato de aluminio - potásico	<i>lana</i>	4.5	3.5	5	4.3
Factor (A2) Ácido cítrico	<i>acetato</i>	4.5	4.5	4.5	4.5
Factor (A2) Ácido cítrico	<i>Algodón</i>	4	3.5	3	3.5
Factor (A2) Ácido cítrico	<i>Nylon</i>	4.5	5	4.5	4.8
Factor (A2) Ácido cítrico	<i>poliéster</i>	4.5	4.5	4.5	4.5
Factor (A2) Ácido cítrico	<i>acrílico</i>	4.5	5	4.5	4.8
Factor (A2) Ácido cítrico	<i>lana</i>	4	4	4.5	4.1

Los datos presentados reflejan el comportamiento del tipo de mordiente sobre diferentes sustratos textiles, evaluados a través de tres réplicas y su respectivo promedio. El análisis permite identificar que, en general, el ácido cítrico (Factor A2) mostró un desempeño ligeramente superior en comparación con el sulfato de aluminio (Factor A1) en términos del efecto logrado sobre los sustratos.

En detalle, el nylon y el poliéster presentaron promedios altos y constantes con ambos mordientes (4.5 y 4.8 para nylon; 4.5 para poliéster en ambos casos), lo que sugiere una buena afinidad del mordiente con estos materiales, sin embargo, el ácido cítrico en nylon (4.8) fue el valor más alto registrado en toda la muestra, evidenciando una excelente interacción por otro lado, en el caso del acrílico, el ácido cítrico también alcanzó un promedio de 4.8, superando al sulfato de aluminio (4.3), lo que reafirma su efectividad en fibras sintéticas también se observa que el algodón mostró promedios más bajos con ambos mordientes (3.5 en ambos casos), lo que podría indicar una menor fijación o afinidad en comparación con los sustratos sintéticos y proteicos y en el caso de la lana y el acetato, se obtuvieron valores similares con ambos tipos de mordiente (promedios entre 4.1 y 4.5), sugiriendo un comportamiento intermedio.

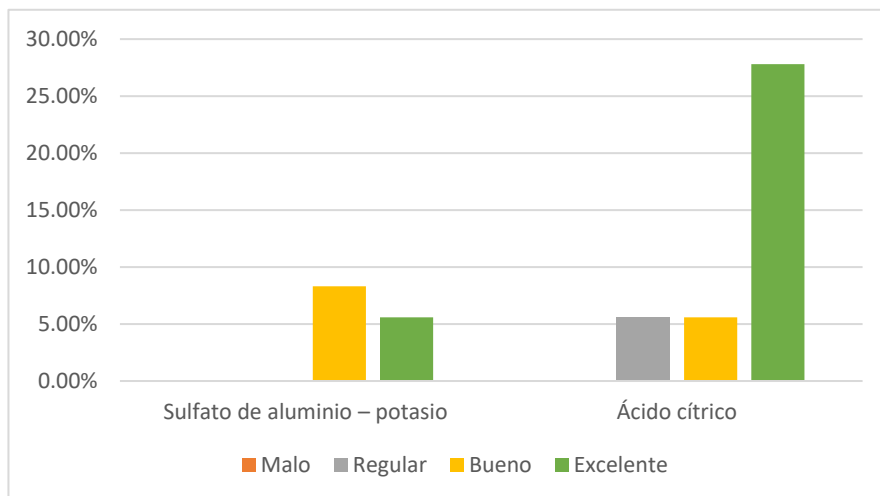


Figura 36: Mordiente según la solidez de color al lavado

En la figura se aprecia que el ácido cítrico (Factor A2) obtuvo mayores promedios en la mayoría de los sustratos, destacando especialmente en nylon y acrílico, con valores de 4.8. En contraste, el sulfato de aluminio (Factor A1) mostró una respuesta más equilibrada, pero con promedios levemente inferiores, alcanzando un máximo de 4.5 en varios sustratos. Esto indica que el ácido cítrico podría generar una mayor intensidad o fijación del colorante natural aplicado, especialmente en fibras sintéticas.

Tabla 22:

Tiempo según la solidez del color al lavado

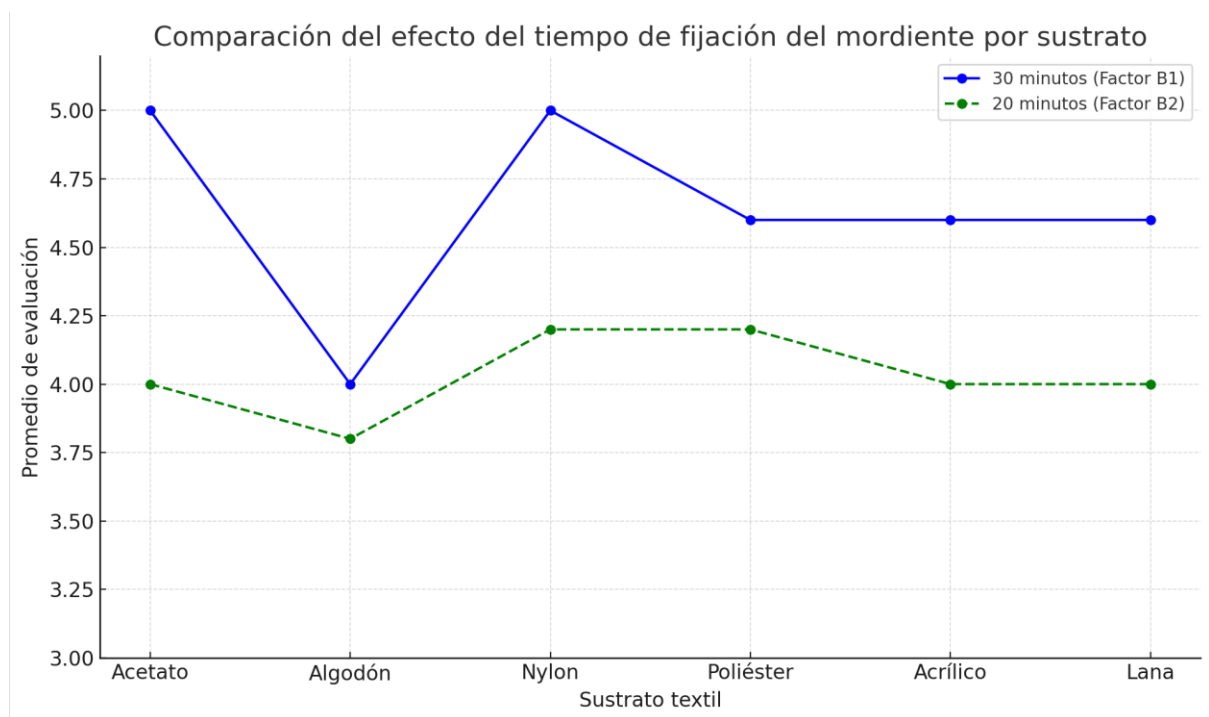
	TIPO DE MORDIENTE	TIEMPO (min)	SUSTRATO	REPLICA (I)	REPLICA (II)	REPLICA (III)	PROMEDIO
Factor min	(B1)	30	<i>acetato</i>	5	5	5	5
Factor min	(B1)	30	<i>Algodón</i>	3.5	4.5	4	4
Factor min	(B1)	30	<i>Nylon</i>	5	5	5	5
Factor min	(B1)	30	<i>poliéster</i>	4.5	5	4.5	4.6
Factor min	(B1)	30	<i>acrílico</i>	5	4.5	4.5	4.6
Factor min	(B1)	30	<i>lana</i>	4.5	5	4.5	4.6
Factor min	(B2)	20	<i>acetato</i>	4.5	5	2.5	4
Factor min	(B2)	20	<i>Algodón</i>	3	5	3.5	3.8
Factor min	(B2)	20	<i>Nylon</i>	5	5	3	4.2
Factor min	(B2)	20	<i>poliéster</i>	5	5	2.5	4.2
Factor min	(B2)	20	<i>acrílico</i>	5	5	2	4
Factor min	(B2)	20	<i>lana</i>	5	5	2	4

La tabla muestra el efecto del tiempo de fijación del mordiente sobre distintos sustratos, comparando dos condiciones: 30 minutos (Factor B1) y 20 minutos (Factor B2). En general, se observa que el tiempo de 30 minutos genera mejores promedios de fijación, reflejando mayor estabilidad en los hallazgos, especialmente en sustratos como acetato, nylon y poliéster.

Con 30 minutos de fijación, tanto el acetato como el nylon alcanzaron un promedio perfecto de 5.0, lo que revela una excelente eficiencia del mordiente bajo esta condición. Asimismo, otros sustratos como poliéster, acrílico y lana mostraron promedios similares (4.6), evidenciando un comportamiento favorable y constante con esta duración de tratamiento sin embargo los

hallazgos hallados con 20 minutos de fijación fueron más variables. Si bien se mantuvieron valores elevados en algunas réplicas, se presentaron disminuciones significativas en otras. Por ejemplo, en acetato, acrílico y lana, algunas mediciones descendieron hasta 2.0 o 2.5, afectando el promedio general (4.0 para acetato, 4.0 para acrílico y lana). Esto indica que un tiempo de 20 minutos podría ser insuficiente para lograr una fijación uniforme y eficiente del mordiente en ciertos materiales.

Figura 37: Tiempo según la solidez del color al lavado



4.1.2 Solidez de color al frote en seco

El gráfico muestra la comparación del promedio de fijación del mordiente sobre seis sustratos textiles distintos, considerando dos tiempos de tratamiento: 30 minutos (línea azul) y 20 minutos (línea verde). En todos los casos, los valores corresponden al promedio de tres réplicas.

Se observa que el tiempo de 30 minutos mantiene una línea más estable y alta, con promedios cercanos a 5 en casi todos los sustratos. En particular, el acetato y el nylon alcanzan un valor máximo de 5, mientras que el poliéster, acrílico y lana se mantienen en un promedio de 4.6, lo que revela una muy buena fijación del mordiente. El único valor relativamente más bajo es el del algodón, con un promedio de 4 por otro lado, la línea correspondiente a los 20 minutos presenta mayor variación, descendiendo en algunos sustratos hasta valores de 4 o menos. Aunque en nylon y poliéster los promedios se mantienen relativamente altos (4.2), en algodón,

acrílico, lana y acetato se evidencia una disminución en el rendimiento, reflejando una menor eficiencia del mordiente cuando el tiempo de fijación es reducido.

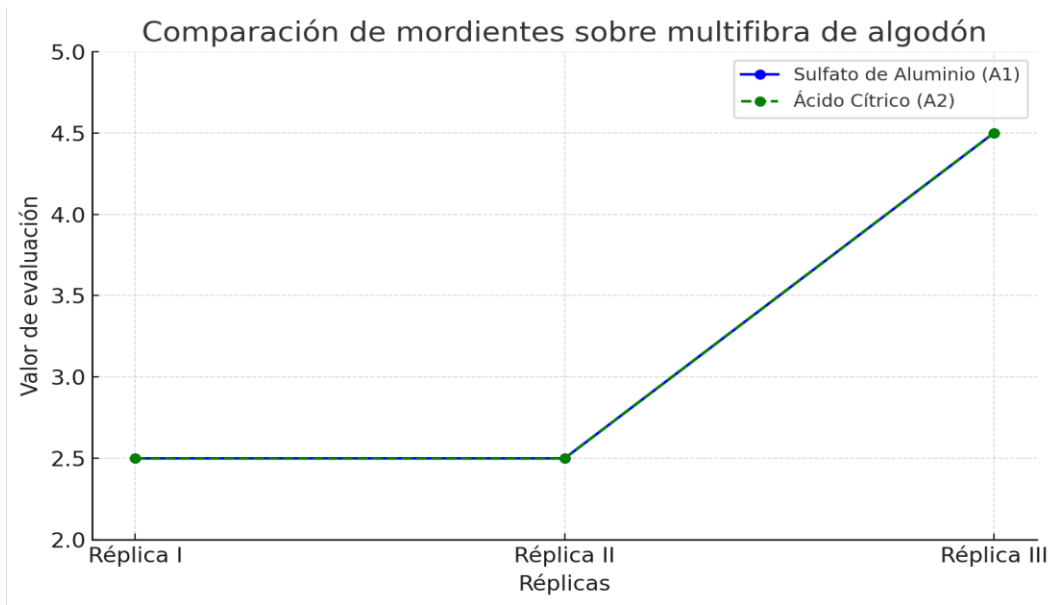
Tabla 23:

Mordiente según la solidez de color al frote en seco

TIPO DE MORDIENTE	SUSTRATO	REPLICA (I)	REPLICA (II)	REPLICA (III)	PROMEDIO
Factor (A1) Sulfato de aluminio - potásico	Multifibra de algodón	2.5	2.5	4.5	3.1
Factor (A2) ácido cítrico	Multifibra de algodón	2.5	2.5	4.5	3.1

Los hallazgos muestran que, al aplicar tanto sulfato de aluminio - potásico (Factor A1) como ácido cítrico (Factor A2) sobre el sustrato multifibra de algodón, se obtuvieron promedios idénticos de 3.1 en ambos casos. Este valor promedio refleja una respuesta intermedia en la fijación del mordiente, sin una diferencia significativa entre los dos tipos evaluados a pesar de que ambos factores comparten el mismo promedio, se observa que en ambas condiciones se registraron valores bajos en las réplicas I y II (2.5), mientras que la réplica III alcanzó un valor más alto (4.5). Esto indica que podría haber variabilidad en el proceso o influencia de factores externos durante las pruebas, como la aplicación del mordiente o el estado del tejido en cada ensayo.

Figura 38: Mordiente según la solidez de color al frote en seco



El gráfico revela que ambos mordientes tuvieron exactamente el mismo comportamiento en las tres réplicas:

- En las réplicas I y II, el rendimiento fue bajo (2.5),
- Mientras que en la réplica III se obtuvo un valor mucho más alto (4.5).

Esto indica que ninguno de los mordientes presentó una ventaja sobre el otro en este sustrato específico. Además, la variación notable en la tercera réplica indica que podrían haber influido factores externos o variabilidad experimental, lo cual podría investigarse más a fondo.

Tabla 24:

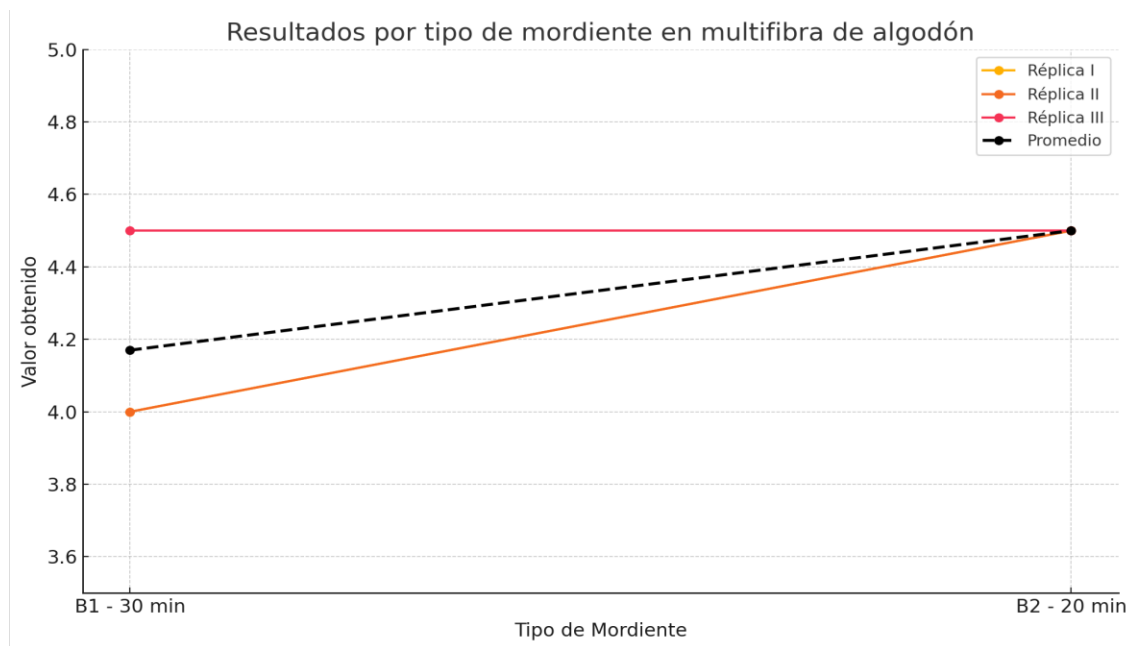
Tiempo según la solidez del color al frote en seco

TIPO DE MORDIENTE	SUSTRATO	REPLICA (I)	REPLICA (II)	REPLICA (III)	PROMEDIO
Factor (B1) 30 min	Multifibra de algodón	4	4	4.5	4.17
Factor (B2) 20 min	Multifibra de algodón	4.5	4.5	4.5	4.5

La tabla muestra los hallazgos de una prueba realizada sobre un sustrato de multifibra de algodón, usando dos tipos de tratamiento diferenciados por el tiempo de aplicación del

mordiente Factor B1, con un tiempo de 30 minutos Factor B2, con un tiempo de 20 minutos donde se ve que cada tratamiento fue aplicado en tres réplicas (mediciones repetidas), con el fin de verificar la consistencia de los hallazgos, los valores hallados en el caso del Factor B1 (30 minutos), se registraron los siguientes valores en las réplicas: 4, 4, y 4.5, con un promedio de 4.17 por otro lado el Factor B2 (20 minutos), se obtuvieron valores consistentes en las tres réplicas: 4.5, 4.5, y 4.5, resultando en un promedio de 4.5 lo que revela que si hay variaciones en el factor B1 del 30 min a diferencia del factor B2.

