



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y

DE CONFECCIONES



**“TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA SOLIDEZ DE COLOR EN HILO
DE OVINO, JULIACA 2022”**

Gabriela Tito Condori

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

Asesor: D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin

Juliaca, 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y

DE CONFECCIONES



**“TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA SOLIDEZ DE COLOR EN HILO
DE OVINO, JULIACA 2022”**

Gabriela Tito Condori

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

Asesor: D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin

Juliaca, 2024

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



“TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA SOLIDEZ DE COLOR EN HILO
DE OVINO, JULIACA 2022”

Gabriela Tito Condori

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES

Asesor: D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin

Juliaca, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Tito, G. (2024). *Teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (Eucalyptus globulus Labill.) para solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022*. [Tesis de pregrado en Ingeniería, Universidad Nacional de Juliaca]. Juliaca

AUTOR: Gabriela Tito Condori

TÍTULO: Teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (128 pp)

NOTA: Tesis de la Escuela profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones - Universidad Nacional de Juliaca

CÓDIGO: 04-000011-04/T62

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin

PALABRAS CLAVES: Colorante natural, hilo de ovino, hojas de eucalipto, solidez de color, teñido.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y

DE CONFECCIONES

**“TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA SOLIDEZ DE COLOR EN HILO
DE OVINO, JULIACA 2022”**

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

Presentado por:

Gabriela Tito Condori

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

D.Sc. Ruben Wilfredo Jilapa Humpiri
PRESIDENTE DE JURADO

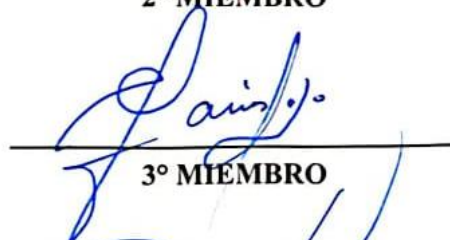


Dr. Fredy Bernardo Coyla Apaza
JURADO (Secretario)



2° MIEMBRO

Mgtr. Jesus Arias Escobar
JURADO (Vocal)



3° MIEMBRO

D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin
ASESOR



NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS_Tito_Condori_Gabriela.docx

AUTOR

Gabriela Tito Condori

RECUENTO DE PALABRAS

26169 Words

RECUENTO DE CARACTERES

134644 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

128 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.9MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 26, 2024 12:44 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 26, 2024 12:47 PM GMT-5**● 7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Internet
- Base de datos de publicaciones
- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar a este momento y darme la fuerza para seguir logrando mis metas.

A mis queridos padres Luis Tito Añamuro y Pastora Condori Chambi, ya que ellos son mi motor y motivo, por brindarme su cariño, apoyo e inculcándome valores.

A mis hermanos Carlos, Jefferson y Miguel, por su comprensión y cariño.

A mis tíos Fidel, Rubela, Rosa, Sofía y a mis abuelitos que desde el cielo me iluminan, me cuidan para seguir adelante.

A mis amigos, familiares por el apoyo y motivación que siempre me brindaron en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida y me ha dado la fortaleza para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional de Juliaca, a la Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones por mi formación profesional.

A todos mis docentes por sus enseñanzas y brindarme todos sus conocimientos durante los cinco años. Al Dr. Victor Manuel Lima Condori por haberme apoyado, corregido con la elaboración del trabajo de investigación. También sus aportaciones han sido de mucha importancia.

A D.Sc. Julio Cesar Huanca Marin asesor de tesis del trabajo de investigación por haberme brindado su tiempo, su experiencia, su paciencia y su apoyo para la realización de esta tesis. También por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico.

A los miembros jurados de tesis D.Sc. Ruben Wilfredo Jilapa Humpiri, Dr. Fredy Bernardo Coyla Apaza y Mgtr. Jesus Arias Escobar por las observaciones, sugerencias durante el trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problema específico.....	4
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivo específico.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.5.1. Hipótesis general.....	6
1.5.2. Hipótesis específica.....	6
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.1. Variable independiente.....	6
1.6.2. Variable dependiente.....	7

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1.1.	Antecedentes internacionales	8
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	11
2.1.3.	Antecedentes regionales	13
2.2.	MARCO TEÓRICO	15
2.2.1.	Colorante	15
2.2.2.	Colorante natural	15
2.2.3.	Colorantes vegetales	15
2.2.4.	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.)	16
2.2.5.	Extracción de colorante natural	18
2.2.6.	Teñido textil.....	18
2.2.7.	Procesos de teñido	18
2.2.8.	Etapas del proceso de teñido	19
2.2.9.	Parámetros que influyen en el proceso de teñido	20
2.2.10.	Mordiente	22
2.2.11.	Sulfato de aluminio.....	23
2.2.12.	Fibras textiles.....	23
2.2.13.	Fibras naturales.....	23
2.2.14.	Fibras de origen animal	23
2.2.15.	Lana de ovino	24
2.2.16.	Razas de ovinos	24
2.2.17.	Estructura de la lana de ovino	25
2.2.18.	El ganado ovino en el Perú y su importancia	26
2.2.19.	Propiedades de la lana de ovino	27
2.2.20.	Solidez de color	27

2.2.21. Solidez al lavado.....	28
2.2.22. Solidez al frote.....	28
2.2.23. Solidez a la luz.....	28
2.2.24. Escala de grises.....	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO	31
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	31
3.2.1. Tipo de investigación	31
3.2.2. Nivel de investigación	31
3.2.3. Diseño experimental	31
3.3. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS	34
3.3.1. Materiales de estudio	34
3.3.2. Materiales y equipos de laboratorio.....	34
3.3.3. Otros equipos y materiales	35
3.3.4. Insumos.....	35
3.3.5. Procedimiento de obtención de colorante natural.....	35
3.3.6. Acondicionamiento del hilo de ovino previo al teñido	38
3.3.7. Proceso de teñido de hilo de ovino	39
3.3.8. Evaluación de la solidez al lavado.....	42
3.3.9. Evaluación de la Solidez al frote	46
3.3.10. Evaluación de la Solidez a la luz	49
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
3.4.1. Población	50
3.4.2. Muestra	51
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	51
3.5.1. Técnicas	51

3.5.2. Instrumentos	52
3.6. PROCEDIMIENTO DE DATOS ESTADÍSTICOS	52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) PARA LA SOLIDEZ DE COLOR EN HILO DE OVINO	53
4.1.1. Prueba de supuesto de normalidad	55
4.1.2. Análisis de efecto medio y significancia	57
4.1.3. Prueba de comparaciones múltiples	58
4.2. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) PARA LA SOLIDEZ AL LAVADO EN HILO DE OVINO	60
4.2.1. Prueba de supuesto de normalidad	60
4.2.2. Análisis de efecto medio y significancia	62
4.2.3. Prueba de comparaciones múltiples	63
4.3. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) PARA LA SOLIDEZ AL FROTE EN HILO DE OVINO	65
4.3.1. Prueba de supuesto de normalidad	65
4.3.2. Análisis de efecto medio y significancia	67
4.3.3. Prueba de comparaciones múltiples	68
4.4. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) PARA LA SOLIDEZ A LA LUZ EN HILO DE OVINO	70
4.4.1. Prueba de supuesto de normalidad	70
4.4.2. Análisis de efecto medio y significancia	72
4.4.3. Prueba de comparaciones múltiples	73
4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL.....	75

4.6.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	78
4.7.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.....	82
4.8.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3.....	85

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES	90
5.2.	RECOMENDACIONES.....	91
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Razas de ovinos	25
Tabla 2: Diseño factorial 2^3	32
Tabla 3: Descripción del diseño experimental	33
Tabla 4: Matriz de diseño experimental	34
Tabla 5: Tabla condiciones de ensayo de la solidez al lavado	43
Tabla 6: Resultados de la solidez de color réplica 1.....	53
Tabla 7: Resultados de la solidez de color réplica 2.....	54
Tabla 8: Resultados de la solidez de color réplica 3.....	55
Tabla 9: Efecto medio y significancia en la solidez al color	57
Tabla 10: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez de color basado a la concentración de colorante.....	58
Tabla 11: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez de color basado en mordiente	59
Tabla 12: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez de color basado en el tiempo.....	59
Tabla 13: Resultados de la solidez al lavado	60
Tabla 14: Efecto medio y significancia de la solidez al lavado.....	62
Tabla 15: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al lavado basado a la concentración de colorante.....	63
Tabla 16: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al lavado basado en mordiente.....	64
Tabla 17: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al lavado basado en el tiempo.....	64
Tabla 18: Resultados de la solidez al frote	65
Tabla 19: Efecto medio y significancia en la solidez al frote.....	67
Tabla 20: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al frote basado a la concentración de colorante.....	68
Tabla 21: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al frote basado en mordiente	69
Tabla 22: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al frote basado en el tiempo.....	69
Tabla 23: Resultados de la solidez a la luz.....	70

Tabla 24: Efecto medio y significancia de la solidez a la luz.....	72
Tabla 25: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez a la luz basado a la concentración de colorante.....	73
Tabla 26: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez a la luz basado en mordiente	74
Tabla 27: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez a la luz basado en el tiempo.....	74
Tabla 28: Análisis de varianza de la solidez de color.....	76
Tabla 29: Análisis de varianza de la solidez al lavado	79
Tabla 30: Análisis de varianza de la solidez al frote	83
Tabla 31: Análisis de varianza de la solidez a la luz	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.)	16
Figura 2: Etapas de proceso de teñido	19
Figura 3: Oveja de raza merino	24
Figura 4: Estructura de la lana	25
Figura 5: Escala de grises para cambio de color	29
Figura 6: Escala de grises para transferencia de color (manchado)	30
Figura 7: Diagrama de flujo de procedimiento de obtención de colorante natural	36
Figura 8: Procedimiento de obtención de colorante natural	37
Figura 9: Diagrama de flujo de acondicionamiento de hilo de ovino previa al teñido... ..	38
Figura 10: Procedimiento de acondicionamiento del hilo de ovino previo al teñido	39
Figura 11: Diagrama de flujo del proceso de teñido	40
Figura 12: Proceso de teñido de hilo de ovino	41
Figura 13: Diagrama de flujo de la solidez al lavado	44
Figura 14: Evaluación de la solidez al lavado	45
Figura 15: Diagrama de flujo de la solidez al frote	47
Figura 16: Evaluación de la solidez al frote	48
Figura 17: Diagrama de flujo de la solidez a la luz	50
Figura 18: Evaluación de la solidez a la luz	50
Figura 19: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez de color	56
Figura 20: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez de color	58
Figura 21: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez al lavado	61
Figura 22: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez al lavado	63
Figura 23: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez al frote.....	66
Figura 24: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez al frote.....	68
Figura 25: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez a la luz	71
Figura 26: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez a la luz	73
Figura 27: Gráfico de efectos principales para solidez de color.....	77
Figura 28: Gráfica de interacción para solidez de color	78
Figura 29: Gráfico de efectos principales para solidez al lavado	81
Figura 30: Gráfica de interacción para solidez al lavado	81
Figura 31: Gráfico de efectos principales para solidez al frote	84
Figura 32: Gráfica de interacción para solidez al frote	85

Figura 33: Gráfico de efectos principales para solidez a la luz	88
Figura 34: Gráfica de interacción para solidez a la luz	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de datos de solidez al lavado.....	99
Anexo 2. Ficha de recolección de datos de solidez al frote.....	100
Anexo 3. Ficha de recolección de datos de solidez a la luz.....	101
Anexo 4. Fotografías de materias primas e insumos utilizados	102
Anexo 5. Fotografías de equipos utilizados en el laboratorio	103
Anexo 6. Fotografías del proceso de obtención de colorante natural.....	104
Anexo 7. Fotografías del proceso de acondicionamiento del hilo de ovino.....	105
Anexo 8. Fotografías del proceso de teñido de hilos de ovino.....	106
Anexo 9. Fotografías del proceso de evaluación de la solidez de color	107
Anexo 10. Matriz de consistencia.....	109

RESUMEN

El trabajo de investigación, tiene como objetivo específico establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022, analizar el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022, establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022. La metodología es de tipo cuantitativa, nivel explicativo, diseño experimental y diseño factorial 2^3 , donde se realizó 8 tratamientos con 3 réplicas, con 3 factores (concentración de colorante, mordiente y tiempo) y cada factor con dos niveles. El teñido y las evaluaciones de la solidez de color (lavado, frote y luz) se realizaron en los laboratorios de la escuela profesional de ingeniería textil y de confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca como instrumento se usó ficha de registros, para el análisis de los datos se usó el software estadístico Minitab 18, se aplicó ANOVA para la contrastación de hipótesis. Teniendo como resultados, el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto para la solidez de color en hilo de ovino, es significativa con un P_valor de 0.000. Por ende, se obtuvo una buena solidez de color con un valor de 4 en la escala de grises. Como conclusión, los parámetros que son recomendados para el teñido de hilo de ovino con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) son: Concentración de colorante 300 mililitros, mordiente de 3 gramos y con tiempo de 60 minutos, obteniendo resultados satisfactorios y positivos en la solidez de color (lavado, frote y luz).

Palabras claves: Colorante natural, hilo de ovino, hojas de eucalipto, solidez de color, teñido.

ABSTRACT

The specific objective of the research work is to establish the effect of dyeing with natural dye of eucalyptus leaves (*Eucalyptus globulus* Labill.) for the fastness to washing in sheep yarn, Juliaca 2022, to analyze the effect of dyeing with natural dye of leaves of eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) for rub fastness in sheep yarn, Juliaca 2022, establish the effect of dyeing with natural dye of eucalyptus leaves (*Eucalyptus globulus* Labill.) for light fastness in sheep yarn, Juliaca 2022. The methodology is quantitative, explanatory level, experimental design and 2^3 factorial design, where 8 treatments with 3 replications were carried out, with 3 factors (dye concentration, mordant and time) and each factor with two levels. The dyeing and color fastness evaluations (washing, rubbing and light) were carried out in the laboratories of the professional school of textile and clothing engineering of the National University of Juliaca. As an instrument, a record sheet was used for the analysis of Minitab 18 statistical software was used to collect the data, ANOVA was applied to contrast hypotheses. Taking as results, the effect of dyeing with natural dye of eucalyptus leaves for color fastness in sheep yarn is significant with a P_value of 0.000. Therefore, good color fastness was obtained with a value of 4 on the gray scale. In conclusion, the parameters that are recommended for dyeing sheep yarn with natural dye from eucalyptus leaves (*Eucalyptus globulus* Labill.) are: Dye concentration 300 milliliters, mordant of 3 grams and a time of 60 minutes, obtaining satisfactory results and positive in color fastness (washing, rubbing and light).

Keywords: Natural dye, sheep yarn, eucalyptus leaves, color fastness, dyeing.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los colorantes naturales se están revalorando debido a la preocupación por el cuidado del medio ambiente. Por ello es muy importante continuar manteniendo los conocimientos y aplicarlos en los procesos textiles (Sánchez, 2020). Los colorantes naturales fueron los únicos usados desde la antigüedad hasta el descubrimiento de los colorantes sintéticos a mediados del siglo XIX (Arias, 2018). En 1856 por William Henry Perkin, quien descubrió el primer colorante sintético y así mismo elaboró diferentes tonalidades de colores que fueron reemplazados a los colorantes naturales (Rodas, 2021). Este descubrimiento estuvo también acompañado de contaminación ambiental, pues los colorantes sintéticos representan una amenaza debido a su toxicidad y los efectos causados en el ambiente, originados por los desechos que llegan a los ríos y el mar (Periche, 2020).

La industria textil es considerada la segunda industria más contaminante del mundo ya que crea un gran impacto ecológico a las matrices del suelo, agua (Mattavelli, 2020). Así mismo es una de las industrias que más agua utiliza y las aguas residuales que generan contaminación, entre ellos tenemos el teñido con colorante sintético el más contaminante y la causante de grandes afluentes de contaminación hacia el medio ambiente, esto debido al uso de infinidad de reactivos químicos (Cortazar *et al.*, 2014).

La lana de ovino tiene buena demanda por la industria textil. Por sus propiedades textiles, esta fibra es considerada la reina de las fibras textiles. También es una fibra natural, renovable, no contaminante y biodegradable. Por otro lado, la producción mundial de lana ha disminuido en los últimos años por las fibras naturales vegetales (algodón y lino) y las sintéticas que son de plásticos y del petróleo que causan la reducción de la demanda y los precios de la lana (Huauya, 2022). Es por ello surge la necesidad de investigar el siguiente problema ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022?

El objetivo del trabajo de investigación es determinar el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022. Así mismo, los objetivos específicos son establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022. Analizar el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez al

frote en hilo de ovino, Juliaca 2022. Establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.

El trabajo de investigación se justifica, que en la región Puno la mayor parte de lanas y fibras son exportadas para su posterior proceso solo una pequeña parte es tratada por las industrias textiles (hilatura y tratamiento) dejando de lado el teñido. El motivo por el cual los colorantes naturales no son considerados en el proceso de teñido industrial, es porque presenta restricciones para producir de manera rápida y eficiente. Por lo cual, es indispensable explorar procesos de teñido que puedan ser implementados en procesos industriales, en busca de obtener resultados óptimos en la solidez al color (Mellizo, 2018). Esta investigación se realizó con el propósito de aportar conocimientos teóricos y técnicos en el proceso de teñido de lana de oveja con colorante natural extraído de hojas de eucalipto, obteniendo resultados muy favorables en la impregnación de color en el proceso de teñido con colorante natural, con parámetros óptimos y aceptables cuando son sometidos al lavado, frote y a la luz.

En el capítulo I, se detalla el planteamiento de problema, la formulación del problema: problema general, problema específico, objetivos de la investigación: objetivo general, objetivos específicos, justificación de la investigación, hipótesis de la investigación: hipótesis general, hipótesis específica, variables de la investigación: variable independiente, variable dependiente.

En el capítulo II, se detalla la revisión de literatura de los antecedentes de investigación internacionales, nacionales y regionales; que son recolectados de artículos científicos o trabajos de investigación que son previamente realizados con anterioridad y relacionado con el propósito del trabajo de investigación. También se detallan los marcos teóricos basados en el trabajo de investigación.

En el capítulo III, se detalla el ámbito de estudio, tipo y nivel de investigación, diseño experimental, materiales y procedimiento, población y muestra de investigación, técnicas e instrumento de recolección de datos, procedimiento de datos estadísticos.

En el capítulo IV, se presentan los resultados y discusiones.

Finalmente, en el capítulo V, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

En la actualidad gracias al avance de la ciencia y tecnología las empresas textiles utilizan los colorantes sintéticos para realizar el teñido, así mismo ocasionan contaminación ambiental debido al uso de innumerables químicos, es por ello que en los últimos diez años han surgido como una alternativa los colorantes naturales, frente a los colorantes sintéticos tienen un alto potencial contaminante y además causan alergias a los humanos, incluso conducen a enfermedades (Nina, 2018). Actualmente, los colorantes sintéticos se utilizan para teñir en la industria textil debido a su facilidad de trabajo, corto tiempo de teñido, buena reproducibilidad de lotes, amplia gama de colores y buena solidez de color. Debido a estas cualidades de los colorantes sintéticos, el uso de colorantes naturales es muy bajo, especialmente para fibras naturales (Cavenago y Córdova, 2014).

A nivel mundial, las estadísticas muestran que aproximadamente 30 millones de kilogramos de textiles son teñidos cada año para la demanda del mercado, teñir un kilogramo de tela consume alrededor de 150 litros de agua (Mellizo, 2018). En el proceso de teñido de textiles se producen efluentes en grandes cantidades puesto que el 30% de los colorantes, son descargados en los efluentes lo que requiere un tratamiento de agua muy complejo en periodos cortos de tiempo, muchos de ellos con una variedad de colorantes químicos y composiciones se pierden (Cortazar *et al.*, 2014). La industria textil es la más contaminante del mundo, durante la etapa de tinción de la fibra textil se utilizan una gran variedad de productos con propiedades altamente tóxicas y nocivas, afectando en el proceso el medio ambiente natural y la salud humana; es común el uso de colorantes sintéticos, siendo el grupo azoico el más utilizado en este sector textil (Mattavelli, 2020).

En América Latina en Bolivia (La Paz) se realiza estudios sobre la gran diversidad de flora que puede ser utilizada y aprovechada de manera sostenible para fines distintos a los destinados al uso normal; al restaurar los conocimientos ancestrales y tradicionales, se pueden encontrar alternativas para reducir el impacto ambiental que producen los colorantes sintéticos (Arias, 2018). Por otro lado, Colombia es considerado uno de los

países con mayor diversidad biológica en el mundo gracias a su posición geográfica, se conocen entre 40-50 mil especies de plantas (Tobasura, 2006). Por esta razón los colorantes de origen vegetal, son recursos que no han sido aprovechados adecuadamente en el sector textil, ya que es una herramienta con posibilidades de reducir las consecuencias del proceso de teñido con colorantes sintéticos (Mellizo, 2018).

En Perú se distingue por ser productor de fibras, y no de colorantes naturales con el pasar tiempo surgió la necesidad de un mejor conocimiento de la vegetación muy variada y extensa que posee nuestro país, de esta manera brindan al hombre una alternativa diferente para su comodidad, beneficio; sin embargo, no es competitiva en producción y comercialización, debido a la falta de técnicas específicas de teñido con colorantes naturales para brindar productos diversos en el mercado nacional (Rojas *et al.*, 2008). En Cusco en la comunidad chincheros, se utiliza como herramienta de trabajo para el proceso de teñido, siendo el lugar de la demanda textil y la recepción internacional de los turistas que visitan una comunidad de artesanos que salvaron la tradición de arte textil en nuestra historia. Ellos, con su arte apreciado por los turistas que viajan por el Valle Sagrado, contribuyen significativamente a la economía de sus familias. Su valor es que los colorantes son productos naturales (Quenta, 2019). Actualmente, con tendencia del uso de tecnología limpia, el uso de colorantes naturales en lugar de colorantes sintéticos está demostrado ser una alternativa viable debido a su impacto ambiental y la salud, ya que reduce los riesgos involucrados, además genera ingresos económicos. Se cuenta con los recursos animales y vegetales de donde se obtienen fibras textiles y colorantes con la tecnología adecuada será posible aprovecharlos (Luna y Reyna, 2020).

En la región de Puno no existe una gran industria textil, salvo unas pocas pequeñas y medianas empresas que se dedican únicamente a la hilatura o tratamiento de fibra pero no al teñido; dado que la región de Puno tiene la mayor producción de fibra del país y del mundo, todos estos aspectos conducen a incrementar la producción para la industria, trayendo como consecuencia que el productor tenga que comercializar la materia prima al precio más bajo en comparación con otros países a nivel nacional o internacional (Nina, 2018). Hay algunas asociaciones de artesanos dedicados al teñido natural, realizan su teñido con técnicas ancestrales, porque no cuentan con técnicas científicas apropiadas para teñir con colorantes naturales que permiten estandarizar la calidad del teñido y mejorar la solidez del color (Cite textil camélidos, 2019). En este sentido, cuidando el medio ambiente, la salud de la población y el aprovechamiento de recursos naturales.

En los últimos años en la ciudad de Juliaca, se realizan actividades de producción de tejidos con lana y fibra con colorantes sintético dejando de lado los colorantes naturales, por eso se quiere realizar la investigación de colorantes naturales, ya que hoy en día vivimos en un mundo en el que la ecología y el medio ambiente están cambiando muchos patrones de comportamiento, es por ello que existe interés en volver a utilizar los colorantes naturales ya que no son nocivos al ambiente. Es importante mencionar que las empresas descargan aguas residuales, en la mayoría de los casos no les proporcionan tratamiento alguno debido a los altos costos en el uso de productos químicos en los sistemas de depuración convencionales, o porque no cuentan con sistemas adecuados de reducción de colorantes.