Figura 39: Tiempo según la solidez del color al frote en seco



En la gráfica se puede observar que las tres líneas correspondientes a las réplicas I, II y III permiten comparar la variabilidad de los datos entre ambos tratamientos para el factor B1, hay una leve variación entre réplicas (de 4 a 4.5), mientras que en el factor B2, todas las réplicas coinciden en un valor de 4.5, lo que demuestra mayor consistencia. La línea discontinua negra representa el promedio de cada tratamiento. Esta línea permite identificar visualmente que el promedio de B2 (4.5) es superior al de B1 (4.17), la gráfica refuerza la interpretación de la tabla, mostrando de forma visual que el tratamiento de 20 minutos (B2) no solo alcanzó mejores resultados, sino que además fue más estable y consistente entre réplicas, lo cual podría indicar que es un método más confiable y eficiente para el proceso evaluado.

4.1.3 Solidez de color a la luz solar

Tabla 25:

Mordiente según la solidez de color a la luz solar

TIPO DE MORDIENTE	SUSTRATO	REPLICA (I)	REPLICA (II)	REPLICA (III)	PROMEDIO
Factor (A1) sulfato de aluminio - potásico	Fibra de alpaca Huacaya	2.5	2.5	4.5	3.16
Factor (A2) ácido cítrico	Fibra de alpaca Huacaya	3.5	3.5	4	3.6

La tabla presenta los hallazgos de la evaluación de dos tipos de mordientes aplicados sobre un sustrato de fibra de alpaca Huacaya. Los tratamientos consisten en el sulfato de aluminio - potásico (Factor A1) y el ácido cítrico (Factor A2), y se realizaron tres réplicas para cada tipo de mordiente con el fin de asegurar la confiabilidad de los hallazgos. Los valores hallados en las réplicas para el Factor A1 fueron 2.5, 2.5 y 4.5, con un promedio de 3.16, mientras que para el Factor A2 los valores fueron 3.5, 3.5 y 4, alcanzando un promedio de 3.6. Estos hallazgos sugieren que el tratamiento con ácido cítrico generó un rendimiento ligeramente superior en comparación con el sulfato de aluminio, lo que podría indicar que el ácido cítrico es más efectivo en este tipo de sustrato.

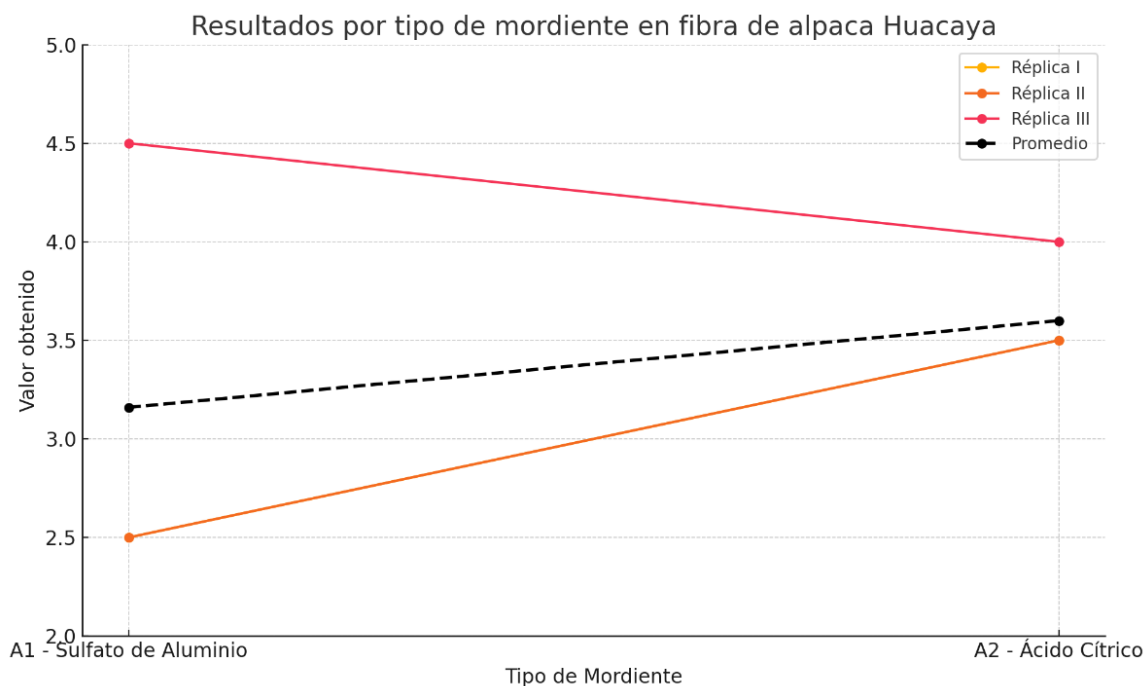


Figura 40: Mordiente según la solidez de color a la luz solar

En la figura anterior se puede observar que el Factor A1 (Sulfato de Aluminio) posee los valores de 2.5, 2.5, y 4.5, con un promedio de 3.16 esto indica una mayor variabilidad entre las réplicas, lo que sugiere que este tratamiento no es tan consistente a diferencia del Factor A2 (Ácido Cítrico) que tiene los valores fueron 3.5, 3.5, y 4, con un promedio de 3.6 donde se entiende que este tratamiento mostró una mayor consistencia entre las réplicas y un rendimiento ligeramente superior en comparación con el sulfato de aluminio.

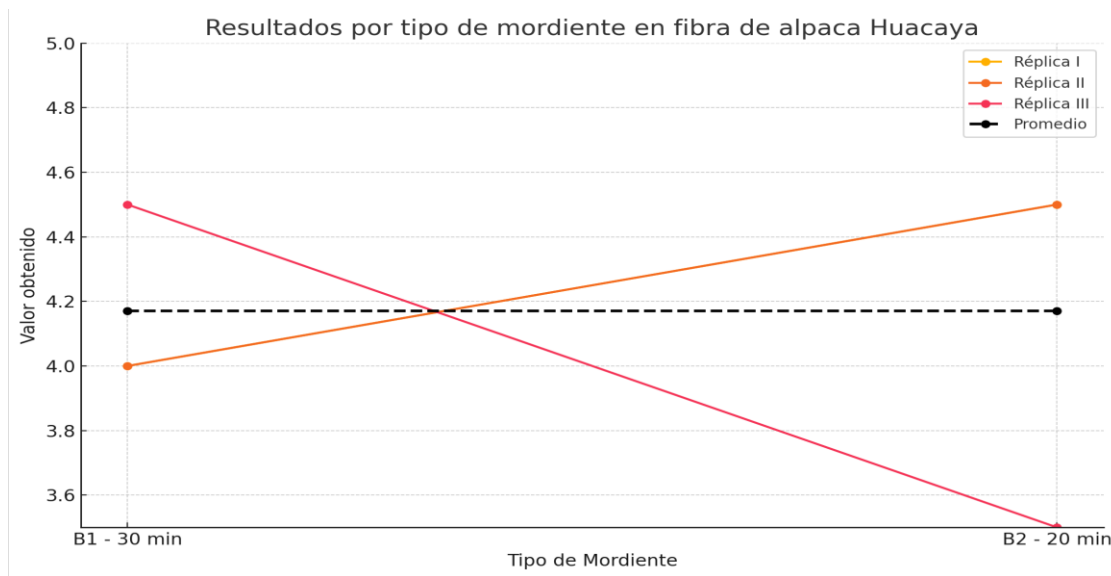
Tabla 26:

Tiempo según la solidez del color a la luz solar

TIPO DE MORDIENTE	SUSTRATO	REPLICA (I)	REPLICA (II)	REPLICA (III)	PROMEDIO
Factor (B1) 30 min	Fibra de alpaca Huacaya	4	4	4.5	4.17
Factor (B2) 20 min	Fibra de alpaca Huacaya	4.5	4.5	3.5	4.17

La tabla muestra los hallazgos hallados al aplicar dos tipos de mordientes sobre un sustrato de fibra de alpaca Huacaya, con diferentes tiempos de aplicación. El Factor B1 se aplica durante 30 minutos y el Factor B2 durante 20 minutos, y en cada caso se realizaron tres réplicas para asegurar la fiabilidad de los hallazgos. Los valores hallados en las réplicas para el Factor B1 (30 min) fueron 4, 4 y 4.5, con un promedio de 4.17. En el caso del Factor B2 (20 min), los valores fueron 4.5, 4.5 y 3.5, resultando en un promedio de 4.17. Estos hallazgos muestran que, aunque el tiempo de aplicación del mordiente varió entre los dos tratamientos, ambos alcanzaron el mismo promedio (4.17). Sin embargo, el tratamiento con 30 minutos (B1) fue más consistente, mientras que el tratamiento con 20 minutos (B2) presentó mayor variabilidad entre las réplicas.

Figura 41: Tiempo según la solidez del color a la luz solar



Factor B1 (30 min): Los valores hallados en las réplicas fueron 4, 4, y 4.5, con un promedio de 4.17. Este tratamiento muestra una mayor consistencia entre las réplicas. Factor B2 (20 min): Los valores fueron 4.5, 4.5, y 3.5, con un promedio de 4.17. Aunque el promedio es el mismo que el de B1, el tratamiento con 20 minutos presentó más variabilidad entre las réplicas. Este gráfico resalta cómo, aunque los promedios son idénticos, el tratamiento con 30 minutos fue más estable que el de 20 minutos, que mostró mayor fluctuación en los hallazgos.

4.2 PRUEBA INFERENCIAL

Presentación de datos hallados

Se presenta los hallazgos de diferentes pruebas de solidez para distintos tratamientos donde se conjugan los dos factores principales los cuales son el tipo de mordiente (Factor A) y el tiempo de (Factor B) teniendo el siguiente tratamiento.

- **M1/T1, M1/T2:** tratamientos con el mordiente 1 (M1 sulfato de aluminio) en dos diferentes tiempos uno de 30 min y el otro en 20 min.
- **M2/T1, M2/T2:** tratamientos con el mordiente 2 (M2 ácido cítrico) en dos diferentes tiempos uno de 30 min y el otro en 20 min.

Tabla 27:

Resumen de datos presentados

<i>Item</i>	<i>tratamiento</i>	prueba de solidez al lavado	de prueba de solidez al frote en seco	prueba de solidez a la luz
1	tratamiento M1/T1	4,4	2,5	2,5
2	tratamiento M1/T1	3,8	2,5	2,5
3	tratamiento M1/T1	4,48	4,5	4,5
4	tratamiento M1/T2	4,3	2,5	3,5
5	tratamiento M1/T2	4,4	2,5	3,5
6	tratamiento M1/T2	4,28	4,5	4
7	tratamiento M2/T1	4,6	4	4
8	tratamiento M2/T1	4,6	4	4
9	tratamiento M2/T1	4,6	4,5	4,5
10	tratamiento M2/T2	4,58	4,5	4,5
11	tratamiento M2/T2	5	4,5	4,5
12	tratamiento M2/T2	2,88	4,5	3,5

Interpretación de la tabla para la solidez al lavado

Los mejores resultados se notaron en el tratamiento M2/T1 que tiene la mayor solidez al lavado con un valor constante de 4.6 en todas sus mediciones a su vez el resultado más bajo fue del tratamiento M2/T2 presenta un valor muy bajo (2.88) en una medición, lo que revela una baja resistencia al lavado.

Por otro lado, en la prueba de Solidez al frote en seco los valores más elevados se aprecian que los tratamientos M1/T1 y M1/T2 presentan valores muy bajos (2.5), lo que revela una mala solidez sin embargo hay un mejor desempeño en los tratamientos M2/T1 y M2/T2 alcanzan valores de 4.5, lo que revela una buena resistencia al frote en seco.

En la prueba de solidez a la luz los mejores valores son de los tratamientos M2/T1 y M2/T2 presentan valores de hasta 4.5, lo que revela una mayor estabilidad frente a la luz pero que con el tratamiento M1/T1 obtiene los valores más bajos (2.5), lo que revela poca resistencia a la exposición a la luz.

Para lograr mejor solidez en todas las pruebas, se recomienda el tratamiento M2/T1, el tratamiento M1/T1 tiene la peor solidez, especialmente a la luz y al frote en seco, el tratamiento

M2/T2 es bueno en frote en seco así como solidez a la luz, pero presenta una variabilidad en solidez al lavado (posiblemente debido a una muestra defectuosa o condiciones diferentes).

- Los tratamientos con M2 (M2/T1 y M2/T2) en general muestran mejores resultados que los de M1.
- El tratamiento M2/T1 tiene los valores más equilibrados en todas las pruebas, lo que lo convierte en el más recomendable.
- El tratamiento M1/T1 es el menos resistente en todas las pruebas, especialmente en la solidez a la luz.

Validación de hipótesis

Hipótesis General

- **HG:** El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez del color

Análisis de varianza de dos vías

Esta investigación considera como variable independiente el teñido con molle, con dos factores que inciden en el proceso el primer factor es el tipo de mordiente (factor A) y el segundo factor es el tiempo de teñido (factor B). Según Ñaupas et al. (2019), cuando se emplea un enfoque factorial o multivariado, es decir, con múltiples variables independientes no correlacionadas, se recomienda el análisis de varianza por ser el método más adecuado para contrastar hipótesis de este tipo.

El presente estudio examina cómo dos variables independientes afectan una variable dependiente y cada una de ellas adopta dos niveles, se estructura en una matriz factorial 2×2 , permitiendo evaluar sus efectos individuales y combinados. Para mantener la uniformidad en la nomenclatura, se denomina factor A (con niveles A1 -alto- y A2 -bajo-) y factor B (con niveles B1 -alto- y B2 -bajo-), estableciendo así un diseño factorial en 2^k su fase inicial.

Tabla 28:

Tabla de contingencia 2x2 (matriz simple)

Factor (B): Tiempo de teñido		A₁	A₂
	B₁	$A_1/B_1 = [\mu]$	$A_2/B_1 = [\alpha]$
	B₂	$A_1/B_2 = [\beta]$	$A_2/B_2 = [\alpha\beta]$

↓

Factor (A): Tipo de mordiente

Variable Independiente: Teñido con molle

- **Factor (A):** Tipo de mordiente
- **Factor (B):** Tiempo de teñido

A₁ = sulfato de aluminio

B₁ = 30 min

A₂ = ácido cítrico

B₂ = 20 min

- a) **Primer factor : (A)**
 - b) **Segundo factor: (B)**
- } **Interacción (A/B)**

Supuestos de análisis de varianza de dos vías

- Normalidad
- Homogeneidad de varianza
- Independientes entre sí (*no existe interacción*)
- Nivel de medida métrica (*unidad de medida numérica*)

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Ecuación de medias marginales:

$$SS_{tot} = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_{err}$$

Para lo cual se plantean los siguientes supuestos de hipótesis de evaluación para validación de análisis de varianza de dos vías.

Tabla 29:

Hipótesis de validación de ANOVA de 2 vías

Hipótesis alterna: (H_1)	Hipótesis nula: (H_0)
a) H_1: Al menos un nivel del Factor A difiere significativamente.	a) H_0: No hay diferencias entre los niveles del Factor A.
b) H_1: Al menos un nivel del Factor B difiere significativamente.	b) H_0: No hay diferencias entre los niveles del Factor B.
c) H_1: Existe interacción entre el factor A con el factor B	c) H_0: No hay efecto de interacción entre el factor A con el factor B

Tabla 30:

Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,253 ^a	3	1,418	2,691	0,063
Intersección	563,429	1	563,429	1069,57	0,000
Factor mordiente (A)Tipo	4,067	1	4,067	7,720	0,009
Factor (B)Tiempo	0,059	1	0,059	0,112	0,740
Factor (A)Tiempo * Factor (B) tipo mordiente	0,127	1	0,127	,241	0,626
Error	16,857	32	0,527		
Total	584,540	36			
Total, corregido	21,110	35			

En la tabla 31 se puede observar que el modelo corregido tiene un $F = 2.691$ y un $P = 0.063$, lo que revela que el modelo globalmente no es significativo al nivel del 5% ($\alpha = 0.05$), pero está cerca del umbral de significancia a su vez La intersección (constante del modelo) es altamente significativa donde $p = 0.000$, lo que sugiere que la media general de la variable dependiente es relevante en el análisis.

a) H₁: Al menos un nivel del Factor A difiere significativamente. **a) H₀:** No hay diferencias entre los niveles del Factor A.

El factor A (Tipo de mordiente) mostró un efecto en la variable de respuesta, con un valor de $F = 7.720$ y un **p-valor = 0.009** ($p < 0.05$). Esto indica que los cambios en los niveles del mordiente afectan significativamente el resultado del teñido. Por lo tanto, *se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa*, por lo que se infiere que el tipo de mordiente influye de manera estadísticamente significativa en la variable dependiente (calidad del teñido).

b) H₁: Al menos un nivel del Factor B difiere significativamente. **b) H₀:** No hay diferencias entre los niveles del Factor B.

El factor B (Tiempo de teñido) mostró no tener un efecto en la variable de respuesta, con un valor de $F = 0.112$ y un **p-valor = 0.740** ($p < 0.05$). Esto indica que los cambios en los niveles del tiempo durante el proceso no afectan el resultado del teñido. Por ende, *es aceptada la hipótesis nula*, por lo que se infiere que el Tiempo de teñido no influye de manera estadísticamente significativa en la variable dependiente (calidad del teñido).

c) H₁: Existe interacción entre el factor A con el factor B **c) H₀:** No hay efecto de interacción entre el factor A con el factor B

El análisis evidenció que la interacción entre el tipo de mordiente factor (A) y el tiempo de teñido factor (B) no resultó significativa ($F = 0.241$, $p = 0.626$; $\alpha = 0.05$), lo que sugiere que el efecto del mordiente sobre la calidad del teñido es independiente del tiempo de aplicación. En consecuencia, el tiempo de teñido no varía en función del tipo de mordiente empleado. Dado que $p > \alpha$ ($0.626 > 0.05$), no es rechazada la hipótesis nula de no interacción, lo que confirma que la calidad del teñido no se ve influenciada por la combinación de estos factores.

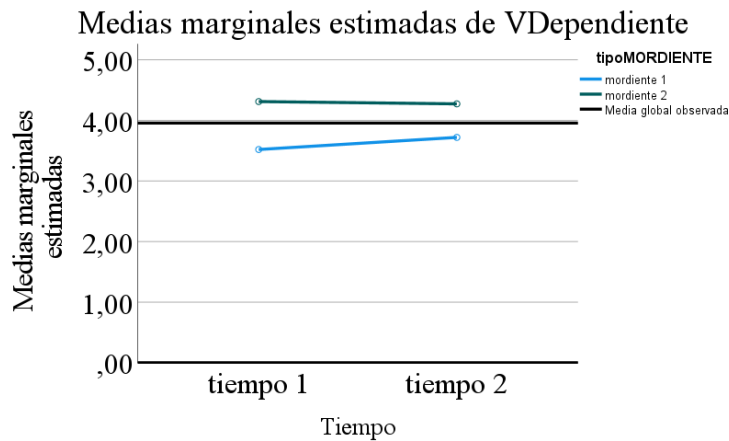


Figura 42: Gráficos efectos inter-sujetos

El gráfico revela que el factor A (tipo de mordiente) influye en la calidad del teñido, destacando el mordiente 2 (ácido crítico) con mejores resultados. En contraste, el factor B (tiempo de teñido) no muestra un impacto claro en la variable dependiente, ya que las variaciones en ambas líneas son mínimas. Además, no se observa interacción entre el tipo de mordiente y el tiempo de teñido, lo que revela que ambos factores actúan de manera independiente. Por lo tanto, el elemento clave en la variación de la calidad del teñido es el tipo de mordiente, no la duración del proceso de teñido con molle.

Supuesto de normalidad

- d) H₁:** Los datos presentan no una distribución normal. **d) H₀:** Los datos presentan una distribución normal.

Tabla 31:

Prueba de normalidad entre factores

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Factor (A) TIPO MORDIENTE	0,338	36	0,000	0,638	36	0,000
Factor (B) TIEMPO	0,338	36	0,000	0,638	36	0,000

Se puede observar que el factor (A) tipo de mordiente y el factor (B) tiempo presentan valores de significancia (Sig. = 0.000), lo que revela el $P < 0.05$ por lo que es rechazada la hipótesis nula de normalidad, lo que quiere decir que los datos no poseen una distribución normal, por lo cual se opta usar pruebas no paramétricas, como Kruskal-Wallis, en lugar de análisis paramétricos como el ANOVA factorial. Esto implica que la comparación entre el tipo de mordiente y el tiempo de teñido debe realizarse mediante métodos estadísticos que no requieran normalidad en los datos.

Supuesto de homogeneidad

- e) **H0:** Los datos poseen homogeneidad de varianzas. e) **H1:** Los datos no poseen homogeneidad de varianzas.

Tabla 32:

Prueba de homogeneidad de Levene

		Estadístico de Levene	gl 1	gl 2	Sig.
VD	Está basada en la media	6,360	3	32	0,002
	Está basada en la mediana	2,883	3	32	0,051
	Está basada en la mediana y con gl ajustado	2,883	3	25,497	0,055
	Está basada en la mediana recortada	6,004	3	32	0,002

Si se considera la media o la media recortada, las varianzas no son homogéneas ($p < 0.05$) por lo que, si se usa la mediana o la mediana con gl ajustado, las varianzas sí son homogéneas ($p > 0.05$). Si se planea realizar un ANOVA, se debe considerar una versión robusta como el ANOVA se no ser así se puede optar usar pruebas no paramétricas como Kruskal-Wallis si la no homogeneidad es problemática a lo que el investigador toma como decisión usar la prueba no paramétrica.

- HE1:** El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido. **HE0:** El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido.

tiempo de teñido si influye en la solidez al lavado

tiempo de teñido no influye en la solidez al lavado

Tabla 33:

Estadísticas descriptivas

	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
Factor (A)	18	3.9	13.3	-2.99
Factor (B)	18	4.5	23.8	2.99
General	36		18.5	

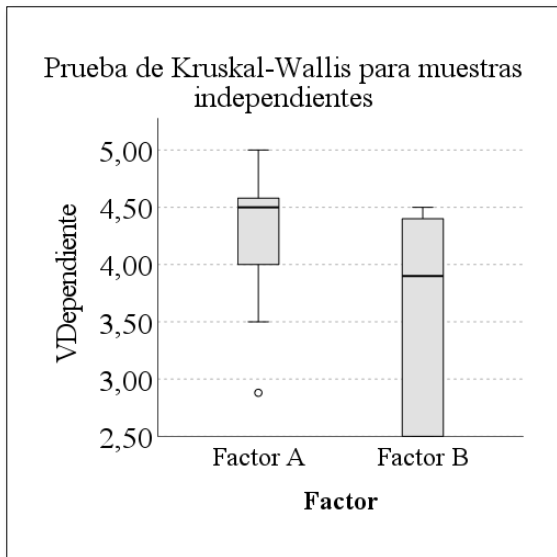
En la tabla 6 se nota que existe una diferencia entre Factor A (Tipo de Mordiente) y Factor B (Tiempo de Teñido), ya que la diferencia en la clasificación de medias y el valor Z es notable. El Factor B (Tiempo de Teñido) presenta una mediana mayor, indicando un mejor rendimiento en la variable dependiente (calidad del teñido) en comparativa con el Factor A.

Tabla 34:

Prueba de kruskal-Wallis

Método	G1	Valor H	Valor P
No ajustado para empates	1	8.94	0.003
Ajustado para empates	1	9.21	0.002

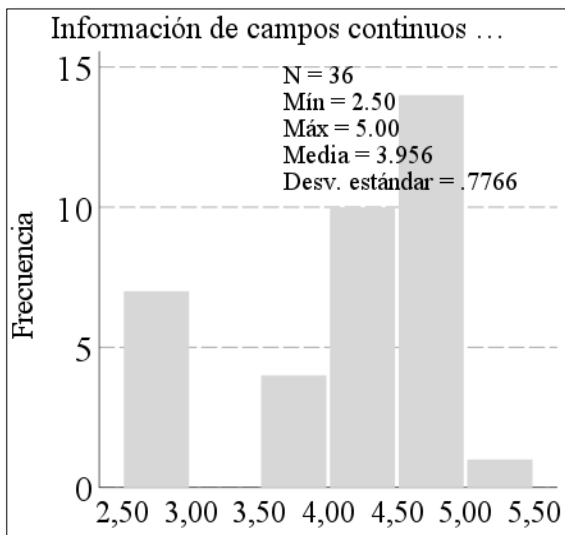
Dado que el valor de $P < 0.05$ en ambas pruebas, se concluye que existen diferencias entre las medianas de los grupos comparados lo que revela que al menos un grupo presenta una mediana distinta, lo que sugiere que el tipo de mordiente o el tiempo de teñido afecta significativamente la variable dependiente.



Factor A muestra valores más elevados en la variable dependiente en comparación con Factor B.

La diferencia en las medianas y la dispersión sugiere que el Factor A podría estar asociado con un mejor rendimiento en la variable dependiente.

La prueba de Kruskal-Wallis indicaría si esta diferencia es estadísticamente significativa.



En el siguiente gráfico se puede observar que la distribución parece sesgada hacia la izquierda, ya que hay más valores concentrados en el extremo superior (cerca de 4.5 y 5.0). La dispersión no es muy alta, pues la mayoría de los datos están cerca de la media.

Interpretación final

Los hallazgos del test de Kruskal-Wallis sugieren que el tipo de mordiente como el tiempo de teñido si influyen significativamente en la calidad del teñido, con una diferencia de las medianas de los grupos comparados. El análisis del gráfico indica que el tipo de mordiente (factor A) influye en la calidad del teñido, siendo el mordiente 2 (ácido crítico) el más efectivo. En cambio, el tiempo de teñido (factor B) no muestra un impacto significativo en los hallazgos, ya que las variaciones en las líneas son mínimas. Además, no se observa interacción entre los dos factores, lo que sugiere que ambos actúan de forma independiente.

Tratamiento de hipótesis específicas

Primera hipótesis específica:

- **HE1:** El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez al lavado.

Supuesto de normalidad

- d) **H₁:** Los datos presentan no una distribución normal. d) **H₀:** Los datos presentan una distribución normal.

Tabla 35:

Prueba de normalidad entre factores

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Factor (A) TIPO MORDIENTE	0,299	12	0,004	,781	12	0,006
Factor (B) TIEMPO	0,299	12	0,004	,781	12	0,006

Para ambos factores, arrojan valores de significancia (Sig.) menores a 0.05 los cuales son 0.004 y 0.006, respectivamente. Esto indica que los datos no son normales para ninguno de los factores por lo que no es apropiado usar pruebas paramétricas como ANOVA para lo cual se está optando usar pruebas no paramétricas, como Kruskal-Wallis, para comparar los grupos sin asumir normalidad.

Supuesto de homogeneidad

- e) **H₀:** Los datos poseen homogeneidad de varianza. e) **H₁:** Los datos no poseen homogeneidad de varianza.

Tabla 36:

Prueba de homogeneidad de Levene

Estadístico de Levene			gl 1	gl2	Sig.
VD	Se basa en la media	0,000	1	70	1,000
	Se basa en la mediana	0,000	1	70	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,000	1	70,000	1,000
	Se basa en la mediana recortada	0,000	1	70	1,000

Hallados a través de la prueba de Levene se puede observar que los hallazgos son 1.000 en todas las pruebas que se basan en la media, mediana, mediana con gl ajustado así como media recortada, con un valor de $p > 0.05$ indicando que no es rechazada la hipótesis nula (H_0), lo que significa que las varianzas son similares entre los grupos comparados. Se cumple con la homogeneidad de varianzas sin embargo los datos no llegan a ser normales, para usar el ANOVA de dos vías por lo que se tomó la decisión de seguir usando pruebas no paramétricas, como Kruskal-Wallis, a fin de analizar las diferencias entre los grupos.

H0: El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido no influye en la solidez del color

H1: El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido influye en la solidez del color

Tabla 37:

Estadísticas descriptivas

	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
Factor (A)	6	4.35	4.5	-1.92
Factor (B)	6	4.60	8.5	1.92
General	12		6.5	

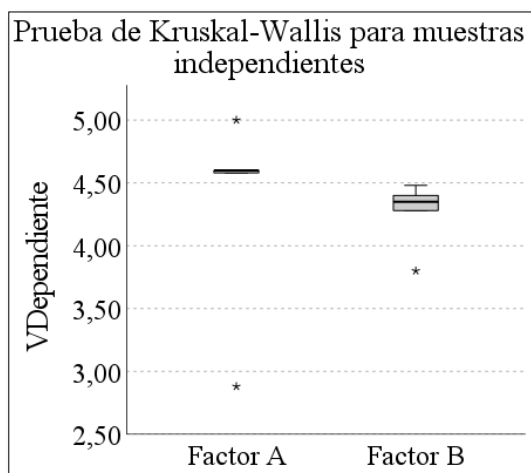
En la anterior tabla se puede ver que en este caso el tiempo de teñido (Factor B) presenta una mayor mediana y clasificación de medias, lo que sugiere que podría influir más en la variable dependiente en comparativa con el Tipo de Mordiente. Sin embargo, para confirmar si esta diferencia es estadísticamente significativa, es necesario revisar los hallazgos de la prueba de hipótesis en este caso se usó la prueba no paramétrica de **Kruskal-Wallis**.

Tabla 38:

Prueba de kruskal-Wallis

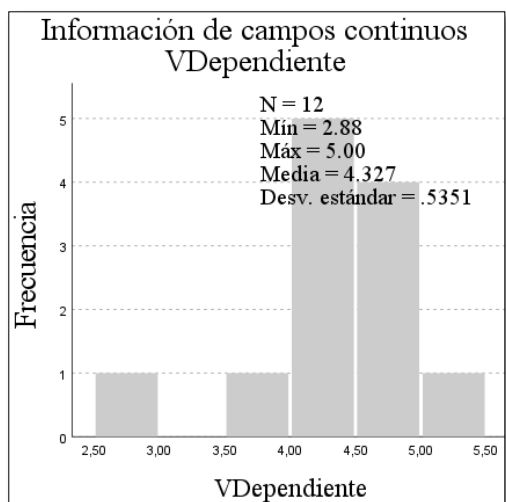
Método	Gl	Valor H	Valor P
<i>No ajustado para empates</i>	1	3.69	0.055
<i>Ajustado para empates</i>	1	3.76	0.053

Dado que $P > 0.05$ en ambos casos, no es rechazada la hipótesis nula (H_0). Esto señala la no existencia de evidencia para afirmar que las medianas de los grupos son significativamente diferentes. En otras palabras, los hallazgos de los factores no presentan diferencias significativas en cuanto a sus medianas.