En los factores y causas el colorante natural está desapareciendo esto debido a que las nuevas generaciones han perdido el interés por dicha práctica, esto se genera debido que no cuentan con información, con estudios y capacitaciones. Así mismo las empresas tintóreas no utilizan adecuadamente los equipos de protección personal ya que es muy importante para evitar accidentes. Por lo tanto, los colorantes sintéticos generan graves problemas a la salud del ser humano como el cáncer, el alto grado de hiperactividad, falta de concentración, reacciones alérgicas, crisis de asma, migrañas, problemas de visión, ansiedad. Los colorantes naturales nos ayudan a reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de vida y la protección del medio ambiente.

Una de las consecuencias que se está produciendo actualmente es el uso excesivo de colorantes sintéticos por parte de la industria textil, empresas tintóreas, ya que son

altamente tóxicos y potenciales cancerígenos de modo que estén relacionados con degradación ambiental y diversas enfermedades en animales y a los seres humanos. Una de las consecuencias que sucedería al futuro sería el impacto ambiental al ecosistema, salud a los trabajadores, y correría el riesgo de cerrar a las empresas formales e informales y artesanos que se dedican a ese rubro, ya que esto generaría despidos masivos en los trabajadores.

De lo dicho en el párrafo anterior, esto nos lleva a la necesidad de proponer el estudio de investigar sobre los efectos del teñido con colorante naturales de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) en hilo de ovino, brindando un valor agregado con la solidez del color; donde buscamos preservar esta técnica de colorante natural incorporando innovación en variables controlables de parámetros de teñido para una buena solidez del color y teñido ecológico, también beneficiará los criadores de ovinos, ya que será una alternativa más en la venta diaria de lana teñida con colorantes naturales. Plantearemos la siguiente interrogante: ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022?

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022?

1.2.2. Problema específico

- ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022?
- ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022?
- ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022.

1.3.2. Objetivo específico

- Establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022.
- Analizar el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022.
- Establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se justifica en la parte teórica, en la actualidad hay un interés mundial en el aprovechamiento y uso de los colorantes obtenidos desde las plantas naturales debido que los colorantes sintéticos tienen un alto grado de contaminación ambiental con los efluentes del proceso de teñido, tales como metales pesados y otros (Cavenago y Córdova, 2014). En la región Puno la mayor parte de lanas y fibras son exportadas para su posterior proceso solo una pequeña parte es tratada por las industrias textiles (hilatura y tratamiento) dejando de lado el teñido. El motivo por el cual los colorantes naturales no son considerados en el proceso de teñido industrial, es porque presenta restricciones para producir de manera rápida y eficiente. Por lo cual, es indispensable explorar procesos de teñido que puedan ser implementados en procesos industriales, en busca de obtener resultados óptimos en la solidez al color (Mellizo, 2018). Esta investigación se realizó con el propósito de aportar conocimientos teóricos y técnicos en el proceso de teñido de lana de oveja con colorante natural extraído de hojas de eucalipto, obteniendo resultados muy favorables en la impregnación de color en el proceso de teñido con colorante natural, con parámetros óptimos y aceptables cuando son sometidos al lavado, frote y a la luz. Es así que los colorantes naturales se presentan como una oportunidad de generar prendas con valor agregado y generar conciencia sobre la compra responsable (Mellizo, 2018).

El trabajo de investigación se justifica en la parte social, con los resultados obtenidos en el estudio de investigación se beneficiarán el sector textil de tintorería, ya que contarán con parámetros y procesos de teñido de hilo de ovino con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.). Por otro lado, serán beneficiados la población, mejorando sus condiciones de vida al reducir la contaminación del agua y al medio ambiente causada por las industrias textiles, mediante el uso de colorantes naturales menos dañinos (Arias, 2018). El colorante natural permitirá brindarle valor agregado al hilo de ovino y beneficiará a los criadores de ovinos, ya que será una alternativa a la venta de hilo de ovino teñido con colorante natural (Soto, 2017).

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general

- El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) tiene efectos para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022.

1.5.2. Hipótesis específica

- El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022.
- El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta fijación para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022.
- El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Variable independiente

- a) Teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.)**

Definición conceptual:

El colorante natural es toda aquella que proviene de diferentes fuentes, ya sea vegetal, animal y mineral (Sánchez, 2020). El eucalipto es más conocido de la flora australiana, por su rápido crecimiento y se ha expandido por todo el mundo (Araujo, 2020). En el proceso de teñido se utilizan tallos y hojas de eucalipto. Así mismo, se puede obtener diferentes tonalidades empleando distintos procedimientos (Arias, 2018).

Definición operacional:

Para el proceso de teñido con colorante natural en hilo de ovino, se tomó en cuenta los factores (concentración de colorante, mordiente y tiempo); por lo cual se usó la concentración de colorante (300ml; 450ml), mordiente (3gr; 6gr) y tiempo (45min; 60min).

1.6.2. Variable dependiente**a) Solidez de color****Definición conceptual:**

La solidez de color muchas veces depende de la comparación de tintura antes y después de la prueba. También es importante saber cómo los colorantes afectan la materia blanca en caso de que la prenda teñida entre en contacto durante el uso o el procesamiento (Obando, 2013).

Definición operacional:

Para evaluar la solidez de color de las muestras teñidas se realizó tres pruebas de solidez; estas son solidez al lavado, solidez al frote y solidez a la luz.

Solidez al lavado: Norma Técnica Peruana NTP 231.008:2015 (revisada el 2022). Método de prueba se establece las condiciones del ensayo para la solidez del color de los materiales textiles destinados a soportar frecuentes lavados.

Solidez al frote: Norma Técnica Peruana NTP 231.042:2009 (revisada el 2019). Método para determinar la cantidad de color que se transfiere desde la superficie de materiales textiles coloreados a otras superficies por medio de frotación.

Solidez a la luz: Norma Técnica Peruana NTP 231.183:1986 (revisada el 2020). Método para determinar la solidez del color a la luz solar en tejidos artesanales.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Rodas (2021), trabajó en la obtención de tintes naturales a partir de raíces de plantas (remolacha, zanahoria, camote y diente de león) en Cuenca – Ecuador, con el fin de buscar una situación para los colorantes sintéticos, que provocan una gran contaminación en los compuestos químicos, se ha vuelto otra opción, el uso de tintes extraídos de recursos vegetales. En el proceso de teñido se consideró un tiempo de teñido de 60 minutos, con una temperatura de 80°C y 65 °C, con diferentes mordientes. Una vez teñido las muestras pasó a ser evaluado las solideces (luz, frote y lavado) con escala de grises. El método usado es la prueba de calidad. Obteniendo resultados muy favorables en la solidez de color (luz, frote, lavado) con una escala de grises de 5, 4-5 y 4. Así mismo la mayor intensidad de tonalidad de color se obtuvo en la lana de oveja y menor en la fibra de algodón. Por lo cual el autor recomienda mantener las técnicas ancestrales del teñido natural por ser sostenibles y no contaminantes al medio ambiente.

Andrade (2016), trabajó en emplear el colorante obtenido de la chilca para tinturar hilo de lana de oveja y aplicarlo en la elaboración de accesorios de vestir femeninos en Ibarra – Ecuador. Hoy en día, es fundamental volver a este tipo de tintes naturales debido a los vínculos medioambientales que dan lugar regresar productos acabados de alta calidad. Estos procesos involucran productos que ayudan en la fijación del colorante y son menos agresivos con el medio ambiente por sus características. Para obtener el colorante natural se usó la planta chilca de hojas verdes y hojas secas. Así mismo, en el proceso de teñido usó diferentes cantidades de mordiente, empleados diferentes tiempos de proceso y distintas temperaturas. Realizó la determinación de la solidez al lavado doméstico, máquina, solidez al frote y solidez a la luz con escala de grises. Como resultados, las muestras teñidas con hojas secas obtuvieron un color más oscuro que las hojas verdes, luego fueron sometidos a la prueba de la solidez de color (lavado, frote, luz), donde se obtuvo valores de 4.5/5, 5/5 y 4/8 que son aceptables por ser resistente y óptimo para el

teñido en lana de oveja. Concluyendo que al contar con nuevos colorantes naturales para el teñido de la lana oveja es de gran ayuda a los artesanos y a las comunidades. Ya que, al utilizar colorantes naturales no contaminamos el medio ambiente ni a los seres humanos.

Vele (2017), tiene como objetivo rescatar la información sobre técnicas antiguas de tinturado en la parroquia Tarqui en Cuenca – Ecuador. Utilizó diferentes plantas (shiran, garau, chilca, nogal, rumi barba, altamisa) en el teñido de lana de oveja, en el proceso de teñido uso mordiente (alumbre), con un tiempo de 30 minutos. Una vez realizado el teñido de lana de oveja, las muestras pasaron a la evaluación de la solidez de color (luz, lavado y frote) con una escala de grises según la norma ISO 105-A02. Obteniendo resultados de buena solidez de color (luz, lavado y frote) con un valor de 5 que es aceptable dentro de los estándares de calidad en las seis plantas. Así mismo obtuvo 18 gamas de colores. El autor concluye que, al utilizar teñido natural en la lana de oveja, son amigables al medio ambiente esto porque no genera contaminación a la naturaleza ni a la salud de los seres humanos.

García (2021), investigó en ampliar la gama cromática de los tejidos de fibra de alpaca en la comunidad de Tushin Burgay en Cuenca – Ecuador. Utilizó para teñir diversas plantas (remolacha, eucalipto, chilca, diente de león y amaranto) en la fibra de alpaca. Para el proceso de teñido optó distintos mordientes (sulfato de hierro, sulfato de cobre, sulfato de aluminio), con diferentes modificadores (bicarbonato de sodio, crémor tártaro, limón), temperatura de 80 °C y un tiempo de ebullición de 40 minutos. Además, analizó la prueba de control de calidad (frote, lavado y luz) según la norma ISO. Obteniendo como resultado buena calidad en las solideces (luz, lavado y frote) con valores de 3 a 5 según la escala de grises. Hay que mencionar, además que resultaron distintas tonalidades de colores entre el verde, anaranjado, marrón, amarillo verdoso. El autor concluye que esta investigación va ser de mucha utilidad para los artesanos y a la población en general para que revivan el uso de las técnicas ancestrales del teñido natural con fibra de alpaca.

Billino y Chavat (2021), trabajó en contribuir al desarrollo de técnicas de teñido en la lana a partir de plantas tintóreas de la región y tintes sintéticos en Montevideo - Uruguay. Utilizó diferentes plantas naturales (eucalipto, pitosporo, tecomastans, palta) y tintes sintéticos (erionyl A-3G3, Anaranjado ácido GSN, rojo Elionyl-A3G, rojo ácido E-XB 400%, turquesa ácido AG, azul ácido AR, verde ácido GNL, negro ácido LD), en el teñido

natural usó diferentes mordientes, con un tiempo de 60 minutos, temperatura de 60 °C y en el teñido sintético utilizó con una temperatura de 98 °C y un tiempo de teñido de 45 minutos, seguidamente realizó la evaluación de la solidez al frote seco, solidez al frote húmedo y solidez al lavado. Como resultado obtuvo diversas tonalidades de colores en el teñido natural y en el teñido sintético. Por otra parte, en la solidez (frote seco, frote húmedo y lavado) obtuvo buenos resultados. En conclusión, al realizar una comparación entre el teñido natural y el teñido sintético, ambos procesos de teñidos son factibles, además el autor concluye, que al utilizar los tintes sintéticos son más fáciles de conseguir y se obtienen diversas tonalidades de colores.

Arias (2018), investigó en la obtención de tintes de origen vegetal para uso industrial en el teñido de hilo de fibra natural, mediante el empleo de recursos naturales renovables del departamento de la Paz – Bolivia. Donde trabajó con diferentes plantas naturales (achiote, eucalipto, andres waylla, añil o indigo, ayrampo, beterraga, cebolla, coca, cohettillo, charara, chilca, isaño, koa, molle, nogal, queñua, quinua, palillo, palta, retama, sultana, thola, wira wira, zanahoria), en el proceso de teñido empleó tiempos de 20, 15, 25 minutos, temperatura que oscila entre 84, 88, 85, 89, 82, 86, 90 °C y con los mordientes (millo, alumbre) en la lana de ovino, fibra de alpaca, llama y algodón. Como resultado obtuvo distintas tonalidades de colores en hilo de ovino, llama, alpaca y algodón, ya que los colores cambian de matices esto de acuerdo al tipo de hilo de lana o fibra. Una vez que el autor analizó las comparaciones de costos entre teñido natural y teñido químico, concluyó que teñir con colorante natural en fibra natural es más económico que teñir con colorantes químicos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Fernández y Saavedra (2019), investigó en la obtención y la caracterización del colorante natural a partir de la chilca blanca (*Baccharis salicifolia*) en el teñido de lana de ovino en Lambayeque – Perú. Extrajo el colorante natural de chilca blanca por el método de maceración en frío, para el proceso de teñido consideró el mordiente (alumbre), un tiempo de ebullición con un 15 minuto. También, evaluó la solidez al lavado y solidez a luz solar. Como resultado en la solidez al lavado se obtuvo un valor de 4 y en la solidez a la luz solar se obtuvo un valor de 4, obteniendo un teñido que no se destiñe y es resistente a la solidez. De la misma manera, evaluó el rendimiento de colorante natural con un 200 ml de etanol de 96° esto para 50 gramos de muestra de chilca blanca y se obtuvo un resultado de 82.5%. Concluyendo que el teñido con colorante natural realizado en la lana de ovino, se fijó uniformemente y una solidez aceptable.

Soto (2017), investigó en evaluar el efecto del tiempo de ebullición y partes del tallo en la intensidad de color y solidez a la luz del teñido de lana de ovino (*Ovis aries*) con Ayrampo (*Berberis sp*) en Acobamba - Huancavelica. El método que uso es el diseño factorial completo, la población fue conformada por el tallo (xilema), corteza (floema) del ayrampo y la lana de ovino. En el proceso de teñido empleó el método directo en la lana de ovino, mordiente (suero de leche), con diferentes tiempos 40 minutos y 60 minutos, como también evaluó la solidez a la luz en las muestras teñidas. Como resultado, el teñido de lana de ovino más estable corresponden a las muestras de corteza (floema) de ayrampo a tiempo de ebullición de 40 minutos, como también 60 minutos es un poco menos estable. Por ende, en el teñido de lana con tallo (xilema) de ayrampo a 40 y 60 minutos son menos estables. De este modo al usar la corteza de ayrampo y con un tiempo de 40 minutos en el teñido de lana es el más óptimo de calidad y la solidez a la luz se obtuvo un valor de 4 es considerado buena y resistente a la luz. El autor concluye que al usar la corteza del ayrampo es el más óptimo y se impregna de mejor manera en el teñido de lana de ovino.

Mendoza (2018), trabajó en evaluar el tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de Alpaca (*Vicugna pacos*) con Aliso (*Alnus acuminata H.B.K*) en Acobamba - Huancavelica. El método de investigación usó el método hipotético deductivo, cuantitativo, diseño factorial completo. Para la extracción de tinte trabajó un tiempo de 60 minutos, temperatura de 85°C y con un pH de 8. En el proceso de teñido aplicó el método de mordentado directo, con dos mordientes (alumbre

y bicarbonato de sodio), un tiempo de 45 minutos y una temperatura de 85°C. Además, evaluó el tipo y cantidad de mordiente (2gr, 4gr), intensidad de color y la solidez al lavado. En los resultados, en la solidez al lavado obtuvo un valor de 4 que es muy bueno y resistente a la solidez al lavado. Por otro lado, al emplear los mordientes de alumbre y bicarbonato de sodio con 2 gramos tiene un resultado de mayor capacidad e impregnación en la fibra de alpaca, sin embargo, al usar una cantidad de 4 gramos de mordiente no se logra la impregnación adecuada en la fibra de alpaca. El autor concluye el tipo de mordiente que se fija mejor en la fibra de alpaca es el mordiente de alumbre y la cantidad de mordiente a usar es de 2 g/500ml ya que se obtiene un color intenso y de buena calidad.

Aguilar y Beltran (2022), trabajó en evaluar el efecto del mordiente y tiempo en la solidez en el teñido de hilo de ovino y alpaca con flores de manzanilla (*Matricaria chamomilla L*) en Cusco - Perú. En el proceso de teñido el método que uso es el mordentado directo, se optó con distintas cantidades de mordiente (alumbre) de 2, 3 y 4 gramos, con tiempos de 20 min, 40 min, 60 min y con una temperatura de 83 °C. Una vez realizado el teñido, evaluó la solidez de color (luz, lavado y frote) con las normas de AATCC Y ISO. Como resultado, en las solideces (luz, lavado, frote) se obtuvo de buena resistencia en hilo de ovino e hilo de alpaca. Así mismo los parámetros que son recomendados son 20 % de mordiente y un tiempo de 40 min en hilo de ovino, mientras para la fibra de alpaca son recomendados con un 30 % de mordiente y un tiempo de 60 min. En conclusión, se debe trabajar con diferentes porcentajes de mordientes y tiempos esto para obtener diversas tonalidades de colores.

2.1.3. Antecedentes regionales

Nina (2018), investigó en la extracción y caracterización en el colorante natural de la Inflorescencia de Colli (*Buddleja coriacea*) para su aplicación en el teñido de la fibra de alpaca en Puno - Perú. En el proceso de teñido aplicó con diferentes tiempos de procesos 20, 30, 60 minutos, a temperaturas de 40, 60, 84 °C, trabajó con distintas relaciones de baño con colorante natural de 1/20, 1/30 y 1/40 quiere decir que 1 gramo de fibra se usa 20 gramos de baño. Por ello también evaluaron la solidez (luz y lavado). En los resultados del teñido logró obtener los parámetros recomendados con una temperatura de 84°C, un tiempo de 60 minutos con un pH de 4.5 en las solidez obtuvo valores de buena resistencia esto en la fibra de alpaca. Como resultado obtuvo distintas tonalidades de colores entre el café y naranja en la fibra de alpaca. El autor concluye con la planta de colli se obtuvo un color favorable y una solidez de buena calidad. Por ende, es aceptable en la industria textil.

Ramos (2020), trabajó en obtención de colorante natural a partir de la remolacha forrajera (*Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris var crassa*) para teñido de fibra de ovino en Puno - Perú. Trabajó con diseño factorial 2^3 , emplearon varios factores para la extracción de colorante natural, con diferentes mordientes (sulfato de hierro, sulfato de cobre, limón, eucalipto, cloruro de sodio, glutamato de cobre). También trabajó con distintos tiempos de procesos de teñido 20, 30 y 40 minutos, con temperaturas de 70, 78.5 y 85 °C y distintas concentraciones de NaOH 3, 4.5, 6%. Por ende, evaluaron las pruebas de resistencia solar en 8 días. El instrumento utilizado es la ficha de observación donde se explica el análisis y sus características de la planta. Como resultado los parámetros óptimos recomendados para el teñido con fibra de ovino son con una temperatura de 70 °C, un tiempo de 20 min y una concentración de NaOH de 3% y es resistente a la luz solar en fibra de ovino. El autor concluye, que es muy importante la temperatura para que tenga una perfecta impregnación en la fibra de ovino.

Laura (2018), tiene como objetivo de extraer y caracterizar flavonoides a partir de las flores de misiq'ó (*Bidens andicola*) para la aplicación de teñido en fibra de ovino en Puno - Perú. Empleó el diseño factorial $2k$, la extracción del colorante se utilizó el equipo soxhlet con un solvente de alcohol de 94% y con un tiempo de 180 min, una temperatura de 65 °C. Para el proceso de teñido de la fibra de ovino optó por distintas temperaturas de 42, 62 y 82 °C, potencial de hidrógeno en medio ácido (1, 3, 5), potencial de hidrógeno en medio neutro (7), potencial de hidrógeno en medio alcalino (9, 11, 13), un tiempo de

60 minutos, mordiente (cloruro de sodio) y con una relación de baño (1/50). Como resultado, en el teñido de la fibra de ovino obtuvo un color de amarillo con un pH de 1, quiere decir que la resistencia a la luz solar no hubo decoloración. Sin embargo, en el teñido de fibra de ovino obtuvo un color anaranjado un pH de 9 si hubo decoloración mínima en la resistencia a la luz solar esto según el diseño experimental. El autor concluye, que los valores obtenidos son apropiados, aceptables y la técnica usada es efectiva para la extracción de colorante natural.

Mamani (2021), trabajó en determinar el efecto del teñido natural con cúrcuma (*cúrcuma longa*) en la solidez del color del hilado de alpaca para la artesanía textil, Puno 2020. Utilizó un diseño factorial 2^4 con puntos centrales, trabajó con 38 muestras de madeja de hilado de fibra de alpaca. En el proceso de teñido uso diferentes factores como relación planta/sustrato (1gr/9%, 1gr/18%), mordiente alumbre (1 gr/L, 3 gr/L), temperatura de (85 y 98 °C), con un tiempo de (30 y 50 min). Así mismo, realizó la evaluación de las solideces (lavado, frote en seco, luz) con una escala de grises según la norma técnica peruana NTP 231.005 (cambio de color) y NTP 231.004 (manchado o transferencia de color). En los resultados en la solidez al lavado obtuvo un valor de 4.17 con parámetros óptimos de relación planta/sustrato de 9%, con un tiempo de 30 minutos, y una temperatura de 98 °C, en la solidez al frote en seco obtuvo un resultado con un valor de 4.5 con parámetros óptimos de relación planta/sustrato de 9%, con un tiempo de 30 minutos y una temperatura de 85°C; por ello en la solidez a la luz todos los tratamientos presentan baja solidez. El autor concluye, el teñido natural con cúrcuma tiene efecto significativo en la solidez de color en hilado de alpaca.

Sucasaca (2022), trabajó en determinar los efectos del colorante natural inflorescencia de colli (*Buddleja coriacea*) en la solidez de color del teñido de fibras de alpaca, Puno 2021. Utilizó un diseño factorial 2^3 . En el proceso de teñido uso diversos factores como mordiente crémor tártaro (3.5 y 7.5 g/l), tiempo de teñido (75 y 110 min) y temperatura de (70 y 90 °C). Donde realizó la evaluación de las solideces (lavado, luz solar, frote en seco) con una escala de grises esto según la norma técnica peruana NTP 231.005:2014 (cambio de color), NTP 231.004:2014 (transferencia de color). Como resultado, obtuvo diversas tonalidades amarillas y con una buena solidez (lavado, luz solar y frote en seco); así mismo, los parámetros recomendados en la investigación son 3.5 g/l de crémor tártaro, tiempo de 75 minutos y una temperatura de 90 °C. El autor concluye que, una vez teñido las muestras, brindan una agradable apariencia y una buena solidez de color.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Colorante

Los colorantes son sustancias que pueden teñir diversos materiales primas como algodón, lana y otras fibras. Para que un colorante sea útil, debe unirse firmemente a la fibra y no perder su color, también debe ser lo suficientemente estable física y químicamente (Obando, 2013). Así mismo se clasifican en colorante natural que son extraídos de plantas o animales, y colorante sintético que se extraen de minerales y son procesados en los laboratorios. De acuerdo con su estructura química los colorantes están compuestas por un grupo cromóforo, que se encarga de absorción de la luz, y auxocromo que consiste en un grupo de átomos unidos a un cromóforo que cambia su afinidad para producir luz, es decir son responsables de la fijación al sustrato a teñir (Corrales y Caycedo, 2019).

Los colorantes utilizados actualmente en la industria se dividen en dos grandes grupos: colorantes y pigmentos. Los colorantes se definen como compuestos que son solubles en agua y puede impartir color a las fibras sin verse afectados por factores como la luz, la temperatura y el jabón (Zaruma *et al.*, 2018).