Factor A muestra valores más elevados en la variable dependiente en comparación con Factor B.

La diferencia en las medianas y la dispersión sugiere que el Factor A podría estar asociado con un mejor rendimiento en la variable dependiente.



En el siguiente grafico se puede observar que la distribución parece sesgada hacia la izquierda, ya que hay más valores concentrados en el extremo superior (cercanos a 4.5 y 5.0). La dispersión no es muy alta, pues gran parte de los datos están cerca de la media.

Interpretación final

En las estadísticas descriptivas, el **tiempo de teñido** tiene una mayor mediana y clasificación de medias que el **tipo de mordiente**, lo que sugiere una posible mayor influencia en la variable dependiente. Por último, la prueba de Kruskal-Wallis (valor $p > 0.05$) no presenta diferencias entre los grupos por lo que se pasa a validar la hipótesis nula de que las medianas de grupos son similares, lo que implica que ambos factores no inciden de forma significativa en la solidez del color durante la prueba de lavado.

Segunda hipótesis específica:

- **HE2:** El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez al frote en seco

Supuesto de normalidad

- d) **H₁:** Los datos presentan no una distribución normal. d) **H₀:** Los datos presentan una distribución normal.

Tabla 39:

Prueba de normalidad entre factores

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Factor (A) TIPO MORDIENTE	0,407	6	0,002	0,640	6	0,001
Factor (B) TIEMPO	0,407	6	0,002	0,640	6	0,001

Ambos p-valores son menores que 0.05 ($p = 0.002$ y $p = 0.001$), lo que revela que rechazamos la hipótesis nula de normalidad (H_0) para ambos factores (A y B). Esto quiere decir que los datos no poseen una distribución normal para ninguno de los dos factores, debido a que los datos no son normales, no es adecuado usar pruebas paramétricas que requieran normalidad, como el ANOVA de dos vías. En su lugar, se tomó como decisión usar pruebas no paramétricas, como la prueba de Kruskal-Wallis, a fin de analizar los datos sin asumir normalidad.

Supuesto de homogeneidad

e) **H0:** Los datos poseen homogeneidad de varianza. e) **H1:** Los datos no poseen homogeneidad de varianza.

Tabla 40:

Prueba de homogeneidad de Levene

Estadístico de Levene			gl	gl	Sig.
			1	2	
VD	Se basa en la media	21,176	1	10	0,001
	Se basa en la mediana	1,324	1	10	0,277
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,324	1	5,623	0,297
	Se basa en la mediana recortada	16,680	1	10	0,002

En la anterior tabla se puede ver que el P valor es < 0.05 , lo que revela que es rechazada la hipótesis nula (H_0) de homogeneidad de varianza, sugiriendo que las varianzas no son homogéneas entre los grupos si nos fijamos en los métodos basados en la mediana muestran un P valor > 0.05 , lo que revela que no es rechazada la hipótesis nula, sugiriendo que las varianzas son similares. Debido a que algunos métodos muestran que las varianzas no son similares, no sería apropiado usar ANOVA estándar. En este caso, es más adecuado usar pruebas no paramétricas como Kruskal-Wallis para el análisis de diferencias entre los grupos, ya que no asume homogeneidad de varianzas.

H0: El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido no influye en la solidez al frote en seco

H1: El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez al frote en seco

Tabla 41:

Estadísticas descriptivas

	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
Factor (A)	6	4.5	7.2	0.64
Factor (B)	6	4.0	5.8	-0.64
General	12		6.5	

El valor Z indica la posición relativa de las medianas en comparación con la *distribución* general de los datos donde se puede ver que el P valor es positivo para el Factor A sugiere que su mediana está por encima de la media general, mientras que el valor negativo para el Factor B indica que su mediana está por debajo de la media general. Factor A parece tener un mejor rendimiento en términos de la variable dependiente (comparado con el Factor B), según las clasificaciones de medias y las medianas, Estos hallazgos proporcionan una visión preliminar sobre como los factores podrían influir en la variable dependiente, pero se necesita realizar pruebas estadísticas adicionales para confirmar si las diferencias son significativas.

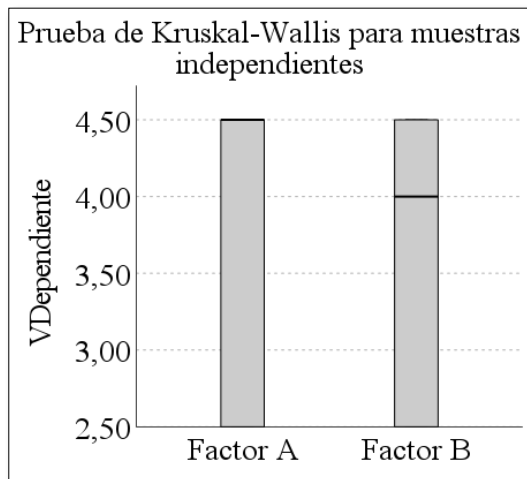
Tabla 42:

Prueba de kruskal-Wallis

Método	G1	Valor H	Valor P
<i>No ajustado para empates</i>	1	0.41	0.522
<i>Ajustado para empates</i>	1	0.49	0.484

Valor $P > 0.05$ en ambos casos (0.522 y 0.484), lo que revela que no es rechazada la hipótesis nula (H_0) de que las medianas de grupos comparados son similares. Esto indica que no hay

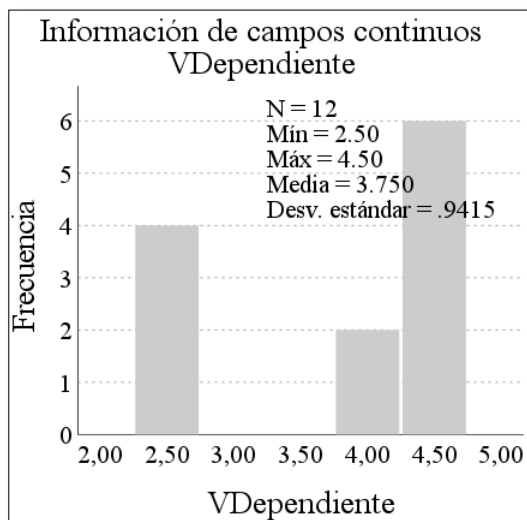
distinciones entre los grupos en cuanto a la variable dependiente. A pesar de que hay diferencias en las medianas (como se apreció en las estadísticas descriptivas), la prueba de Kruskal-Wallis no encuentra evidencia suficiente para concluir que estas diferencias son estadísticamente significativas. Esto implica que, en base a Estos hallazgos, los factores (A y B) no poseen un impacto significativo en la variable dependiente.



El Factor A y el Factor B muestra valores similares en la variable dependiente.

No se nota alguna diferencia en las medianas y la dispersión sugiere que el Factor A y el factor B dan un rendimiento similar en la variable dependiente.

La prueba de Kruskal-Wallis indicaría si esta diferencia es significativa.



En el siguiente gráfico se puede observar que la distribución parece sesgada hacia la izquierda, ya que hay más valores concentrados en el extremo superior (cerca de 4.5 y 4.0). La dispersión no es muy alta, pues gran parte de los datos están cerca de la media.

Interpretación final

En las pruebas de estadística se notó que el Factor A podría tener un mejor impacto en la solidez al frote en seco en comparación con el Factor B por otro lado los hallazgos de la prueba de Kruskal-Wallis mostraron que es rechazada la hipótesis alterna (H1), indicando que no hay diferencias entre los grupos para los factores analizados. Aunque las medianas mostraron algunas diferencias, sin embargo, las diferencias observadas en las medianas en las pruebas estadísticas no apoyan la hipótesis de que los factores Tipo de Mordiente (A) y Tiempo de

Teñido (B) poseen un impacto en la solidez al frote en seco de la fibra de alpaca. Por lo tanto, no se puede afirmar que estos factores influyan de manera relevante en la variable dependiente.

Tercera hipótesis específica:

- **HE3:** El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez a la luz

Supuesto de normalidad

- d) H₁:** Los datos presentan no una distribución normal. **d) H₀:** Los datos presentan una distribución normal.

Tabla 43:

Prueba de normalidad entre factores

			Kolmogorov-Smirnov ^a		Shapiro-Wilk			
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Factor (A)	TIPO	MORDIENTE	0,302	6	0,094	0,775	6	0,035
Factor (B)	TIEMPO		0,254	6	0,200	0,866	6	0,212

En la tabla anterior se mostró que en factor a (tipo de mordiente) nos da un p valor de 0.035. Esto quiere decir que el Factor A no tiene una distribución normal conforme la prueba de Shapiro-Wilk, pero el Factor B sí sigue una distribución normal según ambas pruebas. Estos hallazgos influyeron en la elección de las pruebas estadísticas a usar para el análisis posterior para lo cual el investigador ya está considerando el uso de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Supuesto de homogeneidad

- e) H₀:** Los datos poseen homogeneidad de varianzas. **e) H₁:** Los datos no poseen homogeneidad de varianzas.

Tabla 44:

Prueba de homogeneidad de Levene

Estadístico de Levene			gl 1	gl2	Sig.
VD	Se basa en la media	10,152	1	10	0,010
	Se basa en la mediana	5,976	1	10	0,035
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	5,976	1	7,606	0,042
	Se basa en la media recortada	10,126	1	10	0,010

Analizando los hallazgos hallados podemos notar que $P < 0.05$ en todos los métodos, lo que revela que rechazamos la hipótesis nula (H_0) de homogeneidad de varianzas lo que significa que las varianzas no son parecidas entre los grupos comparados debido a que las pruebas de Levene indican que las varianzas no son homogéneas (ya que los valores P son menores que 0.05), no sería apropiado usar pruebas paramétricas que asuman homogeneidad de varianza, como el ANOVA 2 vías en su lugar, se tomó la decisión de usar la prueba de Kruskal-Wallis, que no requieren homogeneidad de varianza para el análisis.

H0: El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido no influye en la solidez a la luz

H1: El teñido con el extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez a la luz

Tabla 45:

Estadísticas descriptivas

	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
Factor (A)	6	4.5	7.2	0.64
Factor (B)	6	4.0	5.8	-0.64
General	12		6.5	

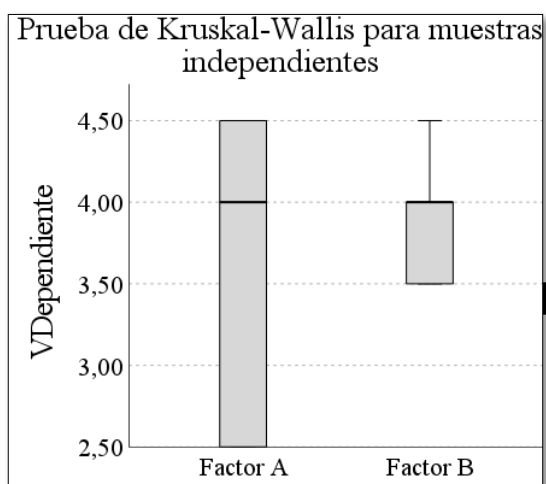
El valor Z indica la posición relativa de las medianas en comparación con la *distribución* general de los datos donde se puede ver que el P valor es positivo para el Factor A sugiere que su mediana está por encima de la media general, mientras que el valor negativo para el Factor B indica que su mediana está por debajo de la media general. Factor A parece tener un mejor rendimiento en términos de la variable dependiente (comparado con el Factor B), según las clasificaciones de medias y las medianas, Estos hallazgos proporcionan una visión preliminar sobre como los factores podrían influir en la variable dependiente, pero se necesita realizar pruebas estadísticas adicionales para confirmar si las diferencias son significativas.

Tabla 46:

Prueba de kruskal-Wallis

Método	G1	Valor H	Valor P
<i>No ajustado para empates</i>	1	0.41	0.522
<i>Ajustado para empates</i>	1	0.45	0.502

Dado que $P > 0.05$ en ambos casos, no es rechazada la hipótesis nula (H_0). Esto quiere decir que no hay diferencias de los grupos respecto a la variable dependiente, ya que no se encontró evidencia suficiente para afirmar que los factores (en este caso, el tipo de mordiente y el tiempo de teñido) influyen en la variable dependiente. A pesar de las diferencias observadas en las medianas, los hallazgos de la prueba de Kruskal-Wallis indican que no hay una diferencia significativa en las medianas de los grupos analizados. Por lo tanto, los factores (A y B) no



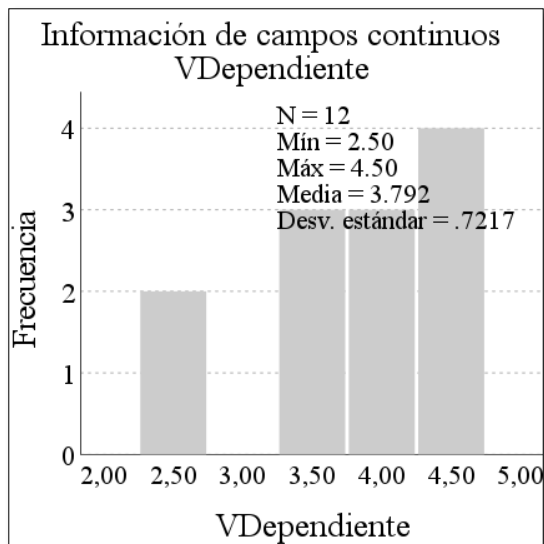
Factor A muestra valores más elevados en la variable dependiente en comparación con Factor B.

La diferencia en las medianas y la dispersión sugiere que el Factor A podría estar asociado con un mejor rendimiento en la variable dependiente.

La prueba de Kruskal-Wallis indicaría si esta diferencia es estadísticamente significativa.

En conclusión, la figura sugiere que el Factor B tiene un mejor efecto sobre la variable dependiente en comparación con el Factor A, aunque la presencia de un valor atípico debe ser considerada en el análisis.

parecen tener un impacto significativo en la variable dependiente en términos estadísticos.



En el siguiente gráfico se puede observar que la distribución parece sesgada hacia la izquierda, ya que hay más valores concentrados en el extremo superior (cerca de 4.5 y 5.0). La dispersión no es muy alta, pues la mayoría de los datos están cerca de la media.

Dado que la prueba de normalidad previa indicó que los datos no poseen una distribución normal, este gráfico refuerza esa conclusión mostrando una posible asimetría.

Interpretación final

El análisis estadístico aplicado a la hipótesis HE3, que evaluó si el tipo de mordiente y el tiempo de teñido influyen en la solidez a la luz de la fibra de alpaca teñida con extracto de molle, mostró se cumple con la normalidad así como homogeneidad. La prueba de Shapiro-Wilk reveló que el tipo de mordiente no sigue una distribución normal ($p = 0.035$), aunque el tiempo de teñido sí. La prueba de Levene indicó varianzas no homogéneas ($p < 0.05$), por lo cual se usó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los hallazgos ($p > 0.05$) señalaron que no existen diferencias, concluyéndose que ninguno de los factores afecta estadísticamente la solidez a la luz.

Interacción de los factores en las sub hipótesis.

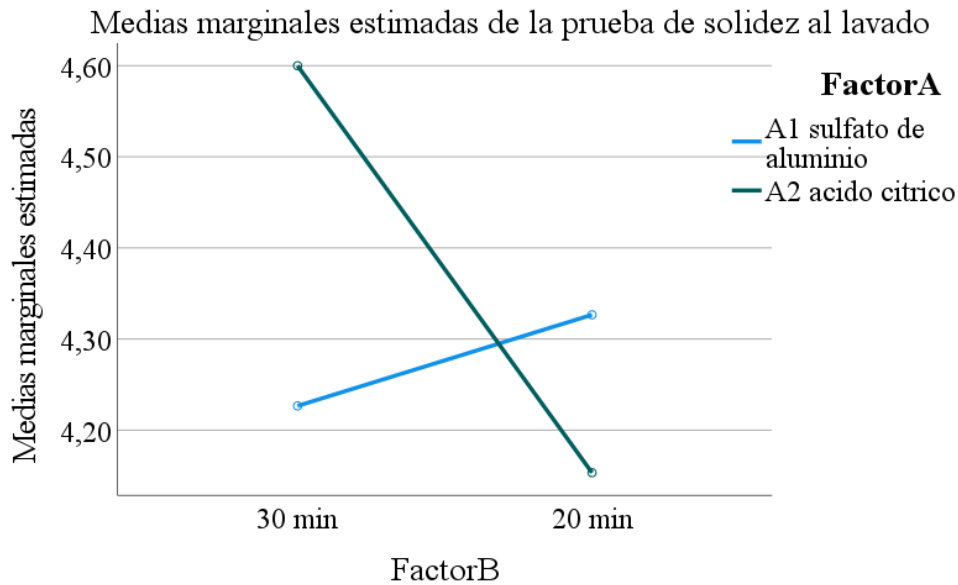
En el siguiente gráfico se presenta las medias marginales estimadas de la prueba de solidez al lavado, considerando dos factores

Factor A (Tipo de mordiente):

- **A1:** Sulfato de aluminio
- **A2:** Ácido cítrico.

Factor B (Tiempo de teñido):

- **B1:** 30 min
- **B2:** 20 min



El investigador observa una interacción entre los factores, ya que las líneas se cruzan, esto indica que el efecto del tipo de mordiente depende del tiempo de teñido para 20 minutos, el sulfato de aluminio (A1) muestra una mejor solidez al lavado que el ácido cítrico (A2) Para 30 minutos, el ácido cítrico(A2) mejora significativamente la solidez al lavado, mientras que el sulfato de aluminio (A1) se mantiene en un nivel intermedio donde la diferencia entre 20 min y 30 min es más pronunciada en el ácido cítrico (A2), lo que sugiere que este tratamiento responde mejor a tiempos más largos.

Si el tiempo de exposición es 20 minutos, el ácido cítrico es efectivo que el sulfato de aluminio. Si el tiempo de exposición es 30 minutos, el ácido cítrico proporciona una mejor solidez al lavado y que mejora su desempeño con tiempos más largos, mientras que el sulfato de aluminio tiene un efecto más estable. Para optimizar la solidez al lavado, la mejor opción sería usar ácido cítrico con 30 minutos de exposición.

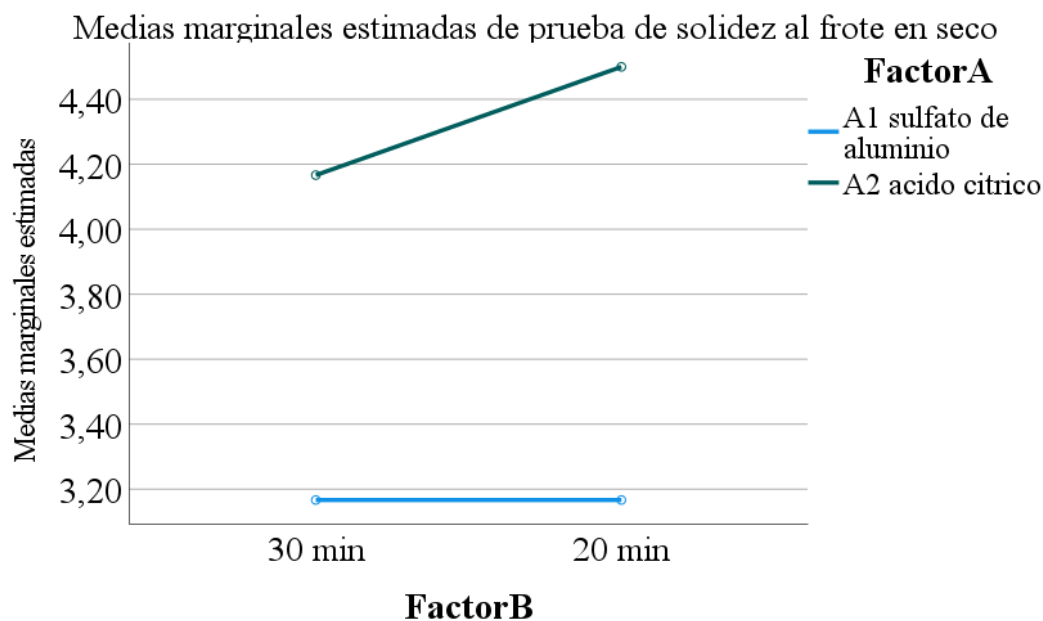
En el siguiente gráfico se presenta las medias marginales estimadas de la prueba de solidez al frote en seco, considerando dos factores

Factor A (Tipo de mordiente):

- **A1:** Sulfato de aluminio
- **A2:** Ácido cítrico.

Factor B (Tiempo de teñido):

- **B1:** 30 min
- **B2:** 20 min



El sulfato de aluminio (A1) mantiene un valor constante en ambos tiempos (20 min y 30 min), alrededor de 3.2, lo que revela que el tiempo de exposición no tiene un impacto en la solidez al frote en seco para este tratamiento por otro lado el ácido cítrico (A2) muestra una mejora con el tiempo de exposición, pasando de aproximadamente 4.2 a 4.4 cuando el tiempo aumenta de 20 a 30 minutos también se observa que las líneas no se cruzan, lo que sugiere que el comportamiento de cada tratamiento es independiente del tiempo de exposición.

El ácido cítrico (A2) proporciona una mejor solidez al frote en seco que el sulfato de aluminio (A1) El tiempo de exposición tiene un efecto positivo en el ácido cítrico (A2), pero no en el sulfato de aluminio (A1) lo cual se recomienda para mejorar la solidez al frote en seco, se recomienda usar ácido cítrico con un tiempo de 30 minutos.

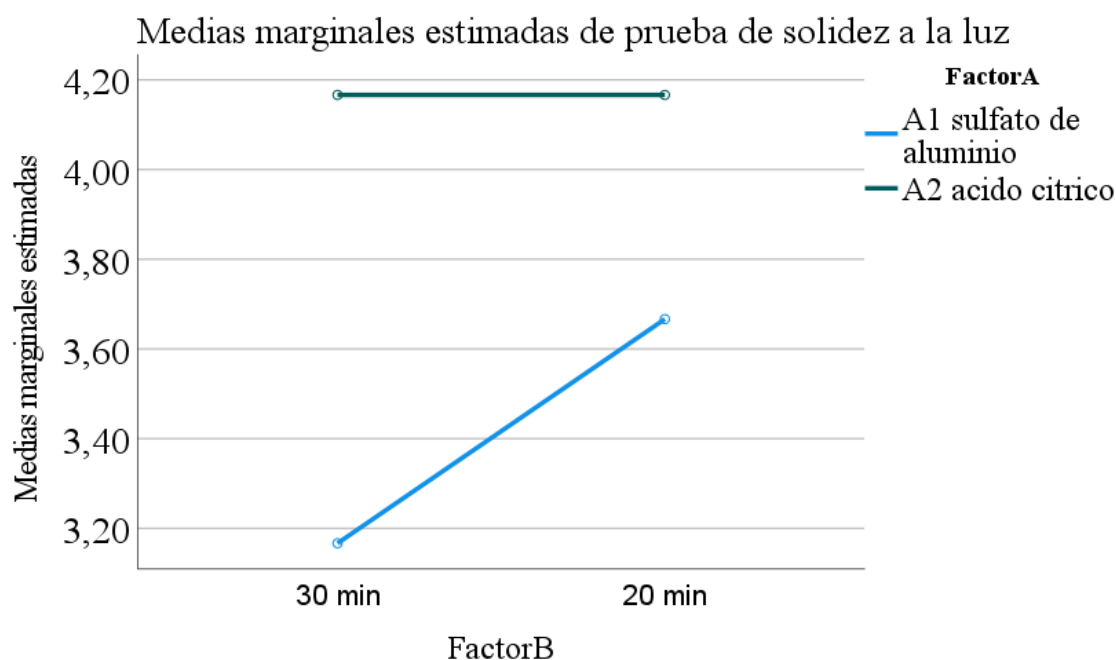
En el siguiente gráfico se presenta las medias marginales estimadas de la prueba de solidez a la luz, considerando dos factores

Factor A (Tipo de mordiente):

- **A1:** Sulfato de aluminio
- **A2:** Ácido cítrico.

Factor B (Tiempo de teñido):

- **B1:** 30 min
- **B2:** 20 min



En el grafico propuesto se observa que el ácido cítrico (A2) mantiene un valor constante en ambos tiempos (4.2), lo que revela que el tiempo de exposición no afecta la solidez a la luz para este tratamiento por otro lado el sulfato de aluminio (A1) mejora su solidez a la luz con mayor tiempo de exposición. Su valor aumenta de 3.2 a 3.6 cuando se expone por 30 minutos en lugar de 20 minutos también se puede notar que las líneas no se cruzan, lo que sugiere que cada tratamiento sigue un comportamiento independiente respecto al tiempo de exposición.

Por lo que se puede inferir que el ácido cítrico (A2) proporciona mayor solidez a la luz que el sulfato de aluminio (A1), independientemente del tiempo de exposición y que el tiempo de exposición tiene un efecto positivo solo en el sulfato de aluminio (A1), mejorando su solidez con mayor tiempo de aplicación para fortalecer la solidez a la luz, se recomienda usar ácido cítrico (A2), ya que mantiene una alta estabilidad en ambos tiempos pero si se usa sulfato de aluminio (A1), es mejor aplicarlo por 30 minutos para obtener mejores resultados.

4.3 DISCUSIONES

En relación con el objetivo general, se concluyó que la evaluación del extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) utilizado en el teñido de fibras de alpaca proporciona información relevante sobre la eficacia y rendimiento de este tinte natural. Los hallazgos revelaron que no existen diferencias entre solidez del color al frote en seco, la exposición prolongada a la luz solar ni en los ciclos de lavado, independientemente de que el tiempo de tratamiento aplicado fuera de 20 o 30 minutos. Estos hallazgos evidencian que el proceso de teñido con extracto de molle es

consistente, estable y confiable, lo que representa un beneficio considerable para los artesanos y productores textiles. Gracias a esta estabilidad, los fabricantes pueden adaptar los tiempos de teñido según sus condiciones operativas sin comprometer la calidad, intensidad o durabilidad del color, fomentando prácticas sostenibles y agregando valor a los textiles artesanales elaborados con tintes naturales.

Al comparar los hallazgos actuales con el trabajo de Mamani (2022) y Sucasaca (2022), se hace evidente que muchos otros tintes naturales resultan mucho más sensibles a las alteraciones en el tiempo de remojo y el mordiente específico utilizado; dicha sensibilidad resulta en marcadas inconsistencias en la absorción del color y el desgaste a largo plazo de las fibras tratadas. En cambio, el pigmento extraído de las hojas de molle destaca por su robusta resistencia a estas mismas variables, mostrando un tono y una solidez casi idénticos en los juegos teñidos con protocolos muy diversos. En conjunto, estas observaciones posicionan al molle como una opción fiable y ecológica para los pequeños fabricantes textiles con conciencia ecológica que buscan un color intenso y duradero sin recurrir a productos químicos sintéticos.

En un estudio complementario, Rodas (2021) examinó muestras de color extraídas de las raíces de varias especies vegetales y observó que veinte tonos distintos se mantuvieron notablemente estables tras una exposición prolongada a la luz, lavados constantes y abrasión suave. Sus resultados subrayan la necesidad de realizar pruebas de durabilidad rigurosas para los tintes naturales, ya que estas evaluaciones permiten comparaciones directas de rendimiento con alternativas sintéticas ampliamente utilizadas. Al verificar que las telas artesanales conservan su integridad visual, estas evaluaciones también ayudan a proteger el significado cultural de las prendas y refuerzan el papel de las fuentes de color ecológicas en una economía textil sostenible.

De manera similar, Muñoz (2020) elaboró detalladas tablas de color que permiten apreciar las sutilezas originadas por la variedad de fijadores empleados, la concentración de cada uno en peso y el color base de los tejidos, facilitando así la selección precisa en procesos de teñido. Por su parte, Arias (2018) destacó la relevancia del teñido natural al evidenciar que este método en la industria textil no requiere grandes inversiones en maquinaria y resulta más económico al emplear pigmentos de origen vegetal. Asimismo, el estudio de Carrasco et al. (2021) resaltó la función esencial de los mordientes para potenciar la efectividad de los extractos naturales; si bien el tiempo de tratamiento no altera significativamente la solidez del color, la correcta selección del mordiente puede optimizar los hallazgos y diversificar las tonalidades logradas.

En consonancia con el primer objetivo específico, los rangos promedio y sumados posicionaron consistentemente al ácido cítrico en el primer puesto en todos los ensayos, superando claramente a cada mordiente probado. También se observaron diferencias estadísticamente significativas de solidez del color al lavado así como al frote en seco, con valores asintótica de 0,017 y 0,019. En conjunto, estos hallazgos subrayan que el mordiente seleccionado influye no solo en la intensidad del tono, sino también en su estabilidad a largo plazo en el tejido. Por lo tanto, elegir el mordiente adecuado se convierte en un paso crucial que garantiza una coloración uniforme, una resistencia excepcional a la abrasión y la calidad general exigida en textiles comercialmente viables teñidos con pigmentos naturales.

En resumen, el ácido cítrico superó a todos los demás mordientes, produciendo el mayor aumento en la solidez del color tanto al lavado como al frotado en seco; este aumento indica que los textiles teñidos conservarán su tono por mucho más tiempo en el uso diario. Su resultado coincide con el análisis de Caymayo (2017) sobre procesos de teñido tradicionales recuperados, donde probó los métodos con múltiples ciclos de lavado, frotado y desteñido en condiciones controladas. Los análisis de su trabajo demostraron que estas técnicas tradicionales producen colores vivos y resistentes de la más alta calidad, lo que refuerza la idea de que los artesanos modernos las adopten y adapten en la fabricación textil ecológica.

En una investigación complementaria, Fernández y Saavedra (2019) extrajeron y caracterizaron un tinte natural de chilca blanca (*Baccharis salicifolia*) y posteriormente analizaron su capacidad para teñir diferentes fibras naturales. Sus hallazgos revelaron que el mordiente elegido influye decisivamente en la firmeza de la adhesión del color al material, lo que influye tanto en su apariencia como en su durabilidad. El alumbre demostró ser especialmente eficaz; las telas tratadas con él conservaron el tono prácticamente inalterado tras múltiples lavados y secado al aire, lo que constituye una sólida evidencia de que este mordiente puede ofrecer resultados vívidos y duraderos.

Miranda (2022) identificó una relación cuadrática significativa entre el diámetro del núcleo de la fibra de alpaca Huacaya, el grado de modulación de la fibra y la estabilidad de la fijación del color, lo que demuestra claramente que estos atributos estructurales están estrechamente vinculados durante el teñido. El análisis mostró que, independientemente de la variación del diámetro y la modulación, la solidez a la luz de cada muestra teñida se mantuvo dentro de límites satisfactorios, lo que confirma la fiabilidad del método de teñido empleado. En conjunto, estos hallazgos sugieren que las características estructurales de la fibra no afectan la calidad del

tinte, lo que subraya la importancia de la caracterización de la fibra para diseñar protocolos eficientes de procesamiento textil.

Stanciuc (2020) descubrió que al combinar mordientes a base de aluminio con ácido tartárico, sulfato de cobre y dicromato de potasio, se obtienen ricos tonos marrones con un suave matiz amarillo. Esta mezcla no solo añade un tono; amplía el espectro cromático del tintorero y demuestra que los mordientes comunes pueden producir tonos distintivos y llamativos. Al destacar estos experimentos, el autor anima a artesanos y diseñadores a mezclar los mordientes ellos mismos, ampliando así el vocabulario visual de los textiles tejidos a mano, sin dejar de utilizar materiales naturales de alta calidad.