2.2.2. Colorante natural

Los colorantes naturales son aquellas sustancias obtenidas a partir de productos propios de la naturaleza que son usados para el tinturado de fibras textiles, estas colorantes naturales pueden ser obtenidos de diferentes fuentes, ya sea animal (cochinilla), vegetal (hojas, corteza, flores, raíces, fruto) o mineral (óxidos, sales como el sulfato de hierro) (Sánchez, 2020).

Los colorantes naturales más usados en el Perú son:

- Cochinilla: (Ácido cumínico) guindo, roja y rosa.
- Eucalipto: Amarillo, anaranjado, verde, marrón y beige.
- Maíz morado: Rojo, violeta y azul.
- Molle: Verde, amarillo y gris azulado.
- Nogal: Marrón y beige.
- Tara: Verde pacay, azul, plomo y marrón (Rojas *et al.*, 2011).

2.2.3. Colorantes vegetales

Los colorantes vegetales, también conocidos como pigmentos, se encuentran distribuidos en todo el reino vegetal, se puede obtener colorante de diferentes partes de la planta que

son generalmente hojas, flores, frutos, corteza, raíces y semillas, que son usados para el proceso de teñido de las fibras (Quenta, 2019). El eucalipto cuenta con flavonoides y taninos, que permiten un tratamiento adecuado para lograr un teñido de origen vegetal, para algodón, lana, fibras, entre otros (Botanical, 2021).

Los colores naturales es un privilegio del que disfrutamos gracias a muchas plantas que nos brindan pigmentos en sus flores, hojas, ramas, semillas, rizomas o raíces, las que son conocidas como plantas tintóreas. Así mismo, estas plantas producen de forma natural una gran variedad de pigmentos (clorofilas, carotenoides, flavonoides, antocianinas) que dan color a sus órganos, y los seres humanos extraen esas moléculas para teñir (Billino y Chavat, 2021).

2.2.4. Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.)

a) Definición

El eucalipto es procedente de Australia, fue introducida en Perú entre los años de 1860-1870, mayormente en los valles interandinos de la sierra peruana, así mismo esta especie se ha adaptado a las condiciones del suelo y del medio ambiente en la sierra, costa y selva (Quispe, 2017).



Figura 1: Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.)

b) Hábitat

Su crecimiento es en climas templados y fríos (Valles y altiplano). También se le denomina las hojas lanceoladas de color blanquecino (hembra) y verde oscura (macho). Se cultiva y cosecha en primavera y verano, esto en los meses de septiembre y febrero (Arias, 2018).

Procede de Australia, donde existen más de 300 especies del género Eucalyptus. Además, debido a su rápido crecimiento, se puede encontrar en cultivo en muchas regiones del mundo (Araujo, 2020).

c) Características botánicas

Es un árbol muy aromático y de rápido crecimiento que puede llegar a medir unos 20 metros en 8 años y alcanzar una altura de 70 metros en su periodo adulto, por lo que es considerado uno de los árboles más altos del mundo. Las hojas jóvenes son de color gris azulado verdoso, redondas y las hojas maduras es de color verde azulado y alargada que pueden llegar hasta unos 30 centímetros de largo (Vogel, 2023).

d) Clasificación taxonomía

Según Araujo (2020), se muestra la siguiente taxonomía del eucalipto:

Nombre científico: Eucalyptus globulus labill

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Rosidae

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Sub familia: Myrtoideae

Tribu: Eucalypteae

Género: Eucalyptus

Especie: Eucalyptus globulus labill

e) Usos

La infusión de hojas de eucalipto se utiliza para bronquitis y resfriados respiratorios. De las hojas de eucalipto por destilación al vapor se obtiene el aceite que, por sus propiedades antisépticas, se utiliza para preparar inhalaciones e infusiones para enfermedades de la garganta y los bronquios (Velásquez, 2019). Para la obtención de colorante natural se usa las hojas, tallos de eucalipto y se

obtienen diversas tonalidades de colores según el mordiente y el procedimiento (Arias, 2018). Del mismo modo, el eucalipto es rico en taninos, lo cual es una excelente noticia para realizar un colorante natural, porque los taninos se encuentran entre los compuestos de color más confiables.

2.2.5. Extracción de colorante natural

La extracción es un método para aislar un producto orgánico de sus fuentes naturales o separarlo de una mezcla de reacción. Puede describirse como la separación de un componente de una mezcla a través de un disolvente, utilizando las diferencias de solubilidad en un disolvente específico, generalmente orgánico, donde los otros compuestos son insolubles (Galarza, 2013). La extracción de colorante natural son sustancias obtenidas de diferentes partes de las plantas con cualidades de colorear o teñir, mediante diferentes procesos. Dentro de estos procesos está la maceración, la fermentación, la decocción, entre otros (Guerrero, 2011).

a) Infusión o decocción

El método más popular y utilizado para extraer el colorante de las plantas en medio líquido como el agua es la decocción. Este método consiste en mezclar agua y calor para extraer el colorante de la planta fresca o seca. Se lleva a cabo directamente durante 30 a 45 minutos. En algunos casos, también se usa la planta machacada, como cataplasma, jugo o harina de la planta seca (Paltán y Ruchi, 2013).

2.2.6. Teñido textil

El teñido textil es un proceso químico en el que se agrega colorante a las fibras, con el fin de que obtenga un color distinto al original (Arias, 2018). Así mismo, el tinturado de un cuerpo comprende de un conjunto de operaciones cuyo objetivo es conferir a la lana una coloración determinada, sea superficial, parcial o totalmente atravesada. Para que la lana sea teñida, es necesario que el colorante y la fibra se unan en un enlace, generalmente agua, que debe perder la mezcla de colorante gradualmente a medida que continúa el proceso hasta que la lana va fijándose (Soto, 2017).

2.2.7. Procesos de teñido

El teñido de fibras textiles generalmente se realiza en una solución acuosa llamada baño de teñido. Un proceso de teñido está realizado correctamente cuando la coloración es relativamente permanente, es decir, si no se remueve fácilmente por factores externos

como la luz o el agua (Ojeda, 2012). El proceso de teñido se puede describir en varias etapas, el colorante se difunde en la fase líquida para llegar hasta la fibra, posteriormente el colorante pasa de la fase líquida a la fase sólida sobre la superficie de la fibra y por último el colorante penetra en el interior de la fibra estableciendo enlaces para que pueda fijarse en la fibra (Ojeda, 2012). Para realizar un proceso de teñido depende en gran medida de factores como la temperatura, tiempo, mordiente, entre otros. Una vez obtenido la fibra teñida, pasan a hacer evaluados mediante prueba de solidez de color.

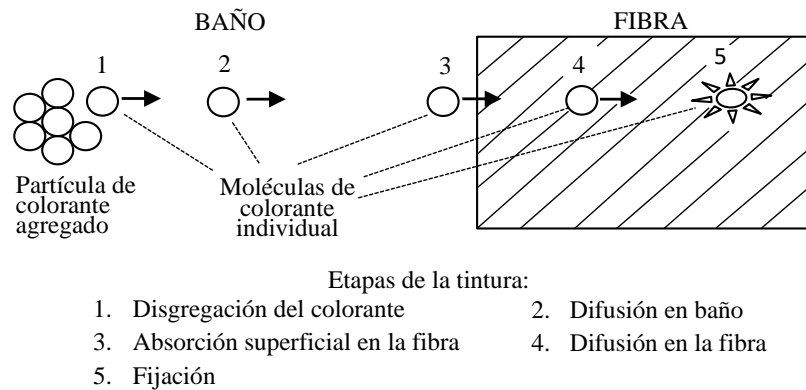


Figura 2: Etapas de proceso de teñido

FUENTE: Ojeda (2012).

2.2.8. Etapas del proceso de teñido

Durante el proceso de teñido, la molécula de colorante pasa por varias etapas antes de unirse químicamente a la fibra (Ojeda, 2012).

a) Disgregación del colorante

Los auxiliares y el colorante se encuentran en el líquido en sus formas simples o en agregados moleculares. Estos agregados están sujetos a ciertos equilibrios fisicoquímicos, esto dependerá en todo caso de las especies presentes en el sistema. Cuando se rompe el equilibrio, se da la disgregación (Ojeda, 2012).

b) Difusión del colorante/convección

Las moléculas de colorante migran desde el interior del baño hacia el área superficial cercana a la fibra por difusividad debido a la presencia de un gradiente de concentración. De manera similar, ocurre en la convección provocada por la velocidad del propio baño con respecto al sustrato de fibras (Ojeda, 2012). En esta etapa el proceso de teñido, es muy importante, ya que establece los tiempos para una buena penetración, lo cual es fundamental para una buena solidez.

c) Adsorción superficial en la fibra

Ocurre en la superficie de las fibras, ya que las moléculas de colorante se absorben en la superficie de la fibra a través de interacciones, cuya intensidad depende de las relaciones de afinidad entre ambas estructuras (Ojeda, 2012).

d) Difusión en la fibra

Las moléculas en la superficie de la fibra comienzan a difundirse al interior de la estructura macromolecular constituida por la fibra. Esta difusión líquido-sólido, depende del tamaño molecular de las especies que se propagan y del tipo de estructura interna de la fibra. También se dice que es la penetración de los colorantes al interior de la fibra y la difusión está controlada por el tamaño de partícula de los colorantes a menor tamaño mayor es la difusión (Mendoza, 2018).

e) Fijación

Es el establecimiento de conexiones estables entre las moléculas de fibra y el colorante. Al llegar a este punto de fijación, podemos decir que el colorante ha teñido a la fibra y el proceso de teñido ha concluido. Así mismo la fijación depende mucho de:

- Temperatura a mayor temperatura mayor fijación, esta no se debe elevar rápidamente porque puede causar teñidos irregulares.
- Velocidad de difusión aumenta con la temperatura y con el pH del baño.
- Colorante para cada colorante existe una zona de pH máximo del cual dependerá la fijación (Mendoza, 2018).

2.2.9. Parámetros que influyen en el proceso de teñido

Los parámetros dentro del proceso de teñido son los siguientes:

a) Tiempo

El tiempo de teñido ejerce sobre la igualación, por lo que es importante cumplir con los tiempos considerados de cada proceso (Fernández y Saavedra, 2019). Así mismo es el período de tiempo en el cual el colorante y la fibra a teñir va interactuando, lo que permite que las moléculas del colorante migren a la fibra (Ojeda, 2012).

b) Temperatura

La temperatura más adecuada para las fibras de lana es de 90-100°C, que es la temperatura necesaria para teñir. Esta variable es muy importante especialmente en igualación, la temperatura se irá aumentando de 1 a 1,5°C por minuto, hasta alcanzar la temperatura requerida (Fernández y Saavedra, 2019).

c) Relación de baño

La relación de baño es muy importante en el agotamiento del colorante, si la relación de baño es alta el porcentaje del agotamiento del color será menor, además el colorante afecta la hidrólisis, por lo que debería trabajar con valores bajos (Pereira, 2014).

d) pH potencial de hidrógeno

El pH es la medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia. La escala de pH está limitada entre 0 y 14, siendo 0 el límite más ácido y 14 el límite más básico quedando el 7 como nivel neutro. El pH es un factor fundamental a considerar por su influencia en el resultado del proceso de teñido con colorante natural.

El colorante reaccionará a la alcalinidad o acidez del baño, reacción química que cambia la concentración de iones de hidrogeno en la disolución, de esa manera cambia su tonalidad de color (Sánchez, 2020).

El aumento del baño de teñido significa que las moléculas de colorante se unen a las fibras, al momento de realizar la agitación del baño de teñido, la velocidad de absorción aumenta. El más usado en el teñido de fibras con colorantes va buena igualación e impregnación con pH de 4.5 – 5, el colorante de teñido mediana igualación y la velocidad es buena pH 3 y los colorantes a pH neutros se tiene mala igualación, como también pH más bajo de 7 la velocidad es muy elevada es por eso que el teñido sea malo, para que un teñido quede igualado es preciso que la absorción sea gradual, el pH inicial del colorante absorbido al estado de equilibrio sea del orden del 85% (Casimiro y Granados, 2006).

e) Mordentado

La mayor parte de los colorantes naturales requieren algún tipo de fijador para poder teñir, estos son llamados mordientes, los cuales pueden ser de origen natural o químico, facilitando la fijación del colorante en la fibra y al mismo tiempo el efecto de crear uniformidad y brillo en el color. El mordentado se puede hacer antes, durante o después del teñido y por lo general, implica agregar el mordiente

en agua caliente junto con la fibra que puede o no estar teñido (Pazos, 2017). En el proceso de teñido el mordiente se puede aplicar en tres métodos diferentes:

- **Método directo:** Se utiliza desde la antigüedad y consiste en introducir las fibras directamente en el colorante junto con un mordiente. Así mismo, este es el método más simple y de mayor efectivo, también es recomendable para las fibras proteicas como lana de ovino, fibra de alpaca, fibra de llama, entre otros. Porque estas fibras tienen una alta afinidad por los colorantes naturales (Marrone, 2014).
- **Pre mordentado:** Se introduce la fibra sin teñir en agua tibia que contiene suficiente mordiente para cubrir la fibra. Se deja calentar a un punto de ebullición por un lapso de 30 minutos a una hora revolviendo constantemente (Pazos, 2017). Este método se debe realizar cuando se tiñen en fibras celulósicas como el algodón, bambú, lino, entre otros (Marrone, 2014).
- **Post mordentado:** La fibra previa teñida y/o premordentada se coloca en agua tibia contenga de un mordiente. El proceso tiene como objetivo alterar el tono o reforzar la solidez al lavado, normalmente se utiliza para obtener colores secundarios (Pazos, 2017).

2.2.10. Mordiente

Los mordientes son sales metálicas utilizados en los procesos de teñido para fijar el colorante en la fibra (Fernández y Saavedra, 2019). La mayor parte de los colorantes o tintes naturales requieren un mordiente o fijador en el proceso de teñido. Así mismo los mordientes hacen que los colorantes sean más fuertes y duraderos (Arias, 2018). En el pasado, se utilizaron mordientes naturales como la ceniza, salitre, collpa, hojas de aguacate, la orina fermentada entre otros. Hoy en día se utiliza los mordientes que son de origen químico, la mayoría son sales metálicas como: cobre, estaño y aluminio, estos se disuelven en agua caliente para separar el metal de la sal para posteriormente fijar el colorante en la fibra (Ramos, 2020).

Los mordientes más usados tenemos:

- Alumbre (sulfato de aluminio)
- Crémor tártaro (ácido de potasio)
- Caparrosa (sulfato de hierro y sulfato de cobre)

- Collpa (salitre, ceniza, arcilla y barro negro)
- Tara, chicha de jora, pepa de palta (Rojas *et al.*, 2011).

2.2.11. Sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio comúnmente llamado como alumbre, que se usa más frecuente por los tintóreos naturales, así mismo denominado “qollpa” o “collpa” (Osorio, 2011). Es un polvo blanco que es seguro de manejar y fácil de usar ya que no es tóxico. Se obtienen colores claros, brillantes y una solidez a la luz relativamente buena. Es mejor usarlo antes de teñir, pero también da buenos resultados si se emplea en el baño de colorante (Fernández y Saavedra, 2019).

2.2.12. Fibras textiles

Las fibras textiles es un grupo de filamentos o hebras para crear hilos y con los que se elaboran tejidos, es decir, después de someterse a procesos físicos y químicos (Arévalo, 2019). En la industria textil, la fibra se llama grupo de filamentos que forma un tejido, y a su vez, la estructura básica de los textiles. Las características que determinan si una fibra se puede hilar o no son la resistencia, flexibilidad, elasticidad de la fibra (Rodas, 2021). El valor comercial y los usos de los textiles se determinan de acuerdo con sus propiedades mecánicas, el tipo de hilatura y tejido, una de las características que es la más importante es la facilidad para teñir (Mendoza, 2018).

2.2.13. Fibras naturales

Las fibras naturales son fragmentos, hebras o pelos, que se derivan de la naturaleza y se pueden hilar para formar hilos o cuerdas. Las fibras que no provienen de la naturaleza se denominan fibras químicas, que pueden ser artificiales o sintéticas. Los hilos hechos de fibras se pueden tejer para producir un tejido. La única fibra natural capaz de hacer hilos es la seda; las fibras restantes deben ser teñidas e hiladas para su posterior uso en la fabricación de textiles. Así mismo la fibra natural se puede clasificar según su origen: animal (fibra de alpaca, fibra de llama, lana de ovino), vegetal (algodón, lino, esparto) y mineral (amianto o asbesto) (Arias, 2018).

2.2.14. Fibras de origen animal

Las fibras de origen animal, son aquellos pelos procedentes de diversas especies animales. Además, son conocidas y usadas a nuestro alrededor son la lana y el pelo de camélidos entre ellos tenemos llama, vicuña, alpaca, ovino (Arias, 2018).

2.2.15. Lana de ovino

La lana es una de las fibras naturales obtenidas de la oveja, que se denomina esencial debido a sus propiedades inherentes. Por lo tanto, debido a los rizos que presentan las fibras de lana hace que tengan una elasticidad y resistencia por lo que el tejido de lana se deforma menos que otros tejidos de fibras naturales. Otras características de la lana que la hacen particularmente adecuada para vestir son sus propiedades de ligereza, absorción de la humedad y aislamiento térmico. La calidad de la lana depende de muchos factores, entre estos del clima, del suelo de la variedad de la oveja; así la lana más fina se obtiene de la oveja merina cerca del 40% de la producción mundial de lana se obtiene de este tipo de ovejas y un 43% se obtiene de ovejas cruzadas (Fernández y Saavedra, 2019).



Figura 3: Oveja de raza merino

FUENTE: Sabrina y Nora (2017).

2.2.16. Razas de ovinos

La lana ha sufrido muchos cambios desde la prehistoria. Conocido hasta el día de hoy por su selección y modificación de razas. Hoy en día, existen más de 800 especies de ovejas en todo el mundo en una variedad de hábitats. Van desde desiertos hasta altas cumbres montañosas. Esa diversidad de climas hace que, además de la genética de la raza, el pelo tenga notables variables (Andrade, 2016). Las principales razas de ovinos son las siguientes:

Tabla 1: Razas de ovinos

Raza	Finura	Usos
Merino	Fina a muy fina	Tejidos muy finos
Corriedale	Cruza fina	Tejidos finos
Romney Marsh	Cruza media	Mantas y paños
Lincoln, Texel, Frisona	Cruza gruesa	Alfombras
Criolla	Muy gruesa	Tejidos, alfombras

FUENTE: Andrade (2016).

2.2.17. Estructura de la lana de ovino

La lana está formada por dos capas netamente particulares, la cutícula (capa externa) y la corteza (capa interna), y en determinadas lanas puede existir una tercera capa denominada la médula (capa central).

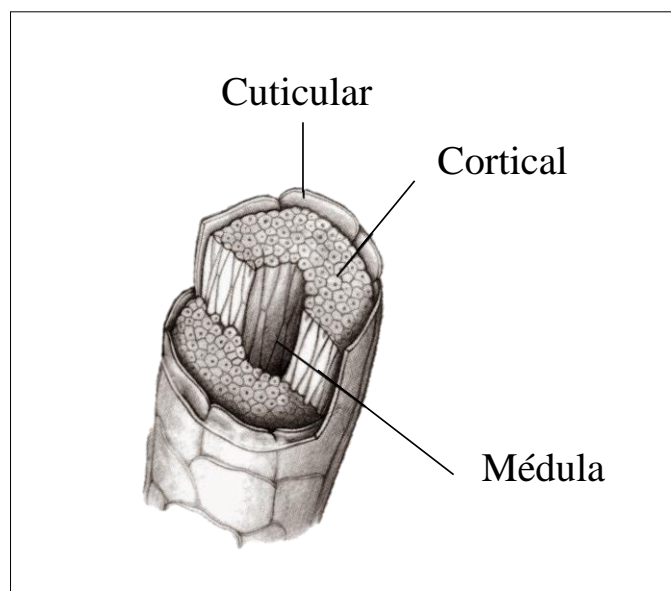


Figura 4: Estructura de la lana

FUENTE: Agualongo (2023).

a) Capa córnea o cuticular

La capa exterior está representada por células planas poligonales que se superponen incompletamente en forma de escamas con bordes libres que sobresalen. Esta capa de escamas epidérmicas protege la fibra dándole cierta rigidez y su tamaño es casi el mismo en todos los tipos de lana. Cuando se mordenta la fibra, esencialmente abrimos estas cutículas a ambos, tanto el mordiente como los colorantes pueden penetrar la capa interior (Papa, 2018).

b) Cuerpo de la fibra o cortical

La capa interior se compone de un 90% de fibra. Está compuesto por células en forma de fusiformes, alargadas, delgadas y variables de tamaño creando una apariencia ondulada. Estructuralmente está compuesto por fibras grandes (macrofibrillas), que a su vez están formadas por fibras pequeñas (microfibrillas). Esta capa contribuye a la resistencia y elasticidad de la fibra porque absorbe la mayor cantidad de colorante durante el proceso de teñido. Es importante que los colorantes puedan llegar hasta él, haciéndolos más firmes y duraderos en el tiempo (Papa, 2018).

c) Capa medular o médula

Esta es la capa central ubicada en el interior de la corteza de la fibra, que se encuentra sólo en lanas finas y más comúnmente en fibras de diámetro medio y gruesas. El tamaño de esta capa puede variar. La lana fina y superfina no tiene médula y en las fibras de menor calidad representa una tercera parte de diámetro (Papa, 2018).

2.2.18. El ganado ovino en el Perú y su importancia

La crianza de ovino en el Perú tiene importancia económica, social y ecológica. La importancia ecológica radica en que el 96.2% de la población ovina se cría en la sierra, también se alimentan de pastos naturales que crecen en el campo (Mendoza, 2016). En Perú tiene una población de ovino de 11 201 723 cabezas (MINAGRI, 2022), que se distribuye con mayor porcentaje de la región sierra, seguido por la costa y la selva. Los principales productos obtenidos son la lana y la carne. La producción nacional de lana alcanza los 10 946 Tm. Así mismo la producción de carne llega a 36 122 Tm anuales respectivamente (Díaz, 2015).

2.2.19. Propiedades de la lana de ovino

Entre las propiedades más destacadas tenemos las siguientes:

- **Finura:** Puede variar desde 12 a 130 micras según la raza.
- **Longitud:** Va desde 30 a 40 mm de longitud.
- **Rizado:** Merinas finas de 10 a 12 ondulaciones por centímetros, las menos finas de 7 a 8 y las vastas de 2 a 4 incluso algunos carecen de ellas.
- **Peso específico:** Tiene un peso específico de 1,31 gr/cm³ a un reprise de humedad del 17%.
- **Color:** El color de la lana puede variar desde el blanco puro hasta el amarillo crema.
- **Suavidad:** La suavidad es una de las propiedades únicas de la lana dándole un tacto “lanoso” que las demás fibras tratan de imitar.
- **Higroscopicidad:** La lana lavada posee un reprise de humedad del 17 al 65% de HR y 20°C, en la lana sucia tiene un reprise que va del 9 al 12% a 60% de HR y del 11 al 13% al 70% de HR (Fernández y Saavedra, 2019).

2.2.20. Solidez de color

La solidez muchas veces depende de la comparación de tintura antes y después de la prueba. También es importante saber cómo los colorantes afectan la materia blanca en caso de que la prenda teñida entre en contacto durante el uso o el procesamiento (Obando, 2013).

La resistencia de un material textil cambia sus propiedades de color, debido a la pérdida de color frente a las causas exteriores y su transferencia de color frente a otros materiales, durante su procedimiento, análisis, uso (Lockuán, 2012).