Carrasco et al. (2021) validaron observaciones previas al revelar que el ácido cítrico se une con mayor facilidad al color liberado por el extracto de molle, confirmando así su eficacia como mordiente. Sus experimentos demostraron que 21 ml de extracto de molle fresco mezclado con 4 ml de extracto seco produjeron textiles de alpaca con tonos uniformes y duraderos en casi todas las pruebas. Estas formulaciones precisas son invaluable para los artesanos comprometidos con la producción sostenible, ya que ofrecen resultados repetibles y de elevada calidad, a la vez que ayudan a salvaguardar los métodos y a promover el teñido responsable de origen vegetal en el sector artesanal.

Respecto al segundo objetivo específico, se determinó que los tiempos de tratamiento de 20 y 30 minutos no resultan efectivos para lograr una adecuada solidez del color frente al lavado, el frote en seco y la exposición a la luz solar, ya que los valores hallados de 0,480, 1,000 y 0,480 superan el nivel de significancia de 0,05, indicando ausencia de influencia significativa. Asimismo, los promedios analizados revelan que la retención de color con 20 minutos de teñido muestra una ligera ventaja a la acción de la luz solar; sin embargo, dicha diferencia no alcanza significancia estadística, por lo que no puede considerarse relevante para mejorar la durabilidad del color en los textiles sometidos a estos procesos.

Estos hallazgos son similares con los Luna Chávez et al. (2020), quienes analizaron el comportamiento del tinte extraído de hojas de nogal aplicado en fibras de lana, considerando parámetros como la temperatura, el tiempo de tratamiento y los periodos poscosecha de las hojas. Su investigación evidenció que la mayor pérdida de colorante se registró cuando el teñido se realizó a 100 °C durante 30 minutos, reflejando una disminución significativa en la intensidad del color. Asimismo, comprobaron que hojas con periodos poscosecha más cortos generaron colores más intensos y vivos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Los hallazgos hallados en las pruebas de solidez al lavado, al frote en seco y a la luz muestran que el tratamiento M2/T1 es el más efectivo en todos los aspectos evaluados, con una solidez superior y consistente en todas las mediciones donde alcanzó una solidez constante de 4.6, lo que lo convierte en la mejor opción para garantizar la durabilidad del color en el proceso de teñido por otro lado el tratamiento M1/T1 presentó los peores resultados, especialmente en las pruebas de solidez a la luz y al frote en seco, con valores significativamente más bajos, lo que revela que este tratamiento es menos resistente a las condiciones adversas.

Al evaluar la solidez del color al lavado, el tratamiento con mordiente de ácido cítrico, denominado M2/T2, mostró una dispersión de puntuaciones notablemente mayor que las demás combinaciones. El tipo de mordiente, denominado Factor A en el estudio, resultó decisivo, ya que el ácido cítrico M2 obtuvo sistemáticamente las puntuaciones más altas de solidez. Por el contrario, la variación de los tiempos de teñido (Factor B) tuvo poco impacto en la solidez al lavado; las diferencias observadas fueron pequeñas y estadísticamente insignificantes. Estos patrones sugieren que la elección del mordiente adecuado determina principalmente el nivel de durabilidad, mientras que la duración del tratamiento puede ajustarse libremente sin afectar el tono final.

Al considerar la solidez del color al frote en seco, los ensayos indicaron que los platos tratados con ácido cítrico como mordiente (M2 y, más específicamente, la combinación M2/T1) fueron los más duraderos. Sus calificaciones fueron más elevadas que las del grupo de acetato de aluminio (M1/T1 y M1/T2) en las mismas condiciones de frote, lo que sugiere que la elección del mordiente juega un papel decisivo en la solidez al frote en seco. Por el contrario, la variación de la duración del teñido prácticamente no ejerció influencia; las diferencias entre M2/T1 y M2/T2, o entre sus contrapartes, resultaron estadísticamente insignificantes y no alteraron el

perfil general de rendimiento. Por lo tanto, la selección de un mordiente apropiado (rojo en este caso) ciertamente emerge como la estrategia central para mejorar la resistencia a la abrasión en seco.

En la prueba de solidez a la luz, los tratamientos con ácido cítrico (M2) también mostraron los mejores resultados, destacándose los tratamientos M2/T1 y M2/T2 con valores elevados de resistencia a la luz. El tratamiento M1/T1, por otro lado, presentó los valores más bajos, lo que revela que el tipo de mordiente tiene un impacto en la estabilidad frente a la luz. Al igual que en las otras pruebas, el tiempo de teñido no influyó de manera significativa en la solidez a la luz, lo que refuerza la conclusión de que el tipo de mordiente es el principal factor que determina la resistencia a la luz, mientras que la duración del proceso de teñido tiene un efecto mínimo en esta propiedad.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda optar por el tratamiento M2/T1, ya que los hallazgos obtenidos indican que este tratamiento ofrece el mejor equilibrio en todas las pruebas realizadas, destacándose particularmente en la solidez del color frente al lavado, al frote en seco y a la exposición a la luz. M2/T1 mostró una resistencia constante y elevada en todos los parámetros evaluados, evidenciando un desempeño superior frente a los demás tratamientos analizados. Esto lo convierte en la alternativa más adecuada para los procesos de teñido que requieren colores duraderos, uniformes y de alta calidad. Por ello, implementar este tratamiento puede contribuir significativamente a optimizar los hallazgos en la producción textil artesanal, garantizando productos más competitivos y sostenibles en el mercado.

Se recomienda optimizar la solidez del color frente al lavado, ya que al analizar cuidadosamente las condiciones de las muestras y los parámetros del proceso de teñido, sería posible determinar los niveles óptimos de los factores evaluados para mejorar su desempeño en esta prueba específica. Este ajuste permitiría incrementar la resistencia del color durante los ciclos de lavado, fortaleciendo así la calidad y la durabilidad del teñido obtenido. De lograrse estas mejoras, el tratamiento podría convertirse en una opción más confiable y versátil para su aplicación en procesos textiles artesanales y sostenibles, satisfaciendo mejor las expectativas de los productores y consumidores que buscan productos con altos estándares de calidad y mayor permanencia del color en el tiempo.

Se recomienda dar prioridad a la selección del tipo de mordiente por encima del tiempo de teñido, ya que el estudio evidenció que el factor correspondiente al mordiente (Factor A) influye significativamente en la calidad final del teñido, especialmente en lo referente a la solidez del color frente a la luz y al frote en seco. En particular, se recomienda el uso del ácido cítrico (M2) como mordiente principal, dado que mostró mejores resultados en comparación con otras alternativas evaluadas. Por otro lado, los hallazgos revelan que el tiempo de teñido (Factor B) no ejerce un efecto relevante sobre la calidad del teñido, permitiendo que este se mantenga dentro de un rango operativo flexible sin que se vean afectados los niveles de solidez obtenidos.

Se recomienda explorar otros factores que podrían contribuir a mejorar la consistencia de los hallazgos en la solidez del color, dado que, si bien el tipo de mordiente ha demostrado ser un factor clave para reforzar la solidez, aún persiste cierta variabilidad, especialmente en el tratamiento M2/T2. Por ello, sería conveniente realizar un análisis más exhaustivo del proceso de teñido, considerando variables como la temperatura de aplicación, la duración de la

exposición al mordiente y posibles ajustes en las condiciones de preparación de las fibras. Estudiar estos aspectos podría permitir reducir la variabilidad observada, optimizar la uniformidad de los hallazgos y garantizar una mayor consistencia en la calidad del teñido en todos los tratamientos evaluados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon Silvera, G., & Lucas Osorio, J. (2020). *Obtención de tintes naturales provenientes de plantas nativas del Perú y su aplicación en la industria textil: una revisión bibliográfica*. Lima.
- Albán-Castillo, J., Espinoza, G., Rojas, R., & Díaz Santibáñez, C. (2018). *El color en la memoria: colorantes de origen vegetal empleados en las prácticas tradicionales de las comunidades andinas y amazónicas del Perú*. Lima.
- Áñez, L. (s.f.). *Laura Áñez textile desing*. Obtenido de <https://lauranez.com/blogs/sostenibilidad/clasificacion-de-las-fibras-textiles>
- Arias, N. A. (2018). *Tintes naturales de origen vegetal para uso en el teñido de hilo de fibra natural*. La Paz.
- Ascalpe. (2019). *Características de fibra de alpaca*. Obtenido de <https://www.alpacadelperu.org.pe/caracteristicas-de-la-fibra-de-alpaca/>
- Asociacion civil alpaca Perú. (2020). *Ascalpe*. Obtenido de <https://www.alpacadelperu.org.pe/nosotros/>
- Calvo Sealing. (2018). *Clasificación de Fibras*. Lima.
- Cárdenas, M. L. (2020). *Uso de diversos colorantes naturales para producir hilo orgánico elaborado con lana de oveja*. Lima.
- Carrasco, J., Sucasaca, A., Sanchez, G., Morán, G., & Barriga, M. (2021). *Análisis inicial del teñido de fibras de alpaca usando extracto acuoso de molle (Schinus molle) como tinte natural*. Puno.
- Caymayo, M. A. (2017). *Deterinacion de los Colorantes Textiles de la Parroquia Tarqui*. Ecuador.
- Chavez Cruz, B. K. (2022). *Caracterización y evaluación en la resistencia mecánica de fibra de alpaca con fibra protéica de leche*. Arequipa.
- Choque Quispe, N., & Montalvo Saldivar, C. (2012). *Evaluación de la entomofauna al molle (Schinus molle) en Huacarpay - Cusco*. Cusco .

- Cite Textil Camélidos. (2019). *Teñidos Naturales*. Puno.
- Clemente Sotteccani, C., & Paucar Lopez, R. (2017). *Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de las hojas de Schinus molle L. Molle*. Lima.
- CONABIO. (s.f.). *Conabio*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/3-anaca4m.pdf
- Contreras, A. (2009). *Características físicas y estructura cuticular de la fibra de alpaca Huacaya de color blanco en la región de Huancavelica*. Huancavelica.
- CONVEAGRO. (2021). *Convención Nacional del Agro Peruano*. Obtenido de <https://x.com/CONVEAGROPERU/status/1421850291733938181>
- Díaz, E. I., & Vásquez, W. (2021). *Obtención y análisis de un tinte natural extraído del huito (Genipa americana) para teñir fibras de algodón (Gossypium herbaceum)*. Lambayeque.
- Ecotintes. (2020). *Ecotintes*. Obtenido de <http://www.ecotintes.com/content/por-que-tintes-naturales>
- Farfán, J. A., Tito, J., Quispe, S., Laura, J. C., & Humpiri, M. E. (2019). *Extracción del colorante natural a partir del col morado y su efectividad en el teñido*. Puno.
- Fernández, W., & Saavedra, D. (2019). *Extracción y análisis de un tinte natural obtenido de Baccharis salicifolia (chilca blanca) para aplicaciones textiles*. Lambayeque.
- Flores Torres, D. I. (2011). *Creación de una guía didáctica virtual en los procedimientos de hilado de fibras largas*. Ibarra.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y desarrollo de experimentos*. México.
- Hinojosa, F. B. (2017). *Análisis técnico y económico de un proceso de teñido ecológico ECOFINISH aplicado a productos textiles confeccionados en Valencia*.
- Holt, C. (2006). *A review of the correlations among crimp frequency, micron, character, and fiber curvature*. Australia.

- Huanca, R. L., & Yucra, J. (2019). *Evaluación del teñido de fibra de alpaca utilizando el pigmento natural de Beta vulgaris (remolacha) en comparación con el colorante sintético Burdeos Lanaset B*. Arequipa.
- Illa, C., & Tairo, G. (2015). *Tenido de fibra de alpaca suri con carmín de cochinilla (Dactylopius coccus)*. Cusco.
- Javi Hook. (s.f.). Obtenido de <https://www.javihook.com/blog/baby-alpaca-el-hilado-con-mas-colores-naturales>
- Llanos Arapa, S. (2012). *Extracción y caracterización del aceite de Molle (Schinus molle L.)*. Tacna.
- Lockuán Lavado, F. E. (2012). *La industria textil y su control de calidad*. Lima.
- Lozano Reátegui, R. M., Asencios Tarazona, V., & Mendoza Carlos, M. M. (2021). La relevancia de los tintes y colorantes naturales para las comunidades originarias de la Amazonía peruana. *Llamkasun*, 15.
- Luna Chavez, C. M., & Reyna Mendoza, G. E. (2020). *Comportamiento del tinte extraído de hojas de nogal (Juglans neotrópica Diels) en el teñido de fibras de lana en función de la temperatura de teñido y el tiempo de poscosecha*. Callao.
- Luna, C. (2016). *Distribución y relevancia como recurso maderero de la familia Anacardiaceae en el Gran Chaco argentino*.
- Mamani Mamani, P. W. (2020). *Estudio de las características físicas de la fibra de alpaca en función de su finura, longitud y nivel de confort, realizado en las provincias de Lampa y Puno durante el año 2018*. Juliaca.
- Mamani, E. J. (2022). *Impacto del teñido natural con cúrcuma en la solidez del color del hilo de alpaca destinado a la artesanía textil en Puno, 2020*. Puno.
- McGregor, A. (2008). *Análisis de un procedimiento cuantitativo para determinar el diámetro de la fibra de alpaca*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Anexo 2 Hoja de información Fibra textil*. Lima.
- Miranda, L. M. (2022). *Impacto del grosor medular en el procedimiento de teñido de fibras de alpaca Huacaya*. Arequipa.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*.

- Muñoz, F. (2020). *Manual para la elaboración de colorantes ecológicos derivados de plantas autóctonas*. Chile.
- National Geographic. (2015). *Alpaca*. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.com/animals/mammals/facts/alpaca>
- Nina Aguilar, Y. (2018). *Extracción y análisis del tinte natural obtenido de la inflorescencia de colli (Buddleja coriacea) para su uso en el teñido de fibras de alpaca*. Puno.
- Organizacion de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial. (2006). *Elaboración textil a partir de fibras de camélidos sudamericanos en las regiones altoandinas de Bolivia, Ecuador y Perú*.
- Ospina, C., Hernández, R., Gómez, D., Godoy, J., Aristizabal, F., Patiño, J., & Medina, J. (2005). *Guías silviculturales de Alnus acuminata para manejo forestal y producción de madera en la región andina colombiana*. Cenicafé, 2005.
- Pacco, Z. (2024). *Desempeño del extracto acuoso de molle (Schinus molle) en el teñido de fibras de alpaca en función del tipo de mordiente y la duración del proceso de teñido*. Juliaca.
- Palacios Ochoa, C., & Ullauri, N. (2020). *Rescate y valorización de técnicas tradicionales de teñido natural utilizadas en las provincias de Loja y Azuay, ubicadas en el sur de Ecuador*.
- Pazos, S. (2017). *Teñido en base a tintes naturales: conocimiento y técnicas ancestrales de artistas textiles de Perú y Bolivia*. Perú: GMC Digital S.A.C.
- Periche, L. (2020). *Extracción de la tinta del cohecito de mar (Aplysia juliana) como colorante natural*. Lima.
- Pino, W. (2003). *Obtención manual de colorantes naturales como opción para el uso sostenible de la biodiversidad del Chocó, Colombia*. Bogotá.
- Punto Sustentable. (2021). *Guía de teñido ecológico con pigmentos naturales*. punto sustentable, 40.
- Quispe, E., Rodríguez, T., Iñiguez, L., & Galindo J. (2009). *Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica*.