La solidez de color se refiere a la resistencia de los tejidos teñidos a las influencias externas a las que están expuestos, es un índice decisivo y fundamental para evaluar la calidad de los textiles. Puede variar según los colorantes empleados en el producto textil, los métodos empleados durante el teñido o el tiempo de fibra que lo compone (Rodas, 2021).

2.2.21. Solidez al lavado

El proceso de lavado convencional o en lavandería industrial, depende principalmente del tipo de tejido y fibra que se ha usado para la confección de la prenda. Se usa un lavado suave para la lana y fibras especiales o prendas delicadas, mientras que uno más enérgico para camisas de algodón y otro más enérgico para prendas de trabajo (Obando, 2013).

Según la Norma Técnica Peruana NTP 231.008:2015 (revisada el 2022), este método de prueba se establece las condiciones del ensayo para la solidez del color de los materiales textiles destinados a soportar frecuentes lavados (INACAL, 2022).

2.2.22. Solidez al frote

Esta prueba se utiliza para determinar la estabilidad del color durante el frotamiento y para determinar cómo cambia el color de la tela después de frotar la superficie. Dicho de otra manera, evaluar qué tan resistente es el color de los textiles a la abrasión. Consiste en someter la prenda a un frote continuo en ciclos determinados, desprendiendo el colorante del textil sobre un testigo blanco (Rodas, 2021).

Según la Norma Técnica Peruana NTP 231.042:2009 (revisada el 2019), este método de prueba está diseñado para determinar la cantidad de color que se transfiere desde la superficie de materiales textiles coloreados a otras superficies por medio de frotación (INACAL, 2022).

2.2.23. Solidez a la luz

Este método de prueba proporciona los principios y procedimientos generales que se utilizan actualmente para determinar la resistencia a la luz solar o la luz artificial de todos los tejidos textiles y de todos los colorantes, acabados y tratamientos realizados a partir de dichos tejidos (Cavenago y Córdova, 2014). De manera similar, esta prueba determina que tan resistente es un colorante particular en una tela, hilo o fibra a la atenuación de la luz, los resultados de la prueba se comparan con la escala de grises (Arévalo, 2019).

Según la Norma Técnica Peruana 231.183:1986 (revisada el 2020), este método de prueba determina la solidez de color a la luz solar en tejidos artesanales (INACAL, 2022).

2.2.24. Escala de grises

La escala que consta de pares de muestras de gris, cada uno de los cuales representa una progresión o contraste de color diferente en función de los grados numéricos de estabilidad de color. Se tiene, escala de grises cambio de color, escala de grises transferencia de color (sangrado o manchado) (Cavenago y Córdova, 2014).

Se utilizan escalas de grises que son láminas de cartón para evaluar la solidez de color de los textiles. La evaluación se clasifica en grados, que son 9: 1, 1-2; 2, 2-3; 3; 3-4, 4; 4-5 y 5. El grado 1 muestra la solidez más baja y el grado 5 muestra la solidez más alta. Se manejan dos tipos de escalas:

- Escala de grises para cambio de color

Para evaluar el cambio de color del material teñido después de someterlo a un proceso (lavado, frote y luz), cada grado tiene dos áreas definidas, la izquierda representa (en gris neutro) el color original y la derecha representa (en gris neutro) después del tratamiento, esta prueba está basada en la Norma Técnica Peruana NTP 231.005:2014 (revisada el 2019).

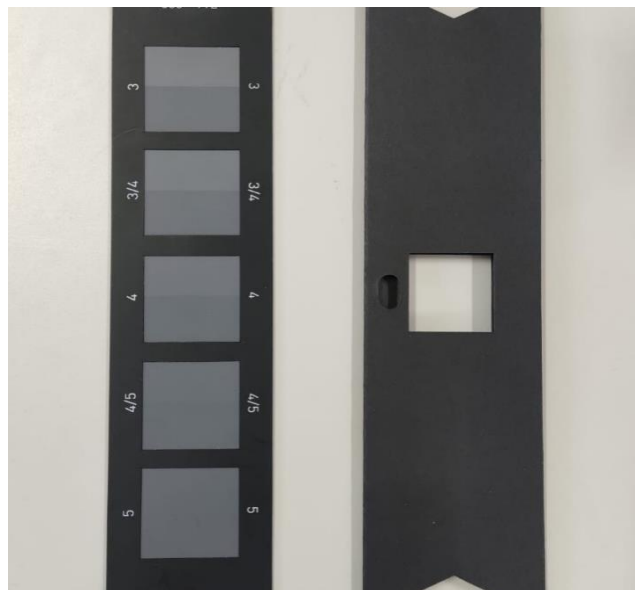


Figura 5: Escala de grises para cambio de color

- Escala de grises para transferencia de color (manchado)

Para evaluar la transferencia de color del material teñido hacia un tejido testigo blanco luego de someterlo a un proceso (lavado, frote y luz), cada grado consta de dos áreas definidas, la izquierda representa (en blanco) el color original del testigo y la derecha representa (en gris neutro) el color adquirido por el testigo después del tratamiento, esta prueba está basada en la Norma Técnica Peruana NTP 231.004:2014 (revisado el 2019).



Figura 6: Escala de grises para transferencia de color (manchado)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca en sede Ayabacas.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

Es de tipo cuantitativo, se explica que este enfoque está basado en medición numérica y que emplea el recojo de todos los datos donde se usa continuamente la estadística para contrastar la hipótesis así mismo responder las preguntas del trabajo de investigación para el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022 (Hernández y Mendoza, 2018). En cuanto a la investigación es de tipo experimental, consta de someter un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones estimulantes o tratamientos (variable independiente), y luego observar los resultados o reacciones que surgen (variables dependientes) (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, va más allá del establecimiento de conceptos, descripciones de fenómenos o relaciones entre conceptos; es decir, se centra en responder a las causas de eventos y fenómenos físicos o sociales. Cuyo propósito es explicar por qué ocurre un fenómeno, en qué condiciones ocurre o por qué dos o más variables están relacionadas (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2.3. Diseño experimental

Diseño factorial 2^3 se estudia el efecto de tres factores en dos niveles de cada uno. Así mismo consta de $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$ tratamientos diferentes. Sean A, B y C los factores que se quieren estudiar y sean (I), a, b, ab, c, ac, bc y abc, los totales observados en cada uno de los ocho tratamientos escritos en su orden estándar (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

Tabla 2: Diseño factorial 2³

Total	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
(1)	-	-	-	+	+	+	-
a	+	-	-	-	-	+	+
b	-	+	-	-	+	-	+
ab	+	+	-	+	-	-	-
c	-	-	+	+	-	-	+
ac	+	-	+	-	+	-	-
bc	-	+	+	-	-	+	-
abc	+	+	+	+	+	+	+

FUENTE: Gutiérrez y de la Vara (2012).

Para el trabajo de investigación se consideró 3 factores (concentración de colorante, mordiente y tiempo), con dos niveles de cada uno lo cual resultó 8 tratamientos con tres réplicas, esto implica un diseño con tres variables controlables del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), en la solidez de color (lavado, frote y luz) se tiene la variable respuesta.

Tabla 3: Descripción del diseño experimental

SOLIDEZ DE COLOR				
Nro.	Combinación de tratamiento	Factores		
		A: Concentración de colorante (ml)	B: Mordiente (gr)	C: Tiempo (min)
1	(1)	300	3	45
2	a	450	3	45
3	b	300	6	45
4	ab	450	6	45
5	c	300	3	60
6	ac	450	3	60
7	bc	300	6	60
8	abc	450	6	60

Tabla 4: Matriz de diseño experimental

Nro.	Factores			Resultados de la solidez de color (escala de grises)		
	A: Concentración de colorante (ml)	B: Mordiente (gr)	C: Tiempo (min)	Réplica N°1	Réplica N°2	Réplica N°3
1	300	3	45			
2	450	3	45			
3	300	6	45			
4	450	6	45			
5	300	3	60			
6	450	3	60			
7	300	6	60			
8	450	6	60			

3.3. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1. Materiales de estudio

- **Hilo de ovino:** Se utilizó el hilo de ovino merino, título 2/32 Nm de color blanco, lo cual se obtuvo de una asociación de artesanos de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, región de Puno.
- **Hojas de eucalipto:** Fueron recolectadas en el mes de febrero del 2023, en el centro poblado de Occopampa, distrito de Moho, región de Puno.

3.3.2. Materiales y equipos de laboratorio

Los materiales y equipos utilizados en el laboratorio son: balanza analítica, fiola de 1000ml, vasos precipitados 250ml, tubos de ensayo, estufa de gas (dos hornillas), botellón, ollas de acero inoxidable, pH meter, pipeta, piseta, pinza, probeta 250ml, varilla de agitación, escalas de grises, luna de reloj, billas de acero, gotero, aspe de precisión, mortero, equipo de teñir muestras (Rotacolor), equipo para la solidez al lavado (Gyrowash), equipo para la solidez al frote (Abrasímetro Crockmeter).

3.3.3. Otros equipos y materiales

Los equipos y materiales utilizados son: cernidor de plástico, cronómetro, etiquetas autoadhesivas, cartulina negra, cinta masking, cinta embalaje, tijera metálica, marcador permanente, cuaderno de apuntes, regla, lapiceros, guantes, mascarillas quirúrgicas, gorros desechables, cámara fotográfica.

3.3.4. Insumos

Los insumos utilizados en el trabajo de investigación son: mordiente sulfato de aluminio, colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), agua blanda, detergente Invadina Da, hilo de ovino.

3.3.5. Procedimiento de obtención de colorante natural

a) Recolección de materia prima

Las hojas de eucalipto fueron recolectadas en el centro poblado de Occopampa, distrito Moho, provincia de Moho, región de Puno, en buen estado y fresco sin ningún daño.

b) Selección, limpieza

Se realizó la selección separando los tallos, hojas del eucalipto. Así mismo, las hojas de eucalipto fueron sometidas a limpieza mediante el lavado con agua para retirar impurezas tales como tierra, polvo, entre otros.

Las hojas de eucalipto fueron secadas a temperatura de medio ambiente, bajo sombra, no se deja secar exponiendo al sol ya que pierde sus propiedades tintóreas.

c) Triturado

Se realizó la trituration de las hojas de eucalipto, con ayuda de un mortero para facilitar la obtención de los componentes que producen el teñido.

d) Extracción

La extracción de colorante natural se realizó colocando las hojas de eucalipto en una olla de acero inoxidable, agua destilada, se pesó 3.5 kilogramos de hojas de eucalipto en 14 litros de agua destilada la relación de baño considerado es 1/4 es decir (1 gramo de hojas de eucalipto se requiere 4 ml de agua) a temperatura de ebullición, durante un tiempo de una hora a fuego lento, esto con la finalidad de preparar el baño tintóreo.

e) Filtrado

Una vez dejado enfriar el colorante obtenido se realizó el filtrado con dos materiales; primero con un colador y luego con una tela de algodón para evitar

que ingrese partículas finas al baño tintóreo. Se obtuvo 12 litros de baño tintóreo, con un pH de 5.64 ya que el punto ácido ayuda a la fijación en el teñido con hilo de ovino.

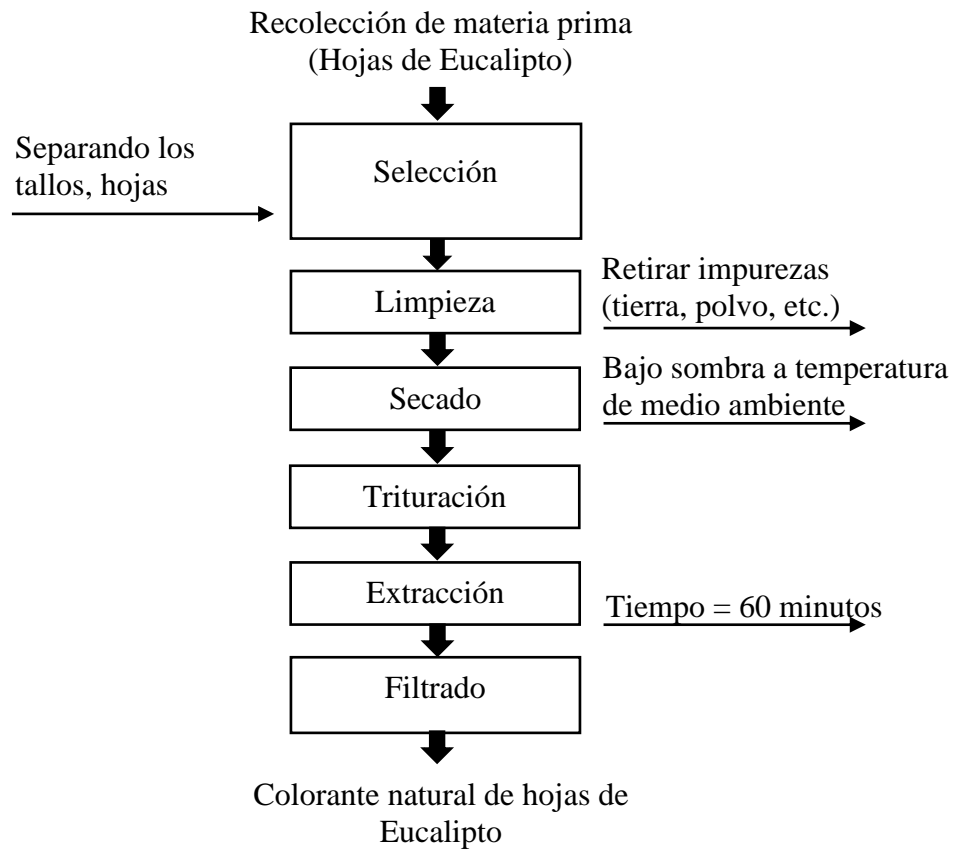


Figura 7: Diagrama de flujo de procedimiento de obtención de colorante natural

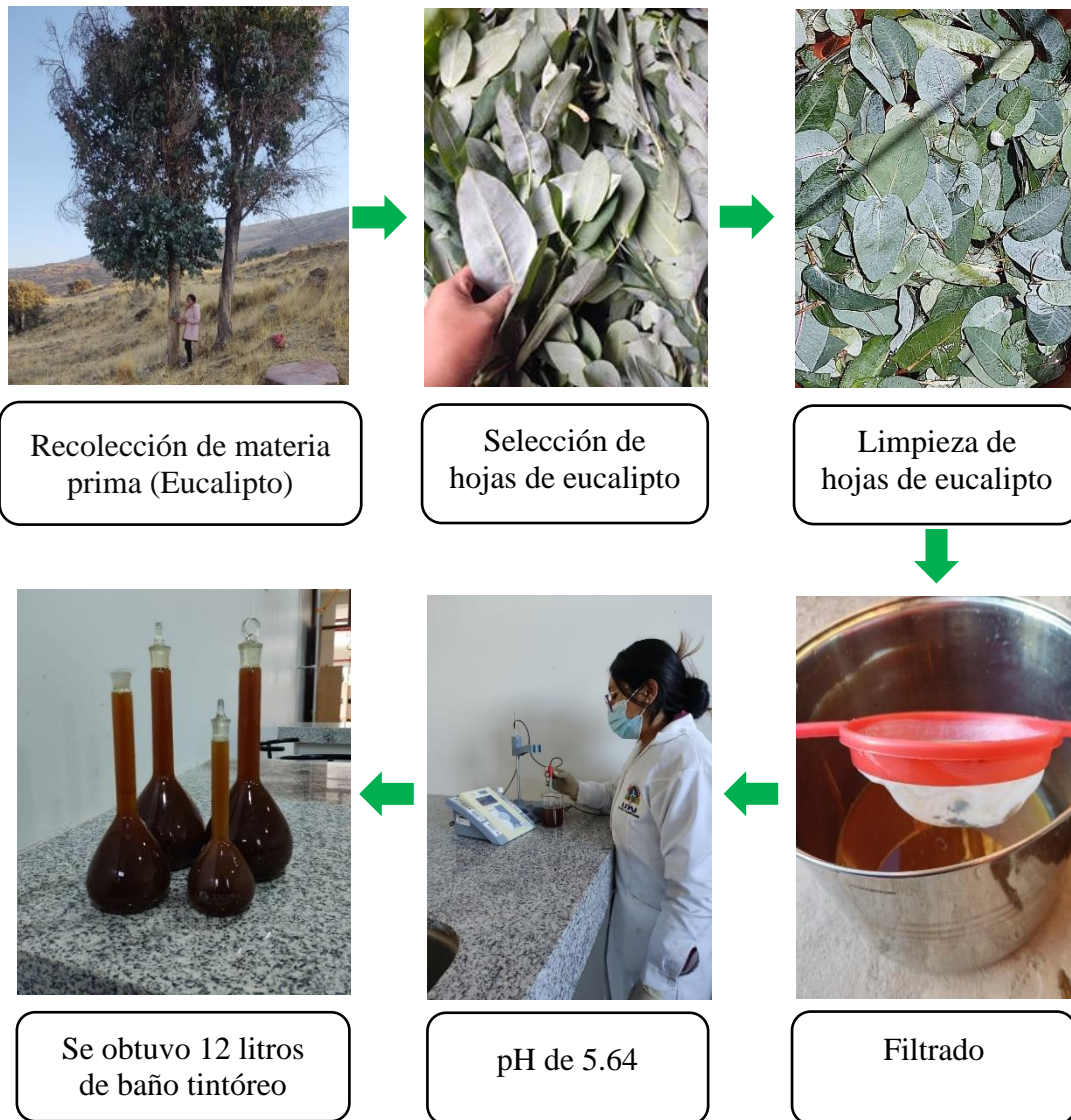


Figura 8: Procedimiento de obtención de colorante natural

3.3.6. Acondicionamiento del hilo de ovino previo al teñido

El hilo de ovino, se obtuvo 1 cono de un 1 Kg, el título de hilo de ovino es de 2/32 Nm de color blanco (el hilo tiene dos cabos retorcidos de hilado que mide 32 metros por gramos).

a) Madejado

Se hicieron las madejas utilizando el equipo de aspe de precisión, se pesó cada muestra de 15 gr y se obtuvo un total de 24 muestras de madejas.

b) Lavado

Las madejas de hilo de ovino pasaron por un proceso de lavado con un detergente Invadina Da (neutro) y disuelto en agua tibia, con 1 gramo de detergente en 1000 ml de agua a temperatura ambiente y un tiempo de 15 minutos, esto para que el colorante se fije mejor a la fibra. Entre más blanca y limpia la lana más brillante resultará el color a teñir.

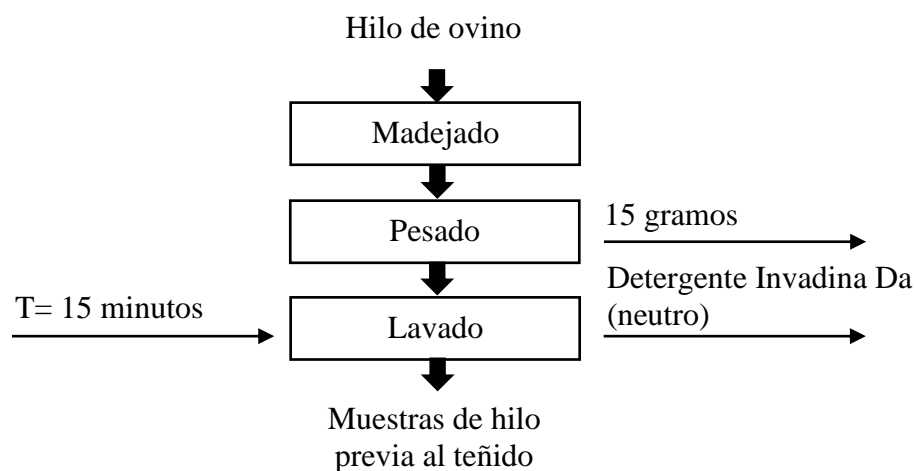


Figura 9: Diagrama de flujo de acondicionamiento de hilo de ovino previa al teñido

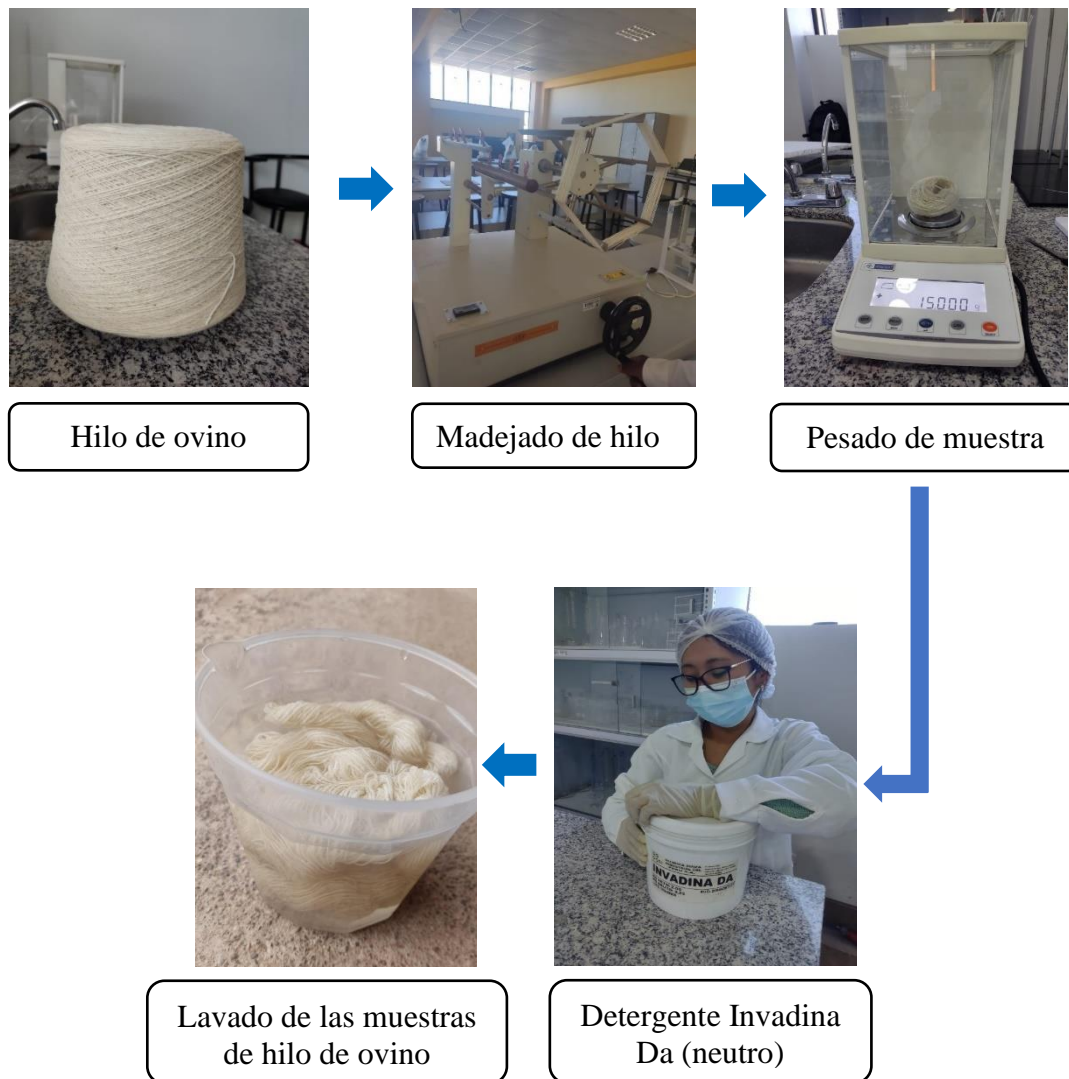


Figura 10: Procedimiento de acondicionamiento del hilo de ovino previo al teñido

3.3.7. Proceso de teñido de hilo de ovino

a) Proceso de teñido

Para este proceso de teñido con colorante natural (*Eucalyptus globulus* Labill.) en el hilo de ovino, se utilizó el equipo de teñido para muestras (Rotacolor), en lo cual cuenta con 6 vasos de acero inoxidable con sus tapas correspondientes, el baño de teñido ya obtenido se trasvasa a las probetas de acuerdo al volumen de baño de los tratamientos, una vez medido la cantidad de volumen se trasvasan a los vasos de acero inoxidable, luego se le añadió el mordiente sulfato de aluminio, disolviendo con la ayuda de la varilla de vidrio, también se le agregó el hilo de ovino y luego se colocó los vasos al equipo donde se programó la temperatura de 75 C°. También, se programó el tiempo de teñido que fueron de 45 min y 60 min.

b) Enjuagado

Se realizó el enjuagado con agua blanda, esto con el fin de eliminar el colorante no fijado al hilo de ovino.

c) Secado

Los hilos una vez enjuagados pasaron al secado bajo sombra y a temperatura del medio ambiente para su posterior evaluación de la solidez de color.