- Rodas, M. I. (2021). *Pruebas experimentales para obtener colorantes naturales extraídos de raíces vegetales*. Cuenca.
- Rojas Bermeo, S. (2016). *Screening fitoquímico y efecto antimicrobiano del aceite esencial del Schinus molle Molle*. Lima.
- Santista Workwear. (s.f.). Obtenido de <https://www.santistaworkwear.com.ar/fibras-textiles-parte-2-caracteristicas-y-propiedades/>
- Sinclair, R. (2015). *Comprensión de las fibras textiles y sus propiedades : ¿Qué es una fibra textil?*
- Solé, A. (2020). *Curso de Características y tratamientos de los tejidos*.
- Soto, S. (2017). *Análisis del efecto del tiempo de ebullición sobre la intensidad del color y la solidez a la luz en el teñido de lana de oveja (Ovis aries) utilizando ayrampo (Berberis sp.)*. Huancavelica.
- Stanciuc, V. (2020). *Teñido de fibras naturales utilizando mordiente y tinte obtenido de hojas de nogal (Juglans neotrópica)*. Lima.
- Sucasaca, A. (2022). *Impacto del tinte de colli (Buddleja coriacea) en la solidez del color en fibras de alpaca. Puno, 2021*. Puno.
- Terroba, G. J. (2023). *Optimización de los servicios orientados a aumentar el valor agregado primario de la fibra de alpaca producida por criadores en los departamentos de Arequipa, Puno, Cusco y Pasco*.
- Textiles tejidos. (enero de 2019). *Textiles tejidos*. Obtenido de <https://www.textiles-tejidos.net/fibras/fibra-de-alpaca/>
- Textiles tejidos. (s.f.). *Textiles tejidos*. Obtenido de https://www.textiles-tejidos.net/fibras/#google_vignette
- Vaughn, A. (2022). *Solidez del color: la guía definitiva*. Obtenido de <https://www.testextextile.com/es/color-fastness-the-ultimate-guide/>
- Villalba Herbas. (2000). *Fibra Textil y Características*. Perú.
- Villaroel, J. (1983). *Un estudio de la fibra de alpaca. Avales científicos*. Lima.


Zárate Zavaleta, Á. (2012). *Asesoría técnica especializada en la identificación y categorización de la fibra de alpaca*. Huancavelica.

Zárate Zavaleta, Á. (s.f.). *Asistencia técnica dirigida en caracterización y clasificación de fibra de alpaca*. Lima.

Zaruma, P., Proal, J., Chaires, I., & Salas, H. (2018). *Colorantes industriales para textiles y métodos óptimos para el tratamiento de sus aguas residuales*. Mexico.

ANEXOS

ANEXO 1 Resultados de la prueba de solidez al lavado del teñido de hilo de alpaca

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO: LCC
	INFORME DE ENSAYO	REVISIÓN: 01
	ANÁLISIS DE SOLIDEZ AL LAVADO	FECHA: 2024
		PÁG. 1 DE 1

N° DE ENSAYOS: 12 EXPEDIENTE N°: 70196
 CÓDIGO DE MUESTRA: LAV-01 N° DE MUESTRAS: 12

DATOS DE LA EMPRESA Y/O PERSONA:

RAZÓN SOCIAL: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA** RUC: 20448261272
 REGIÓN: **Puno** PROVINCIA: **San Román** FECHA DE RECEPCIÓN: 30/07/2024
 DISTRITO: **Juliaca** DIRECCIÓN: **Av. Nueva Zelandia Urb. La Capilla N° 631** FECHA DE EVALUACIÓN: 05/08/2024
 SECTOR: **Textil** FECHA DE EMISIÓN: 07/08/2024
 PROPIETARIO: **Zuleyca Pacco Aymituma** DNI: 74158968

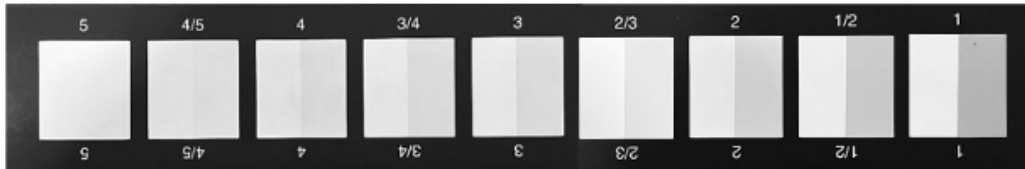
SOBRE LA MUESTRA:

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: TEJIDO SWATCH DE ALPACA

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE				
MUESTRA N°	IDENTIFICACIÓN	TIPO DE FIBRA	PESO TELA MULTIFIBRA	COLOR
1-12	L1-L12	Alpaca	0.45 g	Teñido

RESULTADOS OBTENIDOS								
ENSAYO	MUESTRA	PESO MUESTRA	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana
1	L1	3.03 g	4.5	4.0	4.5	4.5	4.5	4.5
2	L2	3.23 g	3.5	3.0	4.5	4.5	4.0	3.5
3	L3	3.4 g	5.0	3.5	5.0	5.0	5.0	4.5
4	L4	3.18 g	5.0	4.5	5.0	4.5	4.5	5.0
5	L5	3.26 g	4.5	4.0	4.5	4.5	4.5	4.0
6	L6	2.6 g	4.5	3.5	5.0	4.5	5.0	4.0
7	L7	3.59 g	4.5	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0
8	L8	2.59 g	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
9	L9	2.45 g	5.0	3.5	4.5	4.5	4.5	5.0
10	L10	2.48 g	5.0	4.0	5.0	5.0	4.5	4.5
11	L11	2.58 g	4.5	3.0	4.5	4.5	4.5	4.5
12	L12	4.25 g	2.5	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0
Solidez al Lavado PROMEDIO:			4.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5

Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
5	4.5	4	3.5	3
			2.5	2
				1.5
				1



Ensayo según protocolo de laboratorio Interno - Equipo laundrometro AVENO AC10-8A
 Referencia: ISO 105-A03: 1993; BS EN 20105-A03: 1995. Método de ensayo para determinar la solidez al lavado en tejidos textiles.
 *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.

 Firmado digitalmente por VALDIVIA SARAVIA Raul FAU 20131369477 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 06.08.2024 17:39:26 -05:00


CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
 ESPECIALISTA
 CONTROL DE CALIDAD
 REVISADO

 Firmado digitalmente por VALDIVIA SARAVIA Raul FAU 20131369477 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 06.08.2024 17:39:41 -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

ANEXO 2 Resultados de la prueba de solidez al frote en seco del teñido de hilo de alpaca

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO: LCC
	INFORME DE ENSAYO	REVISIÓN: 01
	ANÁLISIS DE RESISTENCIA AL FROTE EN SECO	FECHA: 2024
		PÁG. 1 DE 1

N° DE ENSAYOS: 12
CÓDIGO DE MUESTRA: FRO-01

EXPEDIENTE N°: 70196
N° DE MUESTRAS: 12

DATOS DE LA EMPRESA Y/O PERSONA:

RAZÓN SOCIAL: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA** RUC: 20448261272
 REGIÓN: **Puno** PROVINCIA: **San Román**
 DISTRITO: **Juliaca** DIRECCIÓN: **Av. Nueva Zelandia Urb. La Capilla N° 631**
 SECTOR: **Textil**
 PROPIETARIO: **Zuleyca Pacco Aymituma** DNI: 74158968

SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/07/2024
 FECHA DE EVALUACIÓN: 05/08/2024
 FECHA DE EMISIÓN: 07/08/2024

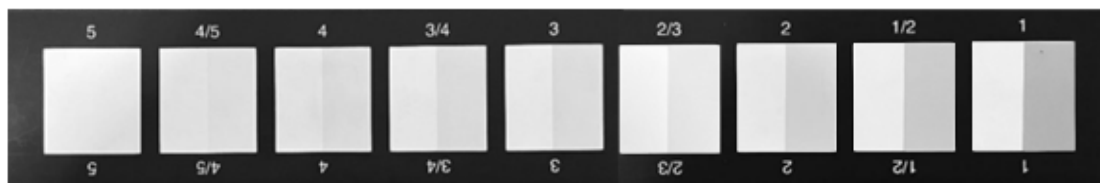
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: HILO ARTESANAL DE ALPACA

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE				
MUESTRA N°	IDENTIFICACIÓN	TIPO DE FIBRA	PESO TESTIGO	COLOR
1-12	FS1-FS12	Alpaca	0.26 g	Teñido

RESULTADOS OBTENIDOS			
ENSAYO	MUESTRA	PESO DE MUESTRA	TRANSFERENCIA DE COLOR SECO
1	FS1	3.54 g	2.5
2	FS2	2.88 g	2.5
3	FS3	2.90 g	4.0
4	FS4	2.68 g	4.0
5	FS5	3.02 g	2.5
6	FS6	2.82 g	2.5
7	FS7	3.31 g	4.5
8	FS8	2.45 g	4.5
9	FS9	2.85 g	4.5
10	FS10	2.95 g	4.5
11	FS11	3.90 g	4.5
12	FS12	2.80 g	4.5

Solidez al Frote en Seco PROMEDIO: 4.0

Excelente	Muy Bueno		Bueno		Regular		Malo	
5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1



Ensayo según protocolo de laboratorio Interno - Equipo Fricciónmetro SDL Atlas M238BB

Referencia: ISO 105-A02: 1993; BS EN 20105-A02: 1995. Método de ensayo para determinar la solidez al frote en tejidos textiles.

*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.



Firmado digitalmente por VALDIVIA
 SARAVIA Raúl FAU 20131389477
 cdti
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 08.08.2024 17:37:31 -05:00




Firmado digitalmente por VALDIVIA
 SARAVIA Raúl FAU 20131389477
 cdti
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 08.09.2024 17:37:48 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
 ESPECIALISTA
 CONTROL DE CALIDAD
 REVISADO

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

ANEXO 3 Resultados de la prueba de solidez a la luz solar del teñido de hilo de alpaca

	LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD	CÓDIGO: LCC
	INFORME DE ENSAYO	REVISIÓN: 01
	ANÁLISIS DE SOLIDEZ AL LAVADO	FECHA: 2024
		PÁG.1 DE 1

N° DE ENSAYOS: 12 EXPEDIENTE N°: 70196
 CÓDIGO DE MUESTRA: SOL-01 N° DE MUESTRAS: 12

DATOS DE LA EMPRESA Y/O PERSONA:

RAZÓN SOCIAL: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA** RUC: 20448261272
 REGIÓN: **Puno** PROVINCIA: **San Román**
 DISTRITO: **Juliaca** DIRECCIÓN: **Av. Nueva Zelandia Urb. La Capilla N° 631**
 SECTOR: **Textil**
 PROPIETARIO: **Zuleyca Pacco Aymituma** DNI: 74158968

SOBRE LA MUESTRA:

FECHA DE RECEPCIÓN: 30/07/2024
 FECHA DE EVALUACIÓN: 05/08/2024
 FECHA DE EMISIÓN: 07/08/2024

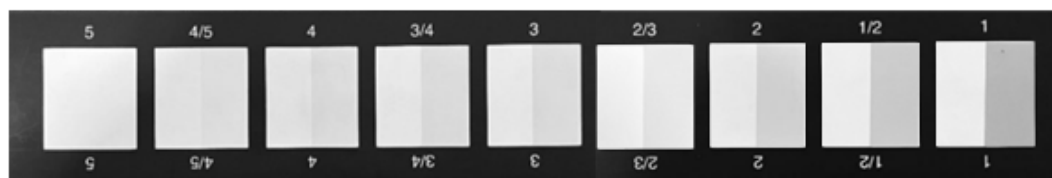
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: HILO ARTESANAL DE ALPACA

DATOS BRINDADOS POR EL CLIENTE				
MUESTRA N°	IDENTIFICACIÓN	TIPO DE FIBRA	PESO MUESTRA TOTAL	COLOR
1-12	S1-S12	Alpaca	19.28 g	Teñido

RESULTADOS OBTENIDOS			
ENSAYO	MUESTRA	PESO MUESTRA	SOLIDEZ A LA LUZ SOLAR
1	S1	1.64 g	2.5
2	S2	1.33 g	2.5
3	S3	1.34 g	4.0
4	S4	1.24 g	4.0
5	S5	1.40 g	3.5
6	S6	1.31 g	3.5
7	S7	1.53 g	4.5
8	S8	1.14 g	4.5
9	S9	1.32 g	4.5
10	S10	1.37 g	4.5
11	S11	1.81 g	4
12	S12	1.30 g	3.5

Solidez a la Luz Solar PROMEDIO: **4.0**

Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo
5	4.5	4	3.5	3
			2.5	2
				1.5
				1



Ensayo según protocolo de laboratorio Interno - Equipo laundérometro AVENO AC10-8A

Referencia: ISO 105-A03: 1993; BS EN 20105-A03: 1995. Método de ensayo para determinar la solidez al lavado en tejidos textiles.

*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.



Firmado digitalmente por VALDIVIA SARAVIA Raúl FAU 20131389477
 soy
 Modelo: Soy el autor del documento
 Fecha: 08.08.2024 17:38:57 -05:00

CITE TEXTIL CAMELIDOS CUSCO
 ESPECIALISTA
 CONTROL DE CALIDAD
 REVISADO



Firmado digitalmente por VALDIVIA SARAVIA Raúl FAU 20131389477
 soy
 Modelo: Soy el autor del documento
 Fecha: 08.08.2024 17:38:50 -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

ANEXO 4 Evidencias fotográficas de la investigación

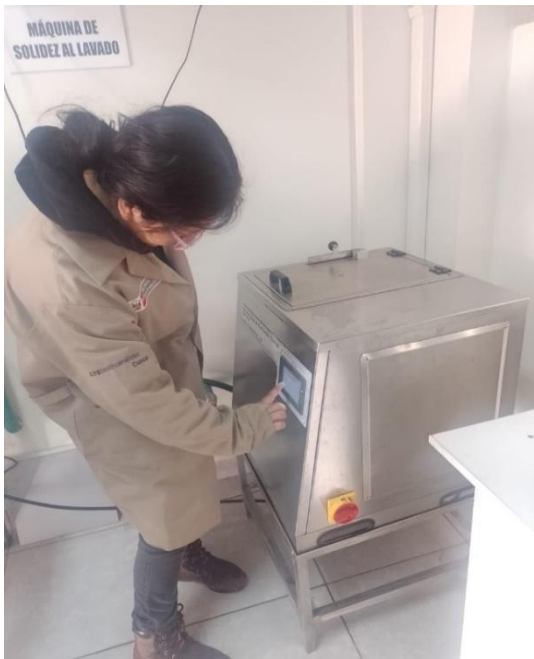


Figura 43: Resultados y evaluación de la prueba de solidez al lavado



Figura 44: Colocación de muestras en la máquina de solidez al lavado



Figura 45: Colocación de las muestras en la máquina de solidez al lavado



Figura 46: Programación de la máquina Water colour fastness tester



Figura 47: Realización de la prueba solidez al frote en seco



Figura 48: Resultado de la prueba solidez al frote en seco

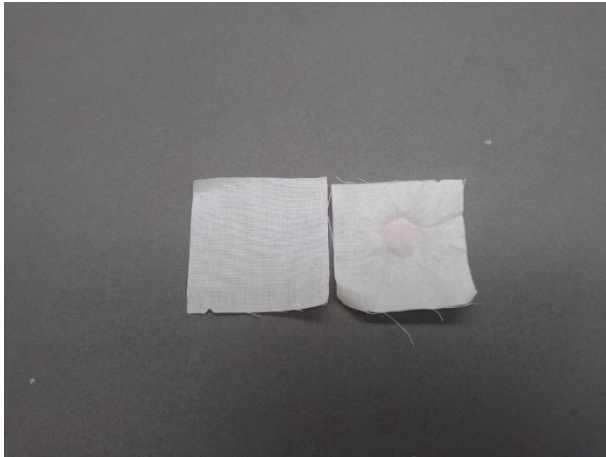


Figura 49: Resultado de la tela testigo comparado con la escala de grises

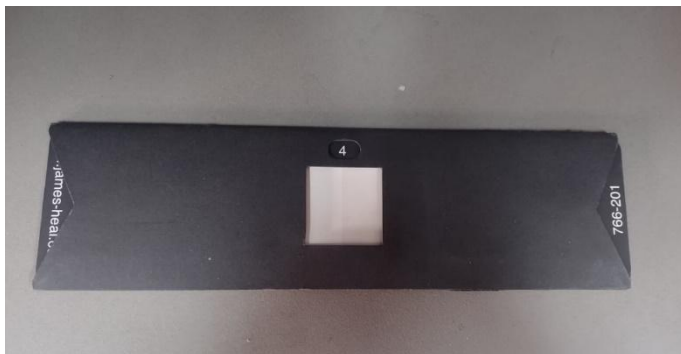


Figura 50: Evaluación de la tela testigo de la prueba de solidez al frote en seco