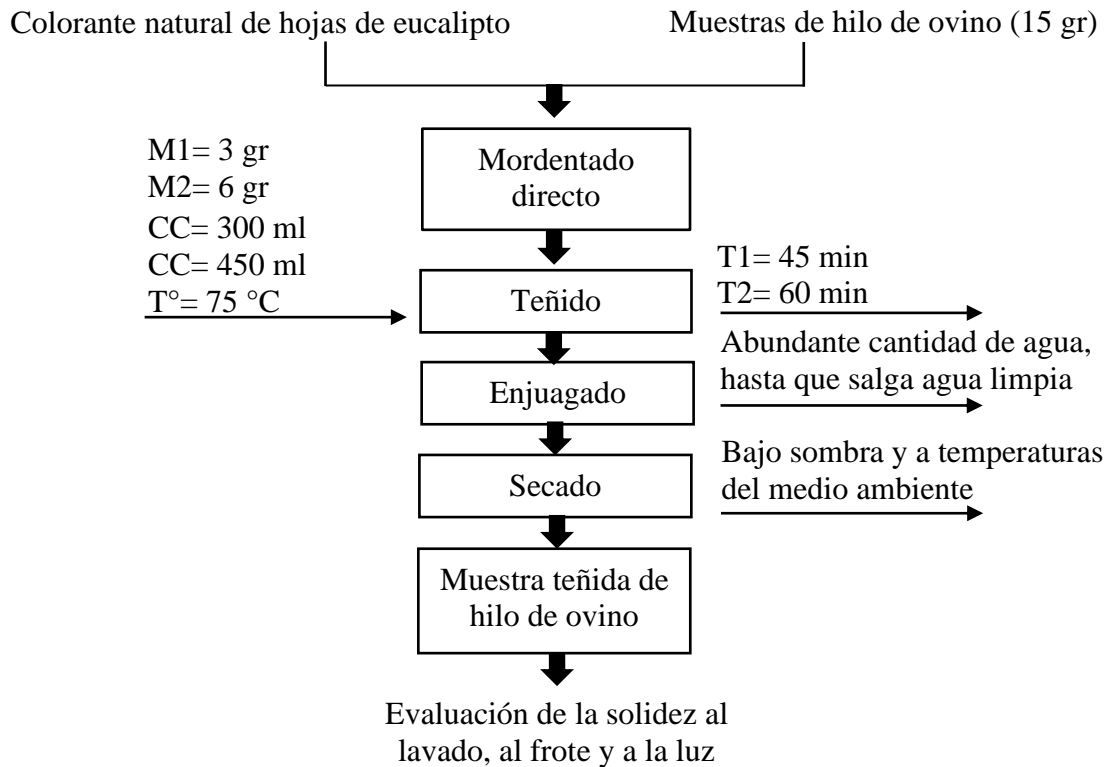


Figura 11: Diagrama de flujo del proceso de teñido

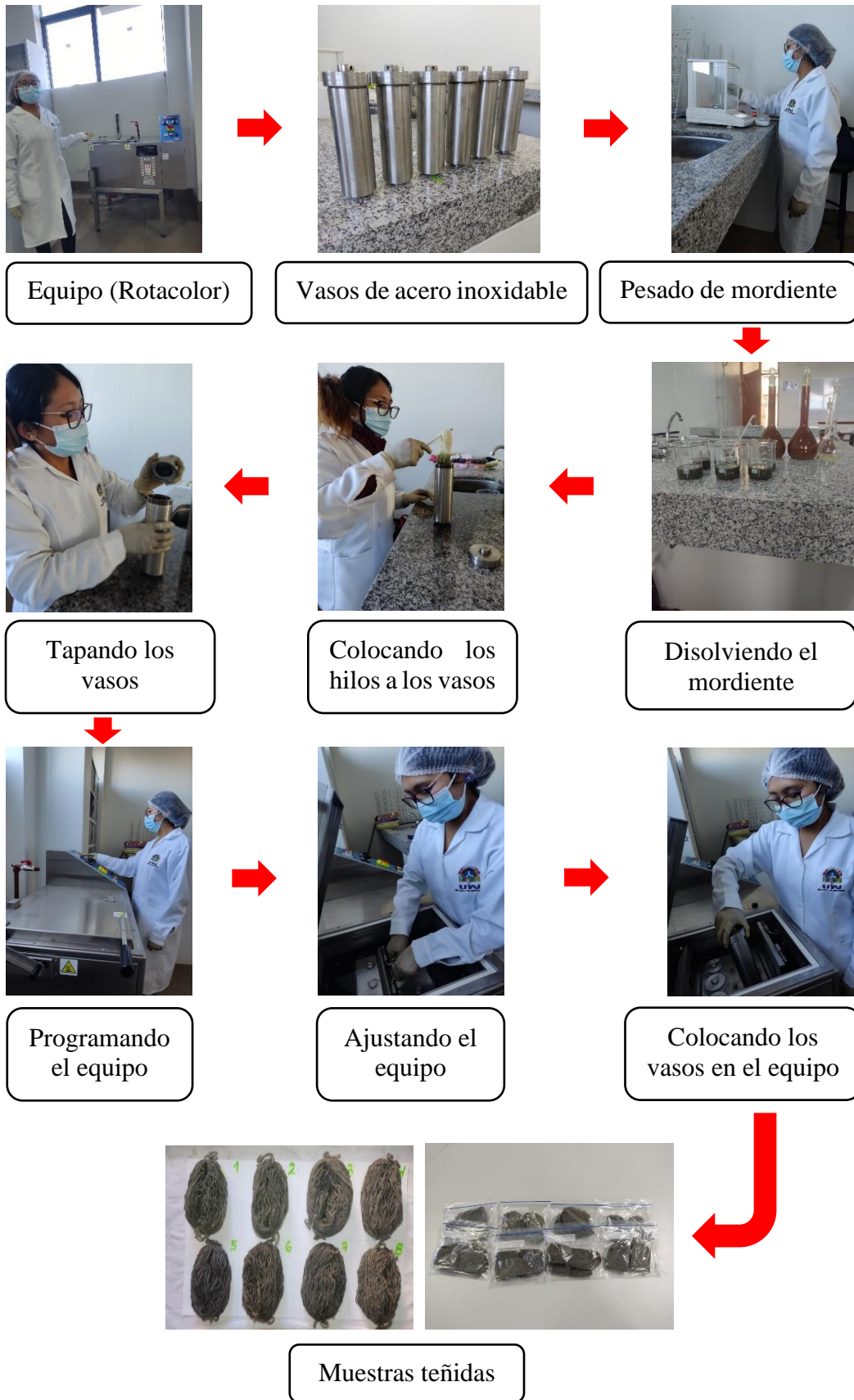


Figura 12: Proceso de teñido de hilo de ovino

3.3.8. Evaluación de la solidez al lavado

Esta prueba establece un método de ensayo para la solidez del color de los materiales textiles destinados a soportar frecuentes lavados. Esta prueba se determina según la Norma Técnica Peruana NTP 231.008:2015 (revisada el 2022).

a) Principio del método

El espécimen a ensayar se lava bajo condiciones apropiadas de tiempo, temperatura, detergente, blanqueador y acción abrasiva, el cambio de color es similar al que ocurre en las lavadoras caseras o en los cinco lavados a mano. El cambio de color es obtenido convenientemente en corto tiempo. Así mismo, la acción abrasiva es el resultado de los efectos de fricción de los tejidos contra el recipiente, el volumen reducido en relación al tejido y el impacto de las esferas en el tejido.

b) Espécimen de ensayo

El tamaño de las muestras requeridos para las diferentes opciones es:

- 5 cm x 10 cm para la opción 1A.
- 5 cm x 15 cm para las opciones 1B, 2A, 3A, 4A y 5A.

Para determinar el grado de transferencia de color (manchado) de las opciones 1A y 2A, se emplea tela multifibra. Mientras para la opción 3A, se puede emplear un tejido de algodón blanqueado (el uso de la tela multifibra es opcional). El grado de transferencia de color (manchado) no se determina en las opciones 1B, 4A y 5A.

c) Procedimiento

Se colocan los especímenes dentro de unos tubos, con las condiciones de nivel de baño, detergente, número de billas, tiempo.

Tabla 5: Tabla condiciones de ensayo de la solidez al lavado

Opción	1A	1B	2A	3A	4A	5A
Temperatura °C ($\pm 2^\circ\text{C}$)	40	31	49	71	71	49
Volumen total (ml)	200	150	150	50	50	150
% Detergente sólido del volumen total	0.37	0.37	0.15	0.15	0.15	0.15
% Detergente líquido del volumen total	0.56	0.56	0.23	0.23	0.23	0.23
% de Cloro del volumen total	-	-	-	-	0.015	0.027
N° de Esferas de acero	10	-	50	100	100	50
N° de Esferas de caucho	-	10	-	-	-	-
Tiempo (min)	45	20	45	45	45	45

FUENTE: INACAL (2022).

- Para el trabajo de investigación se consideró la opción 1A, lo cual se realizó con un volumen de baño de 200 mililitros de agua, con un porcentaje del detergente líquido de 0,56 %. También la cantidad de esferas que se utilizó es 10, tiempo de 45 minutos, una temperatura de 40 °C y el tamaño de la muestra identificado es de 5 x 10 cm.
- Luego se procedió a cortar la tela multifibra en tamaños de 5 x 10 cm y 15 mm de ancho de bandas, seguidamente se procedió a coser, engrapar y colocarlo centrado a lo largo de uno de los lados de 5 x 10 cm del espécimen en contacto por el lado de la cara del material.
- Luego se procede a realizar el enjuagado tres veces en un recipiente que contenga agua destilada o desionizada a una temperatura de $40^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ durante un minuto, agitando, exprimiendo con la mano constantemente y dejándolo secar a temperatura de medio ambiente.

d) Evaluación

- Se evaluó la transferencia de color (manchado) de las fibras de la multifibra o la transferencia de color (manchado) del tejido blanco de algodón con el original por comparación con la escala de grises, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 231.004:2014 (revisado el 2019).

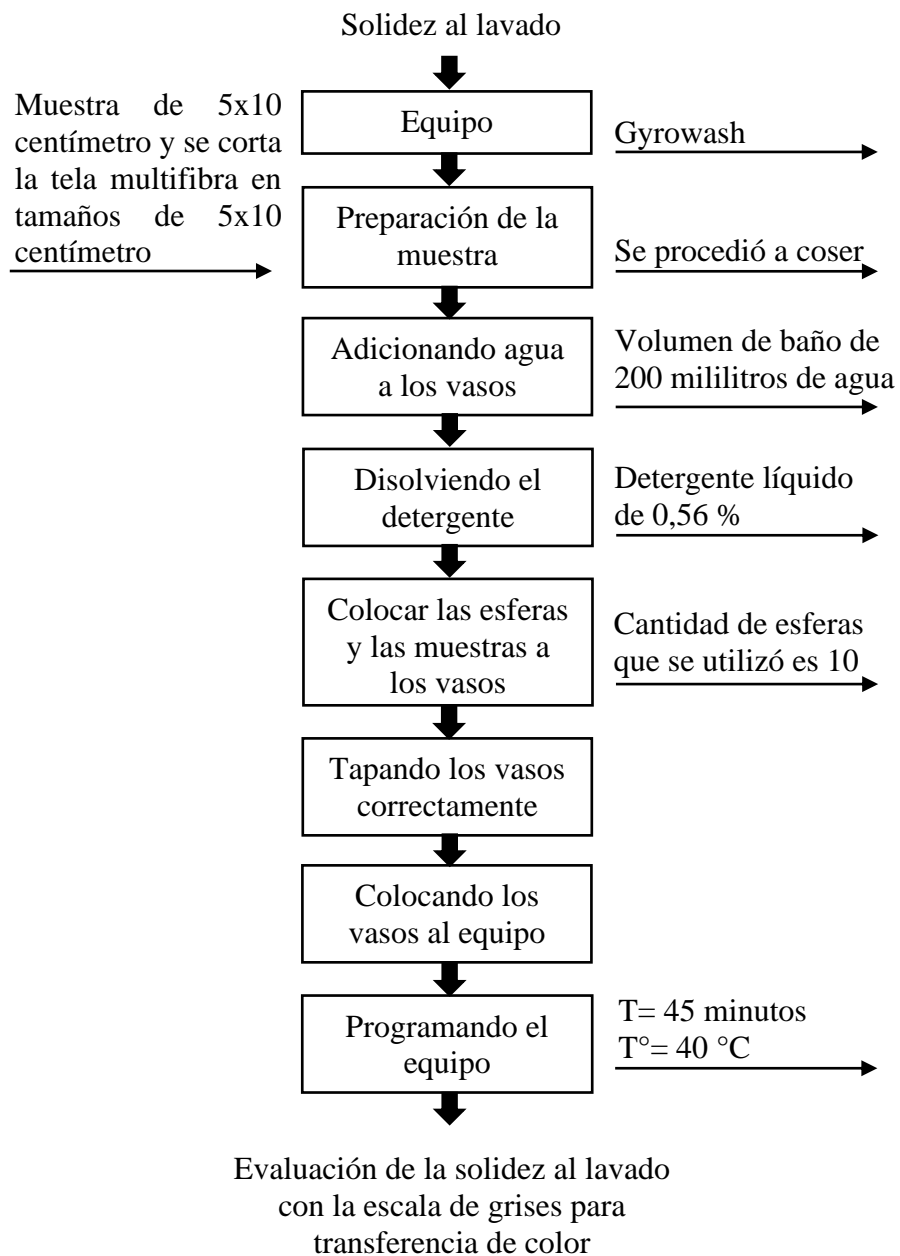


Figura 13: Diagrama de flujo de la solidez al lavado

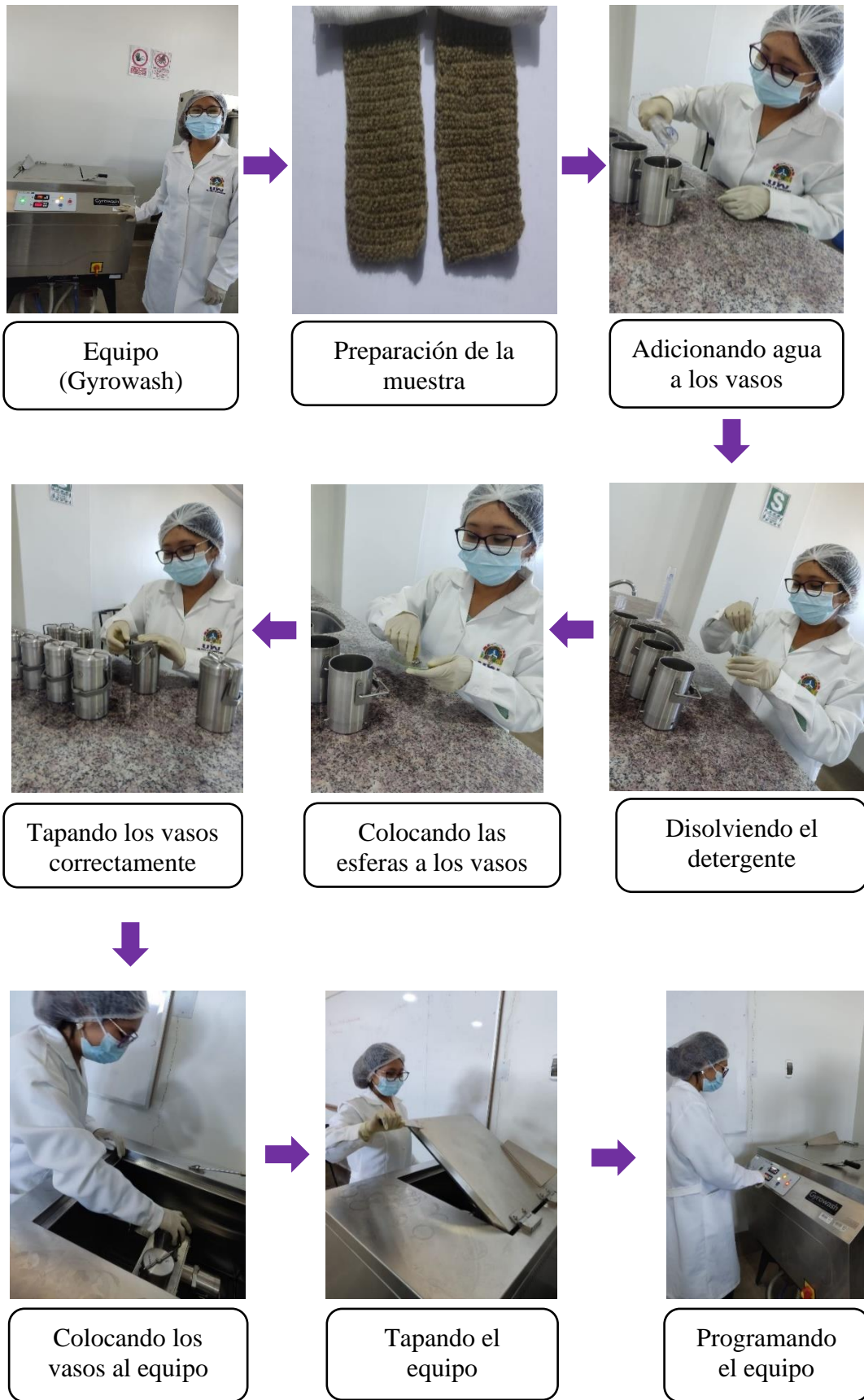


Figura 14: Evaluación de la solidez al lavado

3.3.9. Evaluación de la Solidez al frote

Esta prueba determina la cantidad de color transferido de la superficie de materiales textiles coloreados a otras superficies por medio de frotación. Esta prueba está basada según la Norma Técnica Peruana NTP 231.042:2009 (revisada el 2019).

a) Principios

- Se frota un espécimen con un tejido testigo blanco para medir la transferencia de color en condiciones controladas.
- El color transferido al testigo blanco se evalúa mediante una comparación con la escala de grises para transferencia de color (sangrado-manchado).

b) Especímenes del ensayo

- Se emplean dos especímenes, una para una prueba en seco y otra para una prueba en húmedo.

c) Procedimiento

Para el trabajo de investigación se hizo la prueba en seco.

- La tela testigo (fibra de algodón), se cortó en cuadrados de 5 x 5 cm (2 pulgadas).
- Hilados, se tejió una pieza de tejido de mínimo 5 cm x 13 cm (2 pulgadas x 5 pulgadas), también se puede realizar enrollando muy apretado el hilado en una forma adecuada de mínimo 5 cm x 13 cm (2 pulgadas x 5 pulgadas), con el hilado en la dirección longitudinal; o bien estirado.
- Se coloca el espécimen en el equipo, luego se fija la tela testigo en el dedo del equipo. Se baja éste y se procede a realizar 10 ciclos de frotamiento, con una velocidad de 1 ciclo por segundo para deslizar el dedo cubierto hacia adelante y hacia atrás 20 veces.
- Una vez realizado, se debe retirar el testigo blanco. También se realizó la limpieza de materiales peludos, cepillados o lijados, cuando hay fibras sueltas que podrían interferir con la evaluación.

d) Evaluación

Se evalúa el grado de manchado del testigo con la escala de grises para transferencia de color (manchado), mediante la Norma Técnica Peruana NTP 231.004:2014 (revisado el 2019).

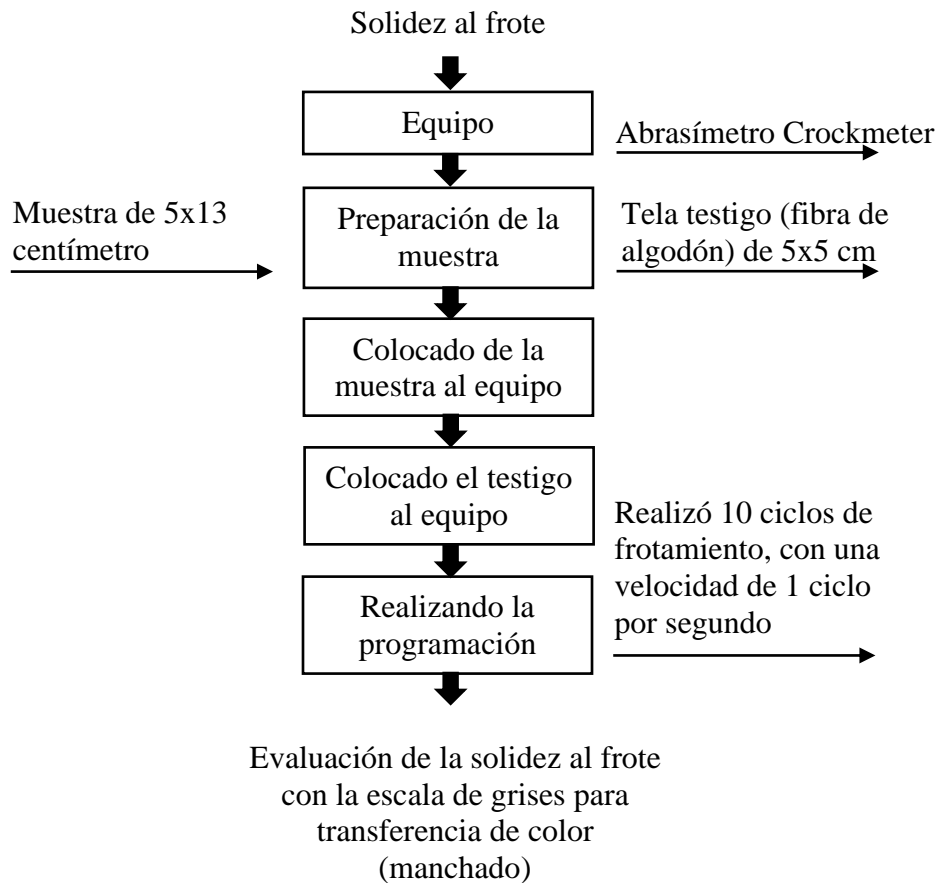


Figura 15: Diagrama de flujo de la solidez al frote



Figura 16: Evaluación de la solidez al frote

3.3.10. Evaluación de la Solidez a la luz

Esta prueba determina la solidez de color a la luz solar en tejidos artesanales, esta prueba es basado según la Norma Técnica Peruana 231.183:1986 (revisada el 2020).

a) Principio

Consiste en exponer el tejido artesanal a la luz solar durante 12 horas en 3 días, a razón de 4 horas diarias bajo condiciones determinadas, protegiendo de la lluvia. La solidez se valora por comparación del cambio de color de la muestra ensayada con la escala gris para valorar los cambios de color.

b) Procedimientos

- Se realizaron muestras de tejidos artesanales de 4 cm x 10 cm. También puede ser hilo enrollado cubriendo totalmente una tarjeta de cartón de las mismas dimensiones.
- Se fijó la muestra sobre la superficie plana.
- Durante los tres días de exposición y en cada una de ellas, se siguió los siguientes pasos:
- Con las tapas de cartón o cartulina se cubrió la mitad de la muestra.
- También, se expuso a la luz solar, durante las 4 horas de sol más intenso. Las sombras de los objetos cercanos no deben caer sobre las muestras expuestas y se debe evitar la presencia de gases u otros elementos que puedan alterar el resultado.
- Así mismo se quitó la tapa y se observó si hay cambio en el color de la muestra.

c) Expresión de resultados

El grado del cambio de color se determina por comparación con la escala gris para valorar cambio de color, mediante la Norma Técnica Peruana NTP 231.005:2014 (revisado el 2019).