Figura 51: Resultado de la prueba de solidez a la luz solar



Figura 52: Tela testigo de solidez a la luz solar en la cabina de luz

ANEXO 5 Materiales para las pruebas de solidez al color según normas internacionales



Figura 53: Detergente sin blanqueador óptico



Figura 54: Billas de acero inoxidable de 6 mm de diámetro



Figura 55: Recipiente de acero inoxidable

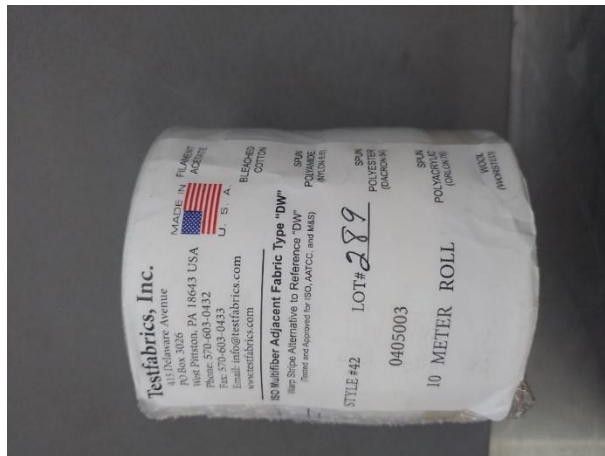


Figura 56: Tejido testigo multifibra



Figura 57: Crock squares

ANEXO 6 Ficha de recolección de datos según el orden del diseño experimental

TEÑIDO DE HILADO DE ALPACA		
MUESTRA:		
MATERIAL:		
PESO DE LA MUESTRA:		
MORDIENTE:		
TIEMPO:		
ACTIVIDAD:		
PROCEDIMIENTO DE TEÑIDO:		
1. Verter el extracto acuoso de molle (Schinus Molle) en los vasos de acero del Rotacolor		
2. Agregar la cantidad de mordiente seleccionada		
3. Elevar la temperatura a 55°C		
4. Teñir el tiempo establecido		
5. Dejar enfriar la muestra		
6. Enjuagar la muestra tres veces (cinco minutos cada una)		
7. Secar la muestra en sombra		
RESULTADOS:		
RÉPLICA N°1	Solidez al lavado	
	Solidez al frote en seco en seco	
	Solidez a la luz solar	
RÉPLICA N°2	Solidez al lavado	
	Solidez al frote en seco en seco	
	Solidez a la luz solar	
RÉPLICA N°3	Solidez al lavado	
	Solidez al frote en seco en seco	
	Solidez a la luz solar	

ANEXO 7 Ficha de recolección de datos de la primera muestra y sus repeticiones

TEÑIDO DE HILADO DE ALPACA		
MUESTRA:	Fibra de alpaca	
MATERIAL:	Alpaca baby	
PESO DE LA MUESTRA:	1. 20.28 gramos 2. 19.47 gramos 3. 20.35 gramos	
MORDIENTE:	Sulfato de aluminio-potásico	
TIEMPO:	20 minutos	
ACTIVIDAD:	Teñido	
PROCEDIMIENTO DE TEÑIDO:		
8. Verter el extracto acuoso de molle (Schinus Molle) en los vasos de acero del Rotacolor		
9. Agregar la cantidad de mordiente seleccionada		
10. Elevar la temperatura a 55°C		
11. Teñir el tiempo establecido		
12. Dejar enfriar la muestra		
13. Enjuagar la muestra tres veces (cinco minutos cada una)		
14. Secar la muestra en sombra		
RESULTADOS:		
RÉPLICA N°1	Solidez al lavado	4/5 – 4 – 4/5 – 4/5 – 4/5 – 4/5
	Solidez al frote en seco en seco	2/3
	Solidez a la luz solar	2/3
RÉPLICA N°2	Solidez al lavado	3/4 – 3 – 4/5 – 4/5 – 4 – 3/4
	Solidez al frote en seco en seco	2/3
	Solidez a la luz solar	2/3
RÉPLICA N°3	Solidez al lavado	5 – 3/4 – 4/5 – 4/5 – 4/5 – 5
	Solidez al frote en seco en seco	4/5
	Solidez a la luz solar	4/5

ANEXO 8 Ficha de recolección de datos de la segunda muestra y sus repeticiones

TEÑIDO DE HILADO DE ALPACA		
MUESTRA:	Fibra de alpaca	
MATERIAL:	Alpaca baby	
PESO DE LA MUESTRA:	1. 19.27 gramos 2. 20.02 gramos 3. 20.18 gramos	
MORDIENTE:	Sulfato de aluminio-potásico	
TIEMPO:	30 minutos	
ACTIVIDAD:	Teñido	
PROCEDIMIENTO DE TEÑIDO:		
1. Verter el extracto acuoso de molle (Schinus Molle) en los vasos de acero del Rotacolor		
2. Agregar la cantidad de mordiente seleccionada		
3. Elevar la temperatura a 55°C		
4. Teñir el tiempo establecido		
5. Dejar enfriar la muestra		
6. Enjuagar la muestra tres veces (cinco minutos cada una)		
7. Secar la muestra en sombra		
RESULTADOS:		
RÉPLICA N°1	Solidez al lavado	4/5 – 4 – 4/5 – 4/5 – 4/5 – 4
	Solidez al frote en seco en seco	2/3
	Solidez a la luz solar	3/4
RÉPLICA N°2	Solidez al lavado	4/5 – 3/4 – 5 – 4/5 – 5 - 4
	Solidez al frote en seco en seco	2/3
	Solidez a la luz solar	3/4
RÉPLICA N°3	Solidez al lavado	4/5 – 3 – 4/5 – 4/5 – 4/5 – 4/5
	Solidez al frote en seco en seco	4/5
	Solidez a la luz solar	4

ANEXO 9 Ficha de recolección de datos de la tercera muestra y sus repeticiones

TEÑIDO DE HILADO DE ALPACA		
MUESTRA:	Fibra de alpaca	
MATERIAL:	Alpaca baby	
PESO DE LA MUESTRA:	1. 20.58 gramos 2. 20.58 gramos 3. 19.92 gramos	
MORDIENTE:	Ácido cítrico	
TIEMPO:	30 minutos	
ACTIVIDAD:	Teñido	
PROCEDIMIENTO DE TEÑIDO:		
1. Verter el extracto acuoso de molle (Schinus Molle) en los vasos de acero del Rotacolor		
2. Agregar la cantidad de mordiente seleccionada		
3. Elevar la temperatura a 55°C		
4. Teñir el tiempo establecido		
5. Dejar enfriar la muestra		
6. Enjuagar la muestra tres veces (cinco minutos cada una)		
7. Secar la muestra en sombra		
RESULTADOS:		
RÉPLICA N°1	Solidez al lavado	4/5 – 3 – 5 – 5 – 5 – 5
	Solidez al frote en seco en seco	4/5
	Solidez a la luz solar	4/5
RÉPLICA N°2	Solidez al lavado	5 – 5 – 5 – 5 – 5 – 5
	Solidez al frote en seco en seco	4/5
	Solidez a la luz solar	4/5
RÉPLICA N°3	Solidez al lavado	2/3 – 3/4 – 3 – 2/3 – 2 – 2
	Solidez al frote en seco en seco	4/5
	Solidez a la luz solar	3/4

ANEXO 10 Ficha de recolección de datos de la cuarta muestra y sus repeticiones

TEÑIDO DE HILADO DE ALPACA		
MUESTRA:	Fibra de alpaca	
MATERIAL:	Alpaca baby	
PESO DE LA MUESTRA:	1. 19.43 gramos 2. 20.50 gramos 3. 20.14 gramos	
MORDIENTE:	Ácido cítrico	
TIEMPO:	20 minutos	
ACTIVIDAD:	Teñido	
PROCEDIMIENTO DE TEÑIDO:		
1. Verter el extracto acuoso de molle (Schinus Molle) en los vasos de acero del Rotacolor		
2. Agregar la cantidad de mordiente seleccionada		
3. Elevar la temperatura a 55°C		
4. Teñir el tiempo establecido		
5. Dejar enfriar la muestra		
6. Enjuagar la muestra tres veces (cinco minutos cada una)		
7. Secar la muestra en sombra		
RESULTADOS:		
RÉPLICA N°1	Solidez al lavado	5 – 3/4 – 5 – 5 – 5 – 4/5
	Solidez al frote en seco en seco	4
	Solidez a la luz solar	4
RÉPLICA N°2	Solidez al lavado	5 – 4/5 – 5 – 4/5 – 4/5 – 5
	Solidez al frote en seco en seco	4
	Solidez a la luz solar	4
RÉPLICA N°3	Solidez al lavado	5 – 4 – 5 – 5 – 4/5 – 4/5
	Solidez al frote en seco en seco	4/5
	Solidez a la luz solar	4/5

ANEXO 11 Validación del instrumento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

Escuela profesional de Ingeniería textil y de confecciones
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

1.1. APELLIDOS Y NOMBRES: Lidia Mamani Colpa

1.2. GRADO Y/O TÍTULO PROFESIONAL: Maestra

1.3. INSTITUCIÓN QUE LABORA: Cole Camérides Puno

1.4. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Comportamiento del extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido"

1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO: Zuleyka Isabel Pacco Aymituma

1.6. MENCIÓN: Ingeniero textil y de confecciones

1.7. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de observación de solidez al lavado

1.8 CRITERIOS DE APLICABILIDAD:

a) De 01 a 09: (No válida, reformular)

b) De 10 a 12: (No válida, modificar)

c) De 12 a 15: (válido, mejorar)

d) De 15 a 18 (válido, precisar)

e) De 18 a 20: (válido, aplicar)

II. ASPECTOS EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Buena (12-15)	Muy buena (15-18)	Excelente (18-20)
		01	02	03	04	05
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observables				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización y lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				✓	✓
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de Estudios				✓	
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio.				✓	
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.					✓
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación				✓	
Sub total					20	25
Total					✓	45

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total a 04) 18

VALORACIÓN CUALITATIVA: adecuada

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: aplicable

Lugar y fecha: 03 de febrero, Puno

Firma y pos firma del experto

DNI N° 70079921



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

Escuela profesional de Ingeniería textil y de confecciones
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. APELLIDOS Y NOMBRES: Zuley Yaneza Susacapani
- 1.2. GRADO Y/O TÍTULO PROFESIONAL: Ingeniera
- 1.3. INSTITUCIÓN QUE LABORA: Municipalidad de Cuzco
- 1.4. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Comportamiento del extracto acuoso del molle (*Schinus Molle*) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido"
- 1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO: Zuleyca Isabel Pacco Aymituma
- 1.6. MENCIÓN: Ingeniero textil y de confecciones
- 1.7. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de observación de solidez al lavado
- 1.8 CRITERIOS DE APLICABILIDAD:
 a) De 01 a 09: (No valida, reformular)
 b) De 10 a 12: (No valida, modificar)
 c) De 12 a 15: (valido, mejorar)
 d) De 15 a 18 (valido, precisar)
 e) De 18 a 20: (valido, aplicar)

II. ASPECTOS EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		01	02	03	04	05
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado				Y	
2. OBJETIVIDAD	Festá expresado con conductas observables				Y	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.					Y
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización y lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					Y
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de Estudios					Y
7. CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico científico y del tema de estudio.				Y	
8. COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables				Y	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.				Y	
10. CONVENIENCIA	Ocupa marcos pautas para la investigación					Y
Sub total					20	25
Total						45

VALORACION CUANTITATIVA (Total x 0.4) 18
 VALORACION CUALITATIVA: aplicable
 OPINIÓN DE APLICABILIDAD: aplicable

Lugar y fecha: 09 de febrero, 2010

[Firma]
 Firma y pos firma del experto
 DNI N° 71854194



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

Escuela profesional de Ingeniería textil y de confecciones

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

1.1. APELLIDOS Y NOMBRES: Percy W. Mamani Mamani

1.2. GRADO Y/O TÍTULO PROFESIONAL: Ingeniería

1.3. INSTITUCIÓN QUE LABORA: Universidad Nacional de Juliaca

1.4. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Comportamiento del extracto acuoso del molle (Schinus Molle) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido"

1.5. AUTOR DEL INSTRUMENTO: Zuleyka Isabel Pacco Aymituma

1.6. MENCIÓN: Ingeniero textil y de confecciones

1.7. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de observación de solidez al lavado

1.8 CRITERIOS DE APLICABILIDAD:

- a) De 01 a 09: (No valida, reformular) b) De 10 a 12: (No valida, modificar)
c) De 12 a 15: (valido, mejorar) d) De 15 a 18 (valido, precisar)
e) De 18 a 20: (valido, aplicar)

II. ASPECTOS EVALUAR:

Table with 7 columns: INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO, CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS, Deficiente (01-09), Regular (10-12), Bueno (12-15), Muy bueno (15-18), Excelente (18-20). Rows include indicators like CLARIDAD, OBJETIVIDAD, ACTUALIDAD, ORGANIZACIÓN, SUFICIENCIA, INTENCIONALIDAD, CONSISTENCIA, COHERENCIA, METODOLOGÍA, CONVENIENCIA, Sub total, and Total.

VALORACION CUANTITATIVA (Total x 0.4) 18.4
VALORACION CUALITATIVA: Aceptable
OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable

Lugar y fecha: 01. Setiembre... Juliaca

[Signature]
Firma y pos firma del experto

DNI N° 70079294

ANEXO 12 Matriz de consistencia

COMPORTAMIENTO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL MOLLE (SCHINUS MOLLE) DURANTE EL TEÑIDO DE FIBRA DE ALPACA RESPECTO AL MORDIENTE Y TIEMPO DE TEÑIDO						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><u>PROBLEMA GENERAL</u></p> <p>¿El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez del color?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u></p> <p>¿El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez al lavado?</p> <p>¿El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez al frote en seco?</p> <p>¿El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) según el tipo de mordiente y el tiempo en fibra de alpaca tendrá influencia sobre la solidez a la luz?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <p>Evaluar el efecto del extracto acuoso del molle (<i>Schinus Molle</i>) durante el teñido de fibra de alpaca respecto al mordiente y tiempo de teñido</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></p> <p>Determinar la influencia del teñido en fibra de alpaca con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido sobre la solidez a frote en seco</p> <p>Determinar la influencia del teñido en fibra de alpaca con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido sobre la solidez a la luz</p> <p>Determinar la influencia del teñido en fibra de alpaca con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido sobre la solidez al lavado</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></p> <p>El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez del color</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u></p> <p>El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez al lavado</p> <p>El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez al frote en seco</p> <p>El teñido con el extracto acuoso de molle (<i>Schinus molle</i>) sobre fibra de alpaca según el tipo de mordiente y el tiempo de teñido si influye en la solidez a la luz</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Teñido natural con extracto acuoso del molle (<i>Schinus Molle</i>)</p>	<p>Mordiente</p> <p>Tiempo</p>	<p>Tipo de mordiente</p> <p>Minutos de tiempo de teñido</p> <p>Grado de transferencia de color</p> <p>El grado de cambio de color</p> <p>Grado de transferencia de color</p>	<p>Tipo: Experimental</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: se le llama diseño factorial 2²</p> <p>Población: los hilos de alpaca y extracto acuoso de molle (<i>Schinus Molle</i>) que sirvieron para la tinción de hilos</p> <p>Muestra: 12 madejas de hilos de alpaca</p> <p>Técnicas: observacional experimental</p> <p>Instrumento: hoja o ficha de registros</p> <p>Procedimientos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Extracción del extracto acuoso 2.Acondicionamiento del hilo de alpaca 3.Teñido de hilos de alpaca con extracto acuoso de molle (<i>Schinus Molle</i>) 4. Evaluación de la solidez del color <p>-Solidez al lavado</p> <p>-Solidez al frote en seco</p> <p>-solidez a la luz solar</p>
			<p>Variable Dependiente:</p> <p>Solidez del color</p>	<p>Solidez del color al lavado</p> <p>Solidez de color a la luz solar</p> <p>Solidez de color al frote en seco</p>		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
“Universidad Pública de Calidad”