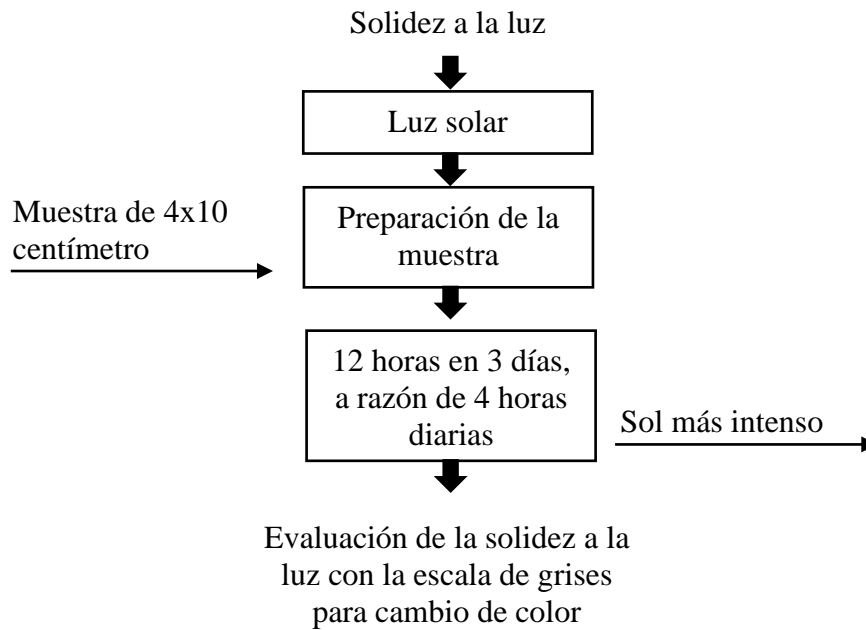


Figura 17: Diagrama de flujo de la solidez a la luz

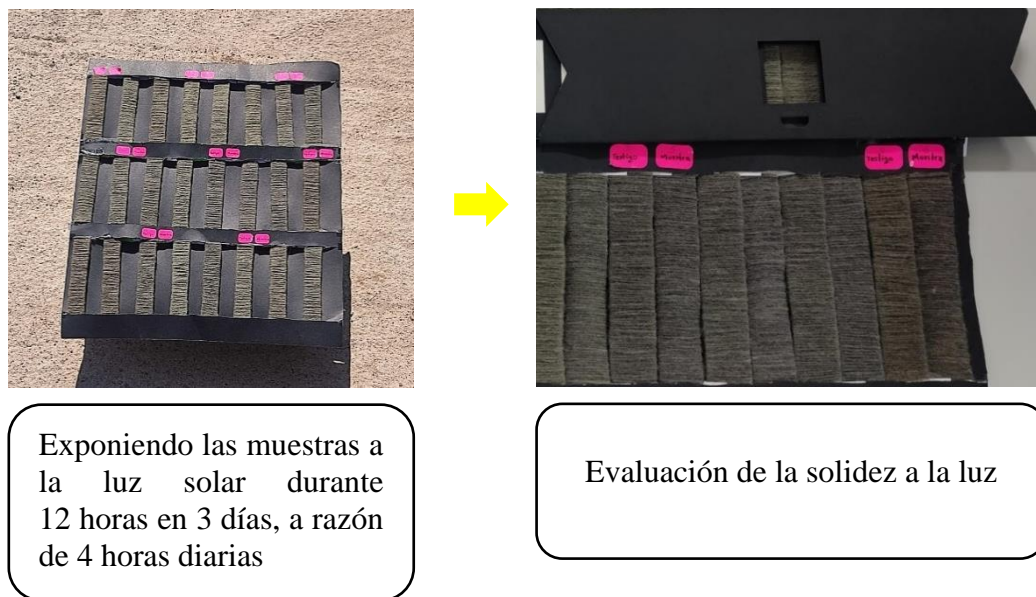


Figura 18: Evaluación de la solidez a la luz

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Población

Según Chaudhuri, 2018 y Lepkowski, 2008b, citado por (Hernández y Mendoza, 2018), la población es el conjunto de todas las instancias que cumple un conjunto de especificaciones, de acuerdo al interés sobre los que hace un estudio. Para el trabajo de investigación, la población está conformada por la totalidad de hilo de ovino y colorante natural extraído de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.).

Criterios de selección de inclusión:

- Hilo de lana de ovino de color blanco
- Hojas de eucalipto en buen estado

Criterios de selección de exclusión:

- Hilo de color diferente al blanco
- Eucalipto dañadas y malogradas
- Hilo sintético
- Hilo con impurezas

3.4.2. Muestra

Según Hernández y Mendoza (2018) Muestra no probabilístico por conveniencia, porque fueron recolectados en un tiempo por el alcance que se tiene a las unidades del análisis de acuerdo la conveniencia del investigador. La elección de los elementos no depende de la probabilidad; en cambio, depende de factores relacionados con las características del investigador o del que hace la muestra. En el trabajo de investigación es una muestra no probabilística; de acuerdo al diseño experimental, en este caso el diseño factorial 2k. Se tomaron los siguientes factores y los niveles de la variedad independiente para poder determinar los factores de concentración de colorante, mordiente y tiempo del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para solidez de color en hilo de ovino, se usó el diseño factorial 2³; teniendo 3 factores con 2 niveles lo cual resultó 8 tratamientos con 3 réplicas y un total de 24 tratamientos. Por ende, la muestra de estudio está conformada por 24 muestras de hilo de ovino, cada muestra de 15 gramos.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas

En el trabajo de investigación se usó la observacional experimental, es la manipulación deliberadamente una o más variables independientes dentro de una situación de control para el investigador (Hernández y Mendoza, 2018). Por ende, se realizó la experimentación del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) en hilo de ovino, también se manipulo los parámetros del teñido para obtener una buena solidez de color.

3.5.2. Instrumentos

Hoja o ficha de registro de datos

Está basada de acuerdo al diseño de investigación, donde se registró los datos de cada experimento, la ficha se elabora y diseñan, teniendo en cuenta la información necesaria para el estudio; es decir, no existe un modelo estable (Arias *et al.*, 2022). En el trabajo investigación se realizó los efectos del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) en la solidez de color. Por ende, se evaluó la solidez al lavado, al frote y a la luz, se utilizó la escala de grises el grado de transferencia de color, el grado de transferencia de color o manchado de la tela testigo, el grado de cambio de color y los resultados de la evaluación se muestra en las fichas (Sucasaca, 2022).

3.6. PROCEDIMIENTO DE DATOS ESTADÍSTICOS

Para el análisis de los datos estadísticos, se realizaron 8 tratamientos con 3 réplicas, con 3 factores (concentración de colorante, mordiente y tiempo) y cada factor con dos niveles. Se utilizó el software estadístico Excel y Minitab 18 para obtener resultados, donde se realizó la prueba ANOVA para ayudarnos en la aceptación o rechazo de la hipótesis de la investigación, que se mostraron en gráficos y tablas para un análisis detallado de los efectos. Por lo tanto, se utilizó la prueba de tukey para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.

ANOVA

El Análisis de la Varianza (Anova) es una técnica estadística muy poderosa para estudiar el impacto de uno o más factores en la media de una variable. Es la técnica central en el análisis de datos experimentales, así mismo es separar la variación total en las partes con las que contribuye debido a los tratamientos y debido al error (Gutiérrez y de la Vara, 2012).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA LA SOLIDEZ DE COLOR EN HILO DE OVINO

Los resultados del efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto para la solidez de color en hilo de ovino, se realizó obteniendo promedios de la solidez al lavado, frote y a la luz.

Tabla 6: Resultados de la solidez de color réplica 1

RÉPLICA N°1 – Solidez de color							
N°	FACTORES			Resultados de la solidez de color			
	A	B	C	(Escala de grises)			
	Concentración de colorante (ml)	Mordiente (gr)	Tiempo (min)	Solidez al lavado	Solidez al frote	Solidez a la luz	Promedio
1	300	3	45	3	4	4	3.7
2	450	3	45	3	4	3	3.3
3	300	6	45	3.4	3.4	3	3.3
4	450	6	45	3.4	3.4	3.4	3.4
5	300	3	60	4.5	3	4.5	4.0
6	450	3	60	3.4	3	4	3.5
7	300	6	60	4.5	3.4	3.4	3.8
8	450	6	60	4.5	4	3.4	4.0

Tabla 7: Resultados de la solidez de color réplica 2

RÉPLICA N°2 – Solidez de color							
N°	FACTORES			Resultados de la solidez de color			
	A	B	C	(Escala de grises)			
	Concentración de colorante (ml)	Mordiente (gr)	Tiempo (min)	Solidez al lavado	Solidez al frote	Solidez a la luz	Promedio
1	300	3	45	3	4	4	3.7
2	450	3	45	3.4	3.4	3.4	3.4
3	300	6	45	3	3.4	3	3.1
4	450	6	45	3.4	3.4	3.4	3.4
5	300	3	60	4.5	3.4	4.5	4.1
6	450	3	60	4	3.4	4	3.8
7	300	6	60	4.5	4	3.4	4.0
8	450	6	60	4	4	4	4.0

Tabla 8: Resultados de la solidez de color réplica 3

RÉPLICA N°3 – Solidez de color							
	FACTORES			Resultados de la solidez de color			
	A	B	C	(Escala de grises)			Promedio
	Concentración de colorante (ml)	Mordiente (gr)	Tiempo (min)	Solidez al lavado	Solidez al frote	Solidez a la luz	
1	300	3	45	3	3.4	4	3.5
2	450	3	45	3	3.4	3.4	3.3
3	300	6	45	3	4	3.4	3.5
4	450	6	45	3.4	3	3.4	3.3
5	300	3	60	4	3.4	4	3.8
6	450	3	60	4	3	4	3.7
7	300	6	60	4	3.4	4	3.8
8	450	6	60	4	3.4	4	3.8

4.1.1. Prueba de supuesto de normalidad

Prueba de hipótesis

H₀: Los datos presentan una distribución normal.

H₁: Los datos no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Prueba estadística

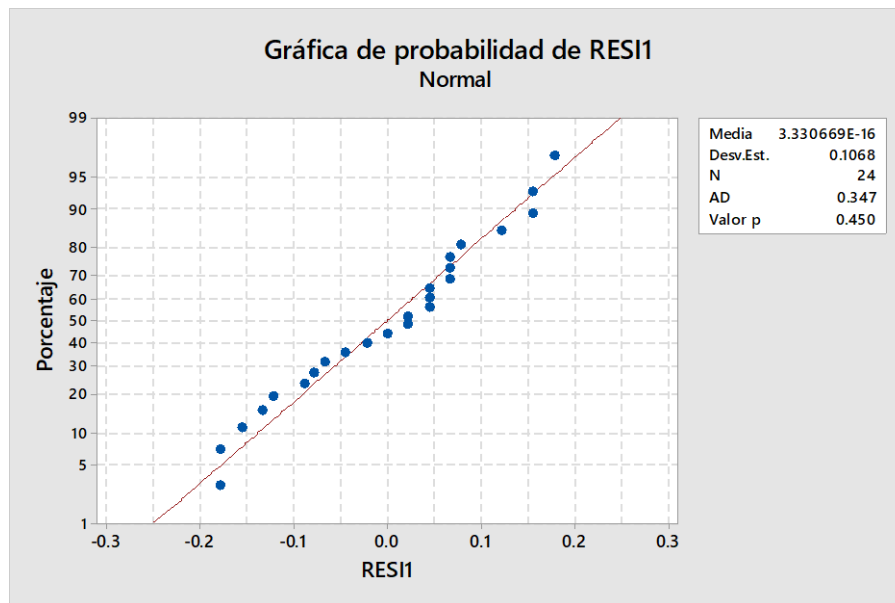


Figura 19: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez de color

AD= 0.347

P_valor= 0.450

Decisión:

Si $P_valor > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Si $P_valor < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Entonces como $AD = 0.347$ y $P_valor = 0.450 > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Conclusión:

Se trabajó con la prueba de Anderson Darling en la solidez de color, se obtuvo un valor $AD = 0.347$ y $P_valor = 0.450$ con una significancia del 5%. Podemos decir que los datos de la solidez de color presentan una distribución normal y cumple el supuesto de normalidad.

4.1.2. Análisis de efecto medio y significancia

Tabla 9: Efecto medio y significancia en la solidez al color

SOLIDEZ DE COLOR		
Fuente	Cuadrados medios	Contribución porcentual
A (Concentración de colorante)	0.07782	4.82231
B (Mordiente)	0.00782	0.48459
C (Tiempo)	1.23005	76.22308
A, B (Interacciones de concentración de colorante, mordiente)	0.20782	12.87808
A, C (Interacciones de concentración de colorante, tiempo)	0.00116	0.07188
B, C (Interacciones de mordiente, tiempo)	0.07042	4.36375
A, B, C (Interacciones de concentración de colorante, mordiente, tiempo)	0.00227	0.14067
Error	0.01639	1.01565
Total	1.61375	

En la tabla 9 se observa el análisis de efecto medio y significancia de la solidez al color, donde se pudo determinar que los factores que domina es C (tiempo), A (concentración de colorante) y la interacción A, B (concentración de colorante, mordiente) donde controla el proceso con un 93.92%.

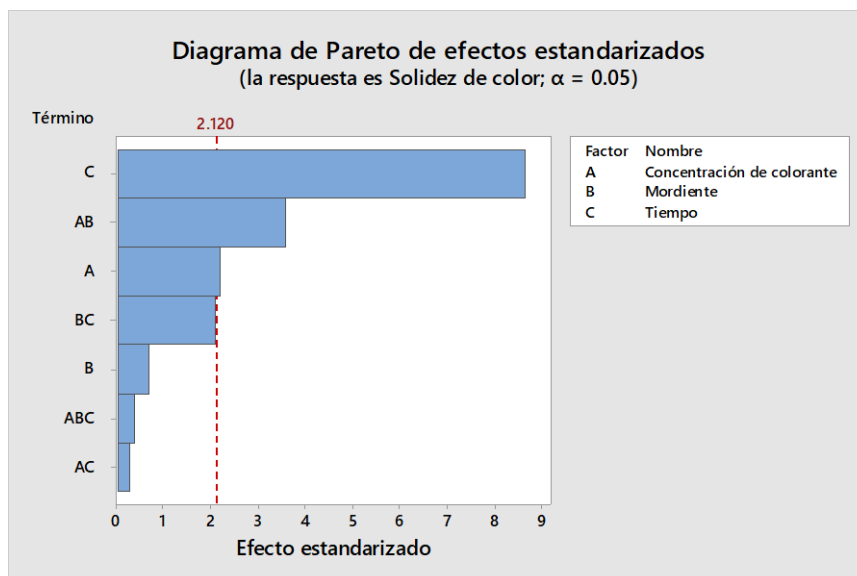


Figura 20: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez de color

Interpretación: Según el diagrama de Pareto Figura 20, se observa los factores y la interacción que influye sobre la solidez al color, el diagrama de Pareto contiene una línea vertical de color rojo, los factores y la interacción que sobrepasan la línea roja es significativo. Por lo tanto, se determina que los factores C (tiempo), A (concentración de colorante) y la interacción A, B (concentración de colorante, mordiente) son los únicos factores e interacción significativo en la solidez al color.

4.1.3. Prueba de comparaciones múltiples

Se realizó prueba de tukey con un intervalo de confianza de 95%, esto para determinar las diferencias estadísticas de los tratamientos.

Tabla 10: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez de color basado a la concentración de colorante

Concentración de colorante	N	Media	Agrupación
300 ml	12	3.6778	A
450 ml	12	3.5639	A

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades diferentes de concentración de colorante (300ml y 450ml) usados en el teñido, se observa una desigualdad mínima en la solidez de color, de esta manera no hay una diferencia significativa en la solidez de color. Además, al usar en cantidades elevadas de concentración de colorante no defiere en la solidez de color. Entonces el parámetro recomendado en el estudio de investigación es concentración de colorante de 300 mililitros.

Tabla 11: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez de color basado en mordiente

Mordiente	N	Media	Agrupación
3 gr	12	3.6389	A
6 gr	12	3.6028	A

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades distintas de mordiente (3gr y 6gr) usados para el teñido, se observa una desigualdad mínima en la solidez de color, por lo cual no hay una diferencia significativa en la solidez de color. Por lo que usar en cantidades elevadas el mordiente no defiere en la solidez de color. Entonces el parámetro recomendado en el estudio de investigación es de 3 gramos.

Tabla 12: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez de color basado en el tiempo

Tiempo	N	Media	Agrupación
60 min	12	3.8472	A
45 min	12	3.3944	B

Interpretación: En la tabla se tiene diferentes tiempos de proceso (60min y 45min) empleados durante el teñido, se observa que hay una diferencia significativa en la solidez de color. Por lo que el tiempo del teñido beneficia directamente en la solidez de color. Entonces a mayor tiempo de teñido tendrá mejor resultado en la solidez de color. Así mismo, el parámetro recomendado en el estudio de investigación es de 60 minutos.

Conclusión:

Luego haber obtenido los resultados de las pruebas experimentales del estudio de investigación, afirmamos que se obtuvieron los parámetros aceptables de la solidez de color en el proceso de teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para solidez de color en hilo de ovino, utilizando la prueba de Tukey (comparaciones de múltiples), los parámetros que son recomendables para el estudio de investigación son: Concentración de colorante 300 mililitros, mordiente de 3 gramos y con tiempo de 60 minutos, obteniendo resultados satisfactorios y positivos en la solidez de color (lavado, frote y a la luz).

4.2. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA LA SOLIDEZ AL LAVADO EN HILO DE OVINO

La evaluación de la solidez al lavado se realizó según la Norma Técnica Peruana NTP 231.008:2015 (revisada el 2022), este método de prueba se establece las condiciones del ensayo para la solidez del color de los materiales textiles destinados a soportar frecuentes lavados. Así mismo se realizó 8 tratamientos con 3 réplicas, 3 factores (concentración de colorante, mordiente y tiempo), cada factor con dos niveles.

Tabla 13: Resultados de la solidez al lavado

SOLIDEZ AL LAVADO						
Nro.	Factores			Resultados de la solidez al lavado (Escala de grises)		
	A	B	C	Réplica N°1	Réplica N°2	Réplica N°3
	Concentración de colorante (ml)	Mordiente (gr)	Tiempo (min)			
1	300	3	45	3	3	3
2	450	3	45	3	3.4	3
3	300	6	45	3.4	3	3
4	450	6	45	3.4	3.4	3.4
5	300	3	60	4.5	4.5	4
6	450	3	60	3.4	4	4
7	300	6	60	4.5	4.5	4
8	450	6	60	4.5	4	4

4.2.1. Prueba de supuesto de normalidad

Prueba de hipótesis

H₀: Los datos presentan una distribución normal.

H₁: Los datos no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Prueba estadística

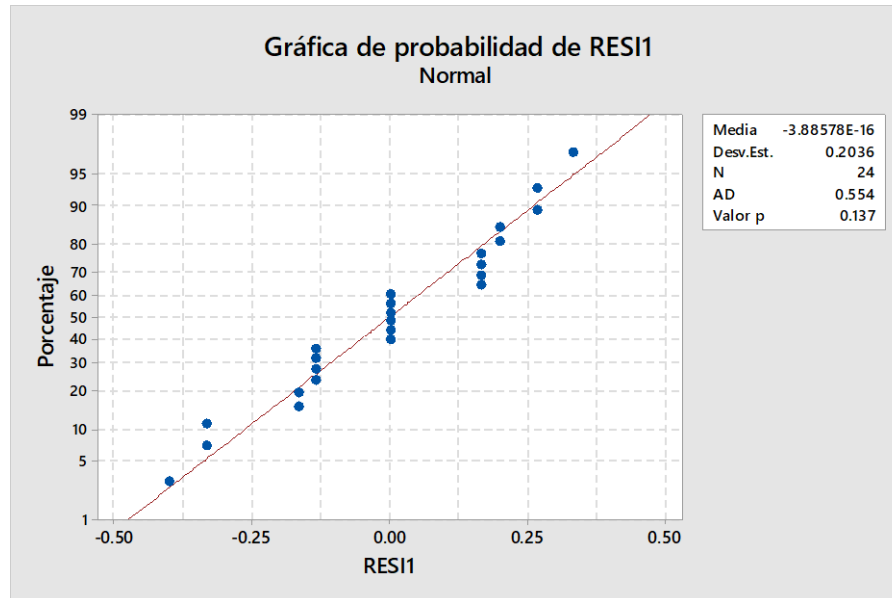


Figura 21: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez al lavado

$$AD = 0.554$$

$$P_valor = 0.137$$

Decisión:

Si $P_valor > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Si $P_valor < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Entonces como $AD = 0.554$ y $P_valor = 0.137 > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Conclusión:

Se trabajó con la prueba de Anderson Darling en la solidez al lavado, se obtuvo un valor $AD = 0.554$ y $P_valor = 0.137$ con una significancia del 5%. Podemos decir que los datos de la solidez al lavado presentan una distribución normal y cumple el supuesto de normalidad.

4.2.2. Análisis de efecto medio y significancia

Tabla 14: Efecto medio y significancia de la solidez al lavado

SOLIDEZ AL LAVADO		
Fuente	Cuadrados medios	Contribución porcentual
A (Concentración de colorante)	0.03375	0.49760
B (Mordiente)	0.22042	3.24983
C (Tiempo)	5.90042	86.99464
A, B (Interacciones de concentración de colorante, mordiente)	0.09375	1.38223
A, C (Interacciones de concentración de colorante, tiempo)	0.45375	6.69000
B, C (Interacciones de mordiente, tiempo)	0.00042	0.00619
A, B, C (Interacciones de concentración de colorante, mordiente, tiempo)	0.02042	0.30107
Error	0.05958	0.87844
Total	6.78251	

En la tabla 14 se observa el análisis de efecto medio y significancia de la solidez al lavado, donde se pudo analizar que el factor que domina es C (tiempo) y la interacción A, C (concentración de colorante, tiempo) donde controla el proceso con un 93.68%.

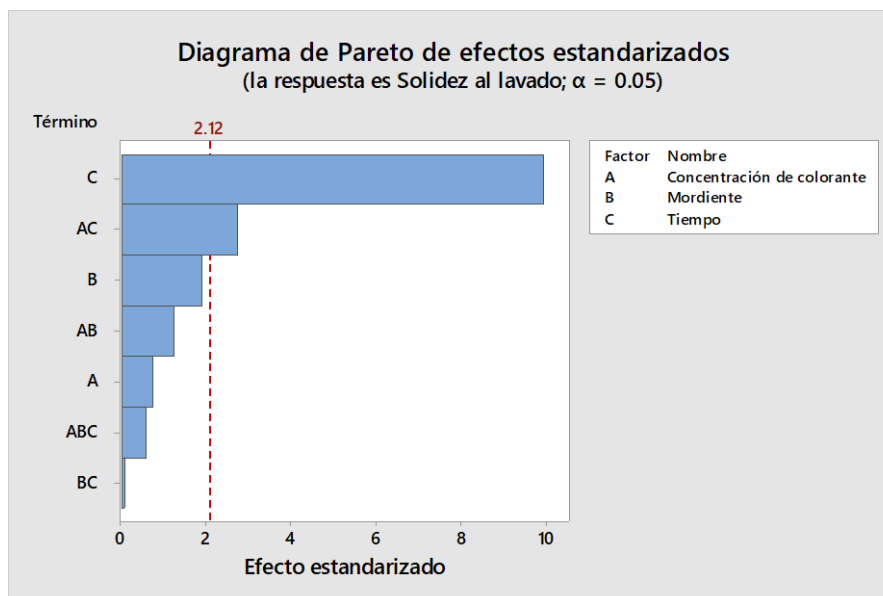


Figura 22: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez al lavado

Interpretación: Según el diagrama de Pareto Figura 22, se observa el factor y la interacción que influye sobre la solidez al lavado, el diagrama de Pareto contiene una línea vertical de color rojo, el factor y la interacción que sobrepasan la línea roja es significativo. Por lo tanto, se determina que el factor C (tiempo) y la interacción A, C (concentración de colorante, tiempo) son los únicos factores e interacción significativo en la solidez al lavado.

4.2.3. Prueba de comparaciones múltiples

Se realizó prueba de tukey con un intervalo de confianza de 95%, esto para determinar las diferencias estadísticas de los tratamientos.

Tabla 15: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al lavado basado a la concentración de colorante

Concentración de colorante	N	Media	Agrupación
300 ml	12	3.700	A
450 ml	12	3.625	A

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades distintas de concentración de colorante (300ml y 450ml) empleados en el teñido, se observa que no hay una diferencia significativa en la solidez al lavado. Por lo que usar en cantidades elevadas de concentración de colorante no beneficia en la solidez al lavado. Entonces para este caso se opta por la concentración de colorante de 300 mililitros.

Tabla 16: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al lavado basado en mordiente

Mordiente	N	Media	Agrupación
6 gr	12	3.758	A
3 gr	12	3.567	A

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades diferentes de mordientes (6gr y 3gr) usados para el teñido, se observa una desigualdad mínima en la solidez al lavado, ya que no hay una diferencia significativa en la solidez al lavado. Por lo que usar mordiente en mayor cantidad no beneficia a la solidez al lavado. Entonces se opta por el mordiente de 3 gramos para este caso.

Tabla 17: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al lavado basado en el tiempo

Tiempo	N	Media	Agrupación
60 min	12	4.1583	A
45 min	12	3.1667	B

Interpretación: En la tabla se tiene diferentes tiempos de proceso (60min, 45min) empleados durante el teñido, se observa que existe una diferencia significativa en la solidez al lavado. Por lo que el tiempo de teñido beneficia directamente en la solidez al lavado. También a mayor tiempo de teñido se obtiene mejores resultados en la solidez al lavado. Entonces para este caso se opta un tiempo de 60 minutos.

Conclusión:

Luego haber obtenido los resultados para la solidez al lavado, en el proceso de teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para solidez de color en hilo de ovino, utilizando la prueba de Tukey (comparaciones de múltiples), los parámetros que benefician a la solidez al lavado son: Concentración de colorante 300 mililitros, mordiente de 3 gramos y con tiempo de 60 minutos.

4.3. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA LA SOLIDEZ AL FROTE EN HILO DE OVINO

La evaluación de la solidez al frote se realizó según la Normal Técnica Peruana NTP 231.042:2009 (revisada el 2019), este método de prueba está diseñado para determinar la cantidad de color que se transfiere desde la superficie de materiales textiles coloreados a otras superficies por medio de frotación. Donde se realizó 8 tratamientos con 3 réplicas, 3 factores (concentración de colorante, mordiente y tiempo), cada factor con dos niveles.

Tabla 18: Resultados de la solidez al frote

SOLIDEZ AL FROTE						
Nro.	Factores			Resultados de la solidez al frote (Escala de grises)		
	A	B	C	Réplica N°1	Réplica N°2	Réplica N°3
	Concentración de colorante (ml)	Mordiente (gr)	Tiempo (min)			
1	300	3	45	4	4	3.4
2	450	3	45	4	3.4	3.4
3	300	6	45	3.4	3.4	4
4	450	6	45	3.4	3.4	3
5	300	3	60	3	3.4	3.4
6	450	3	60	3	3.4	3
7	300	6	60	3.4	4	3.4
8	450	6	60	4	4	3.4

4.3.1. Prueba de supuesto de normalidad

Prueba de hipótesis

Ho: Los datos presentan una distribución normal.

H1: Los datos no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$

Prueba estadística

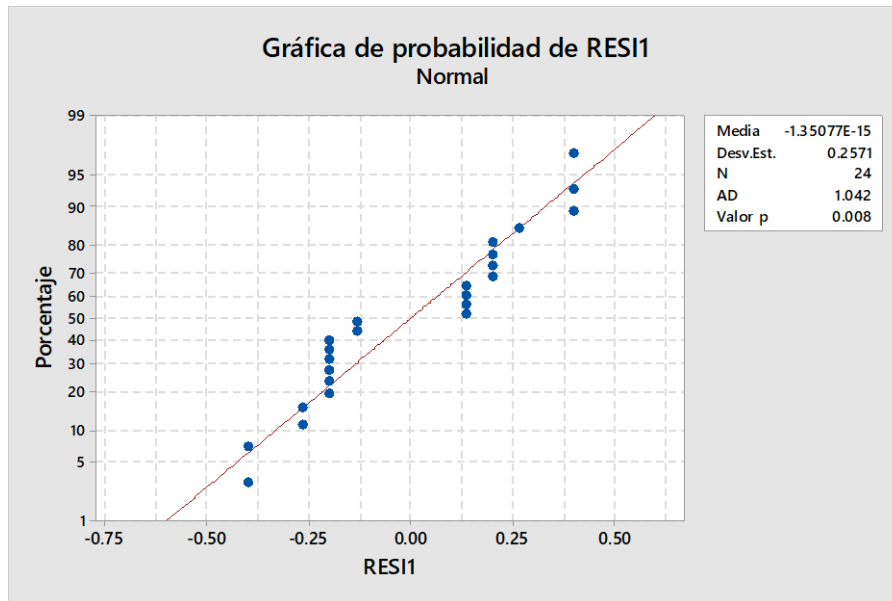


Figura 23: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez al frote

AD= 1.042

P_valor= 0.008

Decisión:

Si $P_valor > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Si $P_valor < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Entonces como $AD = 1.042$ y $P_valor = 0.008 < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Conclusión:

Se trabajó con la prueba de Anderson Darling en la solidez al frote, se obtuvo un valor $AD = 1.042$ y $P_valor = 0.008$ con una significancia del 5%. Podemos decir que los datos de la solidez al frote no presentan una distribución normal y no cumple el supuesto de normalidad.

4.3.2. Análisis de efecto medio y significancia

Tabla 19: *Efecto medio y significancia en la solidez al frote*

SOLIDEZ AL FROTE		
Fuente	Cuadrados medio	Contribución porcentual
A (Concentración de colorante)	0.08167	5.61943
B (Mordiente)	0.08167	5.61943
C (Tiempo)	0.08167	5.61943
A, B (Interacciones de concentración de colorante, mordiente)	0.015	1.03210
A, C (Interacciones de concentración de colorante, tiempo)	0.135	9.28888
B, C (Interacciones de mordiente, tiempo)	0.88167	60.66467
A, B, C (Interacciones de concentración de colorante, mordiente, tiempo)	0.08167	5.61943
Error	0.09500	6.53662
Total	1.45335	

En la tabla 19 se observa el análisis de efecto medio y significancia de la solidez al frote, donde se pudo establecer que la interacción que domina B, C (mordiente, tiempo) donde controla el proceso con un 60.66%.

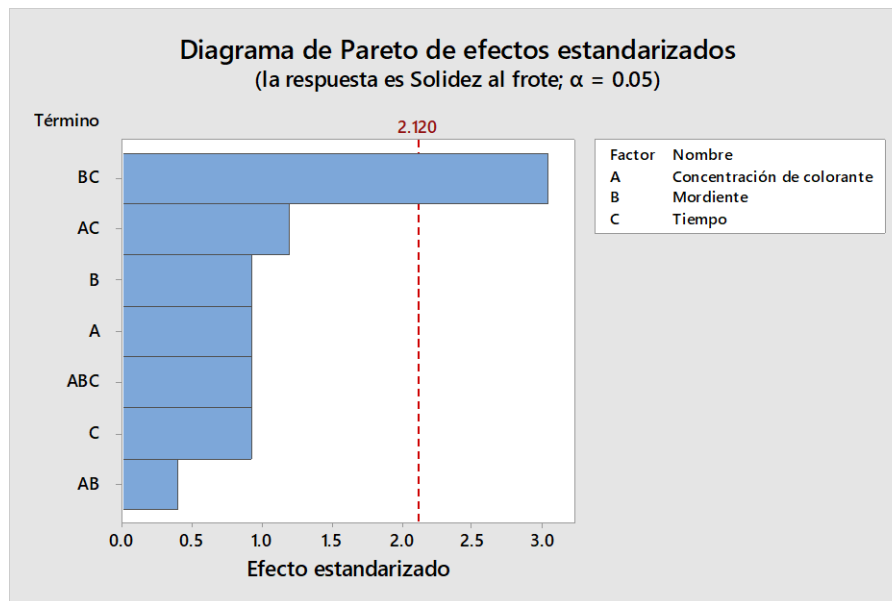


Figura 24: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez al frote

Interpretación: Según el diagrama de Pareto Figura 24, se observa la interacción que influye sobre la solidez al frote, el diagrama de Pareto contiene una línea vertical de color rojo, la interacción que sobrepasan la línea roja es significativo. Por lo tanto, se determina que la interacción B, C (mordiente, tiempo) es la única interacción significativo en la solidez al frote.

4.3.3. Prueba de comparaciones múltiples

Se realizó prueba de tukey con un intervalo de confianza de 95%, esto para determinar las diferencias estadísticas de los tratamientos.

Tabla 20: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al frote basado a la concentración de colorante

Concentración de colorante	N	Media	Agrupación
300 ml	12	3.5667	A
450 ml	12	3.4500	A

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades diferentes de concentración de colorante (300ml y 450ml) usados en el teñido, se observa que hay una desigualdad mínima de la solidez al frote, de esta manera no hay una diferencia significativa en beneficio a la solidez al frote. Por lo que usar en cantidades elevadas la concentración de colorante disminuye la escala de grises a la solidez al frote. Entonces para este caso se opta por la concentración de colorante de 300 mililitros.

Tabla 21: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al frote basado en mordiente

Mordiente	N	Media	Agrupación
6 gr	12	3.5667	A
3 gr	12	3.4500	A

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades diferentes de mordientes (6gr y 3gr) usados para el teñido, se observa que no hay una diferencia significativa en la solidez al frote. Por lo que usar mordiente en mayor cantidad no beneficia proporcionalmente en la solidez al frote. Entonces se opta por el mordiente de 3 gramos para este caso.

Tabla 22: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez al frote basado en el tiempo

Tiempo	N	Media	Agrupación
45 min	12	3.5667	A
60 min	12	3.4500	A

Interpretación: En la tabla se tiene diferentes tiempos de proceso (45min y 60min) empleados durante el teñido, se observa que no hay una diferencia significativa en la solidez al frote. Por lo que los dos resultados son aceptables en la solidez al frote. Entonces para este caso se opta un tiempo de 45 minutos.

Conclusión:

Luego haber obtenido los resultados para la solidez al frote, en el proceso de teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para solidez de color en hilo de ovino, utilizando la prueba de Tukey (comparaciones de múltiples), los parámetros que benefician a la solidez al frote son: Concentración de colorante 300 mililitros, mordiente de 3 gramos y con tiempo de 45 minutos.

4.4. EFECTO DEL TEÑIDO CON COLORANTE NATURAL DE HOJAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus* Labill.) PARA LA SOLIDEZ A LA LUZ EN HILO DE OVINO

La evaluación de la solidez a la luz se realizó según la Norma Técnica Peruana 231.183:1986 (revisada el 2020), este método de prueba determina la solidez de color a la luz solar en tejidos artesanales. Donde se realizó 8 tratamientos con 3 réplicas, 3 factores (concentración de colorante, mordiente y tiempo), cada factor con dos niveles.

Tabla 23: Resultados de la solidez a la luz

SOLIDEZ A LA LUZ						
Nro.	Factores			Resultados de la solidez a la luz		
	A	B	C	(Escala de grises)		
	Concentración de colorante (ml)	Mordiente (gr)	Tiempo (min)	Réplica N°1	Réplica N°2	Réplica N°3
1	300	3	45	4	4	4
2	450	3	45	3	3.4	3.4
3	300	6	45	3	3	3.4
4	450	6	45	3.4	3.4	3.4
5	300	3	60	4.5	4.5	4
6	450	3	60	4	4	4
7	300	6	60	3.4	3.4	4
8	450	6	60	3.4	4	4

4.4.1. Prueba de supuesto de normalidad

Prueba de hipótesis

H₀: Los datos presentan una distribución normal.

H₁: Los datos no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Prueba estadística

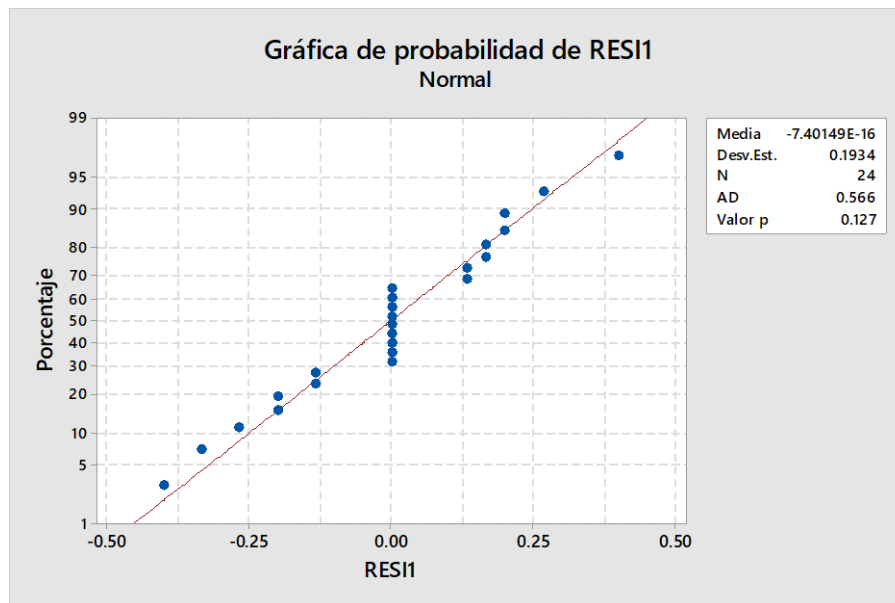


Figura 25: Gráfico de prueba de supuesto de normalidad de la solidez a la luz

AD= 0.566

P_valor= 0.127

Decisión:

Si $P_valor > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Si $P_valor < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Entonces como $AD = 0.566$ y $P_valor = 0.127 > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Conclusión:

Se trabajó con la prueba de Anderson Darling en la solidez a la luz, se obtuvo un valor $AD = 0.566$ y $P_valor = 0.127$ con una significancia del 5%. Podemos decir que los datos de la solidez a la luz presentan una distribución normal y cumple el supuesto de normalidad.

4.4.2. Análisis de efecto medio y significancia

Tabla 24: Efecto medio y significancia de la solidez a la luz

SOLIDEZ A LA LUZ		
Fuente	Cuadrados medio	Contribución porcentual
A (Concentración de colorante)	0.13500	3.69650
B (Mordiente)	1.04167	28.52249
C (Tiempo)	1.40167	38.37984
A, B (Interacciones de concentración de colorante, mordiente)	0.88167	24.14145
A, C (Interacciones de concentración de colorante, tiempo)	0.04167	1.14099
B, C (Interacciones de mordiente, tiempo)	0.01500	0.41072
A, B, C (Interacciones de concentración de colorante, mordiente, tiempo)	0.08167	2.23625
Error	0.05375	1.47176
	3.65210	
Total		

En la tabla 24 se observa el análisis de efecto medio y significancia de la solidez a la luz, donde se pudo establecer que los factores que domina es C (tiempo), B (mordiente) y la interacción A, B (concentración de colorante, mordiente) donde controla el proceso con un 91.04%.

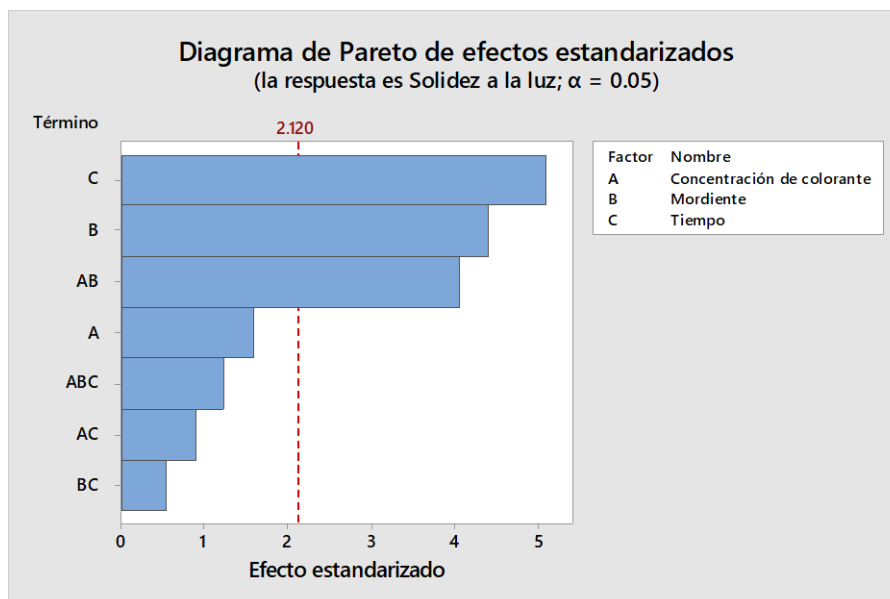


Figura 26: Gráfica de Pareto de efectos estandarizados de la solidez a la luz

Interpretación: Según el diagrama de Pareto Figura 26, se observa los factores y la interacción que influye sobre la solidez a la luz, el diagrama de Pareto contiene una línea vertical de color rojo, los factores y la interacción que sobrepasan la línea roja es significativo. Por lo tanto, se determina que los factores C (tiempo), B (mordiente) y la interacción A, B (concentración de colorante, mordiente) son los únicos factores e interacción significativo en la solidez a la luz.

4.4.3. Prueba de comparaciones múltiples

Se realizó prueba de tukey con un intervalo de confianza de 95%, esto para determinar las diferencias estadísticas de los tratamientos.

Tabla 25: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez a la luz basado a la concentración de colorante

Concentración de colorante	N	Media	Agrupación
300 ml	12	3.767	A
450 ml	12	3.617	A

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades diferentes de concentración de colorante (300ml, 450ml) usados en el teñido, se observa una desigualdad mínima en la solidez a la luz, de esta manera no hay una diferencia significativa. Por lo que usar en cantidades elevadas en la concentración de colorante no beneficia en la solidez a la luz. Entonces para este caso se opta por la concentración de colorante de 300 mililitros.

Tabla 26: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez a la luz basado en mordiente

Mordiente	N	Media	Agrupación
3 gr	12	3.9000	A
6 gr	12	3.4833	B

Interpretación: En la tabla se tiene dos cantidades distintas de mordientes (3gr, 6gr) usados para el teñido, donde se observa que hay una diferencia significativa en la solidez a la luz. Por lo que usar el mordiente en mayor cantidad no beneficia a la solidez a la luz. Entonces en este caso se opta de 3 gramos.

Tabla 27: Resultados de las comparaciones múltiples en la solidez a la luz basado en el tiempo

Tiempo	N	Media	Agrupación
60 min	12	3.933	A
45 min	12	3.450	B

Interpretación: En la tabla se tiene distintos tiempos de proceso (60min, 45min) empleados durante el teñido, donde se puede observar que hay una diferencia significativa en la solidez a la luz. Por lo que el tiempo empleado tiene gran relevancia en la solidez a la luz. Así mismo, a mayor tiempo de teñido tendrá mejores resultados en la solidez a la luz. Entonces el tiempo óptimo para este caso es de 60 minutos.

Conclusión:

Luego haber obtenido los resultados para la solidez a la luz, en el proceso de teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) para solidez de color en hilo de ovino, utilizando la prueba de Tukey (comparaciones de múltiples), los parámetros que benefician a la solidez a la luz son: Concentración de colorante 300 mililitros, mordiente de 3 gramos y con tiempo de 60 minutos.

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) tiene efectos para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Planteamiento de hipótesis:

- **Hipótesis nula (H₀):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) no tiene efectos para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022.
- **Hipótesis alternativa (H₁):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) tiene efectos para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$

Tabla 28: Análisis de varianza de la solidez de color

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor p
Modelo	7	1.59736	0.22819	13.92	0.000
Lineal	3	1.31569	0.43856	26.76	0.000
Concentración de colorante	1	0.07782	0.07782	4.75	0.045
Mordiente	1	0.00782	0.00782	0.48	0.500
Tiempo	1	1.23005	1.23005	75.05	0.000
Interacciones de 2 términos	3	0.27940	0.09313	5.68	0.008
Concentración de colorante*Mordiente	1	0.20782	0.20782	12.68	0.003
Concentración de colorante*Tiempo	1	0.00116	0.00116	0.07	0.794
Mordiente*Tiempo	1	0.07042	0.07042	4.30	0.055
Interacciones de 3 términos	1	0.00227	0.00227	0.14	0.715
Concentración de colorante*Mordiente*Tie mpo	1	0.00227	0.00227	0.14	0.715
Error	16	0.26222	0.01639		
Total	23	1.85958			

Decisión

En el análisis de varianza se obtiene un valor P_valor de 0.000. Por ende, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. Entonces, se concluye que el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) tiene efectos significativos para la solidez de color en hilo de ovino.

Decimos que el análisis de la varianza de la solidez de color tiene un P_valor de $0.000 < 0.05$; tiene efectos significativos para la solidez de color en hilo de ovino. Sin embargo, en los factores concentración de colorante, tiempo y la interacción (concentración de colorante y mordiente) tienen efectos significativos para la solidez de color en hilo de ovino. El factor mordiente y las demás interacciones no tiene efectos significativos para la solidez de color en hilo de ovino.

Discusión

Según García (2021), trabajó con hojas y tallos de eucalipto, con temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, tiempo de 40 min, mordiente 4 gr, un pH de 1 en hilo de alpaca, obteniendo en la solidez de luz, lavado y frote con valores de 5, 5, 2 respectivamente. En la investigación se trabajó con una temperatura de $75\text{ }^{\circ}\text{C}$, pH de 5.64 en hilo de ovino y parámetros de investigación recomendados con un tiempo de 60 min, mordiente de 3 gr y concentración de colorante de 300 ml. Obteniendo resultados en la solidez al lavado, frote y a la luz con valores de 4.5, 3, 4.5. Se observa que al trabajar con un pH de 1 ayuda en la solidez a la luz y lavado porque el medio ácido aumenta en la impregnación de la tintura, pero disminuye inversamente proporcional la solidez al frote. En esta investigación con los valores obtenidos dentro del rango 3 y 4.5 están considerados como buena solidez de color.

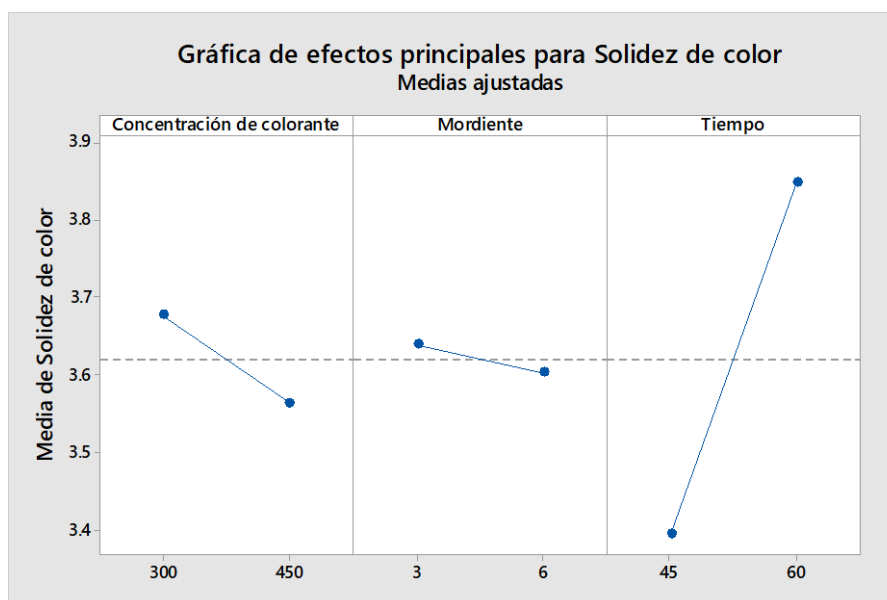


Figura 27: Gráfico de efectos principales para solidez de color

Interpretación: Según la gráfica de efectos principales Figura 27, se observa el factor A (concentración de colorante) con un P_valor de $0.045 < 0.05$, de esta manera tiene efecto significativo, entonces en la solidez al color depende de la concentración de colorante.

Factor B (mordiente) con un P_valor de $0.500 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al color no depende del mordiente. Factor C (tiempo) con un P_valor de $0.000 < 0.05$, tiene efecto significativo, entonces en la solidez al color depende del tiempo.

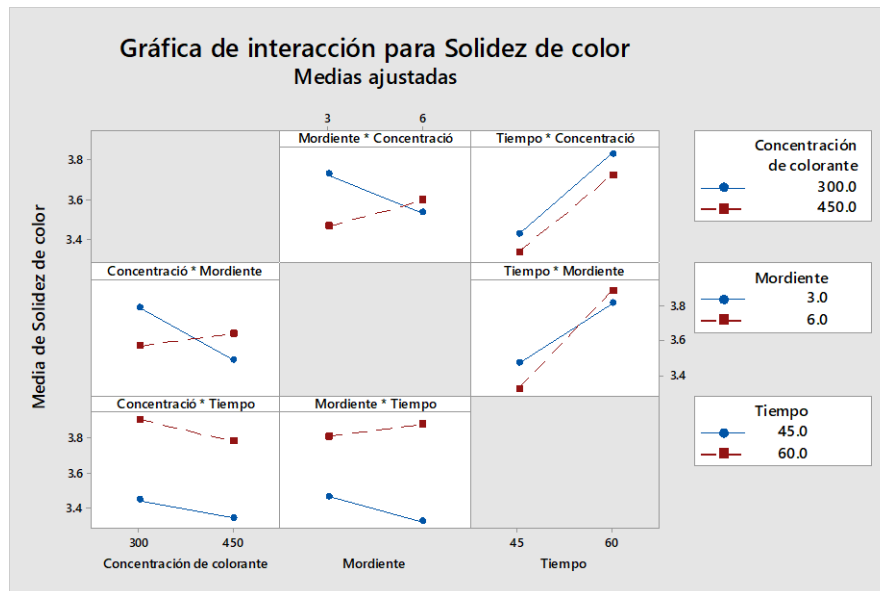


Figura 28: Gráfica de interacción para solidez de color

Interpretación: Según la gráfica de interacción Figura 28, se observa la interacción AB (concentración de colorante y mordiente) con un P_valor de $0.003 < 0.05$, de esta manera tiene efecto significativo, entonces en la solidez al color depende de la concentración de colorante y mordiente. Interacción AC (concentración de colorante y tiempo) con un P_valor de $0.794 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al color no depende de concentración de colorante y tiempo. Interacción BC (mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.055 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al color no depende de mordiente y tiempo. Interacción ABC (concentración de colorante, mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.715 > 0.05$ no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al color no depende de concentración de colorante, mordiente y tiempo.

4.6. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Planteamiento de hipótesis:

- **Hipótesis nula (H₀):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) no presenta efectos para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022.
- **Hipótesis alternativa (H₁):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 29: Análisis de varianza de la solidez al lavado

Fuente	GL	Suma de cuadrado	Cuadrados medios	Valor F	Valor p
Modelo	7	6.72292	0.96042	16.12	0.000
Lineal	3	6.15458	2.05153	34.43	0.000
Concentración de colorante	1	0.03375	0.03375	0.57	0.463
Mordiente	1	0.22042	0.22042	3.70	0.072
Tiempo	1	5.90042	5.90042	99.03	0.000
Interacciones de 2 términos	3	0.54792	0.18264	3.07	0.058
Concentración de colorante*Mordiente	1	0.09375	0.09375	1.57	0.228
Concentración de colorante*Tiempo	1	0.45375	0.45375	7.62	0.014
Mordiente*Tiempo	1	0.00042	0.00042	0.01	0.934
Interacciones de 3 términos	1	0.02042	0.02042	0.34	0.566
Concentración de colorante*Mordiente*Tiempo	1	0.02042	0.02042	0.34	0.566
Error	16	0.95333	0.05958		
Total	23	7.67625			

Decisión

En el análisis de varianza se obtiene un valor P_valor de 0.000. Por ende, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. Entonces, se concluye que el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos significativos para la solidez al lavado en hilo de ovino.

Decimos que el análisis de varianza de la solidez al lavado tiene un P_valor de $0.000 < 0.05$; presenta efectos significativos para la solidez al lavado en hilo de ovino. Sin embargo, en los factores tiempo y la interacción (concentración de colorante y tiempo) presenta efectos significativos para la solidez al lavado en hilo de ovino. Los factores concentración de colorante, mordiente y las demás interacciones no presenta efectos significativos para la solidez al lavado en hilo de ovino.

Discusión:

Según Nina (2018), trabajó con collí, y los parámetros de teñido en fibra de alpaca recomendados en su investigación son: temperatura 84°C, tiempo de teñido de 60 min a un pH óptimo de 4.5. Obteniendo resultado en la solidez al lavado con un valor de 4. Según (Casimiro y Granados, 2006) el pH óptimo recomendado para un buen teñido con colorante natural es de pH 4.5 - 5 para tener una buena igualación. En el estudio de investigación se trabajó con una temperatura de 75 °C, pH de 5.64 en hilo de ovino y parámetros de investigación recomendados con un tiempo de 60 min, mordiente de 3 gr y concentración de colorante de 300 ml. Obteniendo resultado en la solidez al lavado con un valor de 4.5 que es aceptable y buena solidez al lavado.

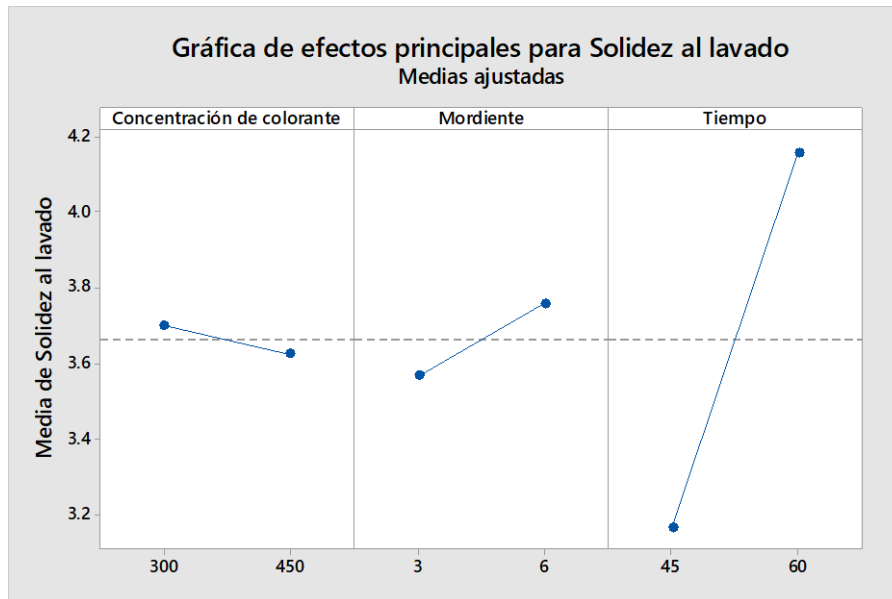


Figura 29: Gráfico de efectos principales para solidez al lavado

Interpretación: Según la gráfica de efectos principales Figura 29, se observa el factor A (concentración de colorante) con un P_valor de $0.463 > 0.05$, de esta manera no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al lavado no depende de la concentración de colorante. Factor B (mordiente) con un P_valor de $0.072 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al lavado no depende del mordiente. Factor C (tiempo) con un P_valor de $0.000 < 0.05$, tiene efecto significativo, entonces en la solidez al lavado depende del tiempo.

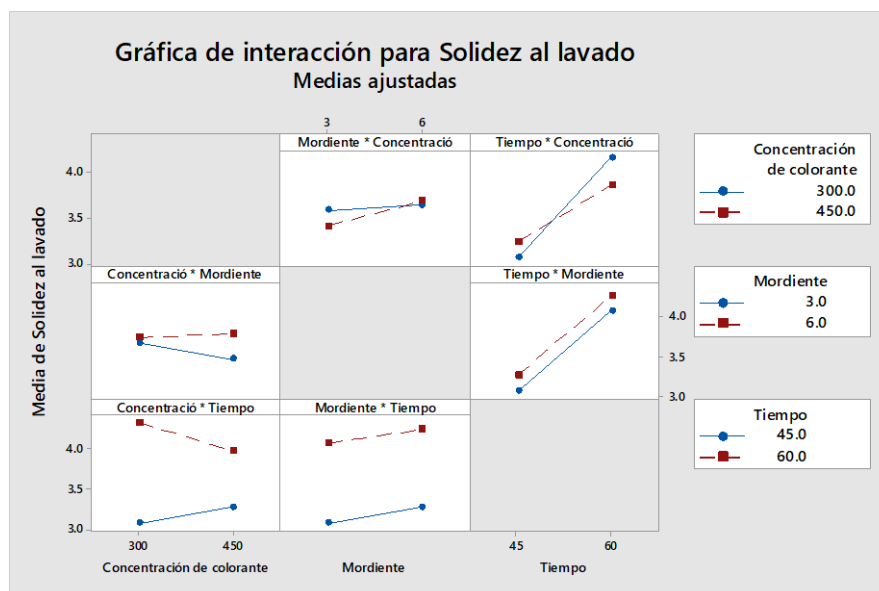


Figura 30: Gráfica de interacción para solidez al lavado

Interpretación: Según la gráfica de interacción Figura 30, se observa la interacción AB (concentración de colorante y mordiente) con un P_valor de $0.228 > 0.05$, de esta manera

no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al lavado no depende de la concentración de colorante y mordiente. Interacción AC (concentración de colorante y tiempo) con un P_valor de $0.014 < 0.05$, tiene efecto significativo, entonces en la solidez al lavado depende de concentración de colorante y tiempo. Interacción BC (mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.934 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al lavado no depende de mordiente y tiempo. Interacción ABC (concentración de colorante, mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.566 > 0.05$ no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al lavado no depende de concentración de colorante, mordiente y tiempo.

4.7. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta fijación para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Planteamiento de hipótesis:

- **Hipótesis nula (H₀):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) no presenta fijación para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022.
- **Hipótesis alternativa (H₁):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta fijación para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 30: Análisis de varianza de la solidez al frote

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados de medios	Valor F	Valor p
Modelo	7	1.35833	0.19405	2.04	0.112
Lineal	3	0.24500	0.08167	0.86	0.482
Concentración de colorante	1	0.08167	0.08167	0.86	0.368
Mordiente	1	0.08167	0.08167	0.86	0.368
Tiempo	1	0.08167	0.08167	0.86	0.368
Interacciones de 2 términos	3	1.03167	0.34389	3.62	0.036
Concentración de colorante*Mordiente	1	0.01500	0.01500	0.16	0.696
Concentración de colorante*Tiempo	1	0.13500	0.13500	1.42	0.251
Mordiente*Tiempo	1	0.88167	0.88167	9.28	0.008
Interacciones de 3 términos	1	0.08167	0.08167	0.86	0.368
Concentración de colorante*Mordiente *Tiempo	1	0.08167	0.08167	0.86	0.368
Error	16	1.52000	0.09500		
Total	23	2.87833			

Decisión

En el análisis de varianza se obtiene un valor P_valor de 0.112. Por ende, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna. Entonces, se concluye que el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) no presenta buena fijación para la solidez al frote en hilo de ovino.

Decimos que el análisis de la varianza de la solidez al frote tiene un P_valor de $0.112 > 0.05$; no presenta buena fijación para la solidez al frote en hilo de ovino. Sin embargo, en la interacción BC (mordiente y tiempo) es el único que presenta buena fijación para la solidez al frote en hilo de ovino. Los factores concentración de colorante, mordiente, tiempo y las interacciones no presenta buena fijación para la solidez al frote en hilo de ovino.

Discusión

Según Rodas (2021), trabajó con tintes de raíces de plantas en lana de oveja, tiempo de 60 min, temperaturas de 80 °C y 65 °C. Obteniendo una solidez al frote con valor de 4.5. En el estudio de investigación se trabajó con una temperatura de 75 °C, pH de 5.64 en hilo de ovino y los parámetros recomendados de investigación es con un tiempo de 45 min, mordiente de 3 gr y concentración de colorante de 300 ml en la solidez al frote con valor de 3, obteniendo resultados a la solidez al frote aceptables en la escala de grises.

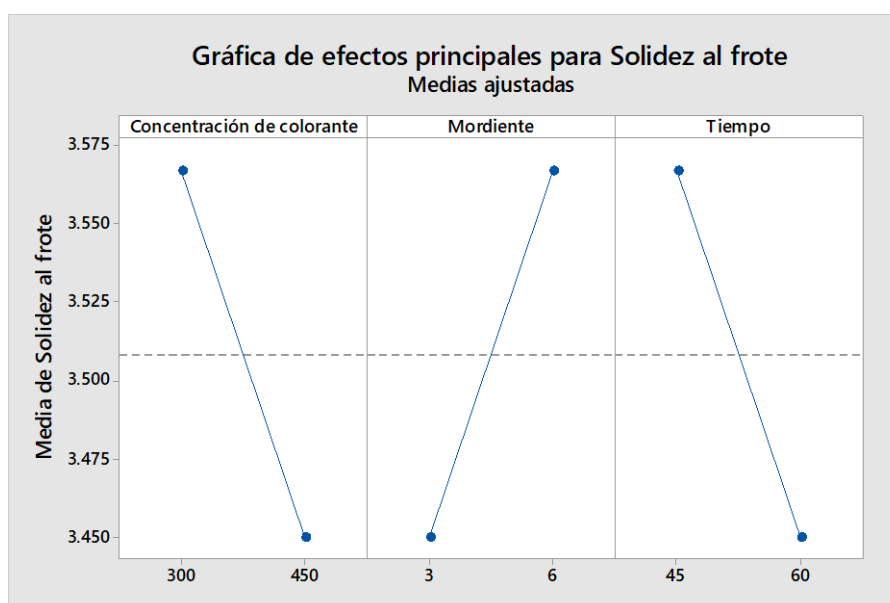


Figura 31: Gráfico de efectos principales para solidez al frote

Interpretación: Según la gráfica de efectos principales Figura 31, se observa el factor A (concentración de colorante) con un P_valor de $0.368 > 0.05$, de esta manera no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al frote no depende de la concentración de colorante. Factor B (mordiente) con un P_valor de $0.368 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al frote no depende del mordiente. Factor C (tiempo) con un P_valor de $0.368 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al frote no depende del tiempo.

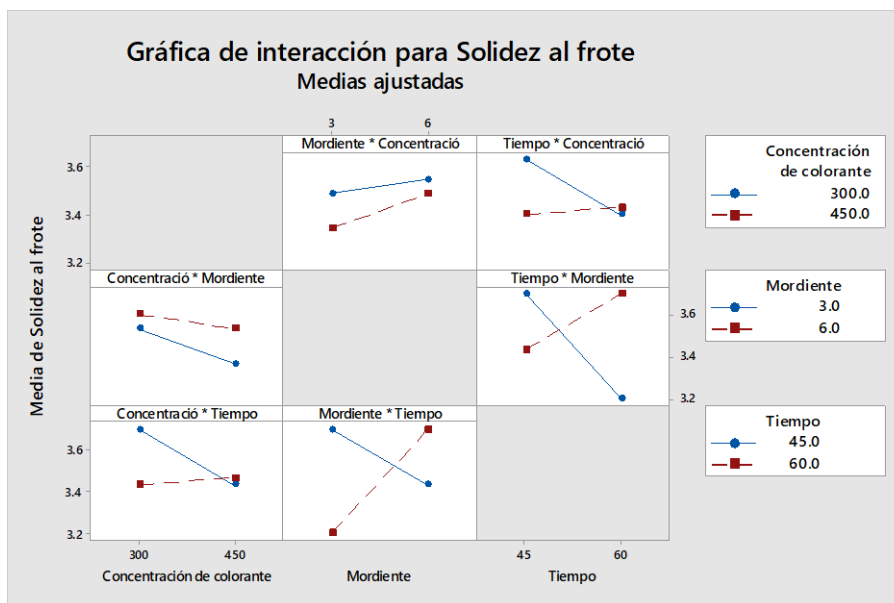


Figura 32: Gráfica de interacción para solidez al frote

Interpretación: Según la gráfica de interacción Figura 32, se observa la interacción AB (concentración de colorante y mordiente) con un P_valor de $0.696 > 0.05$, de esta manera no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al frote no depende de la concentración de colorante y mordiente. Interacción AC (concentración de colorante y tiempo) con un P_valor de $0.251 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al frote no depende de concentración de colorante y tiempo. Interacción BC (mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.008 < 0.05$, tiene efecto significativo, entonces en la solidez al frote depende de mordiente y tiempo. Interacción ABC (concentración de colorante, mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.368 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez al frote no depende de concentración de colorante, mordiente y tiempo.

4.8. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Planteamiento de hipótesis:

- **Hipótesis nula (H₀):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) no presenta efectos para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.

- **Hipótesis alternativa (H1):** El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.

Nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$

Tabla 31: Análisis de varianza de la solidez a la luz

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Valor p
Modelo	7	3.59833	0.51405	9.56	0.000
Lineal	3	2.57833	0.85944	15.99	0.000
Concentración de colorante	1	0.13500	0.13500	2.51	0.133
Mordiente	1	1.04167	1.04167	19.38	0.000
Tiempo	1	1.40167	1.40167	26.08	0.000
Interacciones de 2 términos	3	0.93833	0.31278	5.82	0.007
Concentración de colorante*Mordiente	1	0.88167	0.88167	16.40	0.001
Concentración de colorante*Tiempo	1	0.04167	0.04167	0.78	0.392
Mordiente*Tiempo	1	0.01500	0.01500	0.28	0.605
Interacciones de 3 términos	1	0.08167	0.08167	1.52	0.236
Concentración de colorante*Mordiente*Tiempo	1	0.08167	0.08167	1.52	0.236
Error	16	0.86000	0.05375		
Total	23	4.45833			

Decisión

En el análisis de varianza se obtiene un valor P_valor de 0.000. Por ende, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. Entonces, se concluye que el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos positivos para la solidez a la luz en hilo de ovino.

Decimos que el análisis de la varianza de la solidez a la luz tiene un P_valor de $0.000 < 0.05$; presenta efectos positivos para la solidez a la luz en hilo de ovino. Sin embargo, en los factores mordiente, tiempo y la interacción de (concentración de colorante y mordiente) presenta efectos positivos para la solidez a la luz en hilo de ovino. El factor concentración de colorante y las demás interacciones no presenta efectos positivos para la solidez a la luz en hilo de ovino.

Discusión

Según Soto (2017), trabajó con dos extracciones de tinte de tallo y corteza de ayrampo, dos tiempos de teñido 40 min y 60 min en lana de ovino. Parámetros recomendados que tiene un mejor resultado son: corteza de ayrampo, tiempo de 40 minutos y mordiente de suero de leche, en la solidez a la luz obtuvo un valor de 4. En el estudio de investigación se trabajó con una temperatura de 75 °C, pH de 5.64 en hilo de ovino y los parámetros recomendados de investigación es con un tiempo de 60 min, mordiente de 3 gr y concentración de colorante de 300 ml en la solidez a la luz con valor de 4.5. De esta manera se observa que el tiempo de teñido varía y el resultado de la solidez a la luz es semejante, esto se debe a varios factores (pH, mordiente, planta, temperatura). A mayor temperatura menos tiempo de teñido o viceversa según (Luna y Reyna, 2020). Obteniendo resultados a la solidez a la luz buenos y aceptables en la escala de grises.

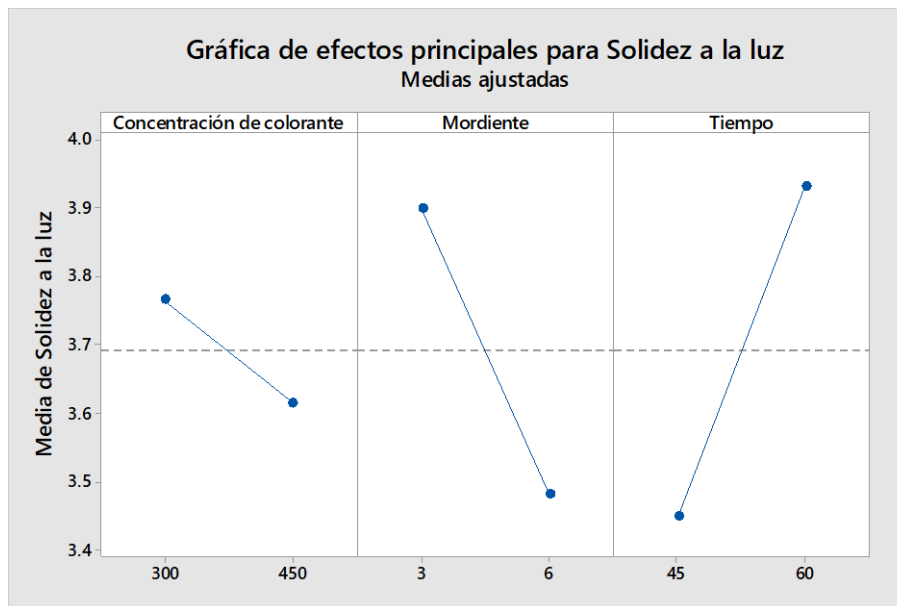


Figura 33: Gráfico de efectos principales para solidez a la luz

Interpretación: Según la gráfica de efectos principales Figura 33, se observa el factor A (concentración de colorante) con un P_valor de $0.133 > 0.05$, de esta manera no tiene efecto significativo, entonces en la solidez a la luz no depende de la concentración de colorante. Factor B (mordiente) con un P_valor de $0.000 < 0.05$, tiene efecto significativo, entonces en la solidez a la luz depende del mordiente. Factor C (tiempo) con un P_valor de $0.000 < 0.05$, tiene efecto significativo, entonces en la solidez a la luz depende del tiempo.

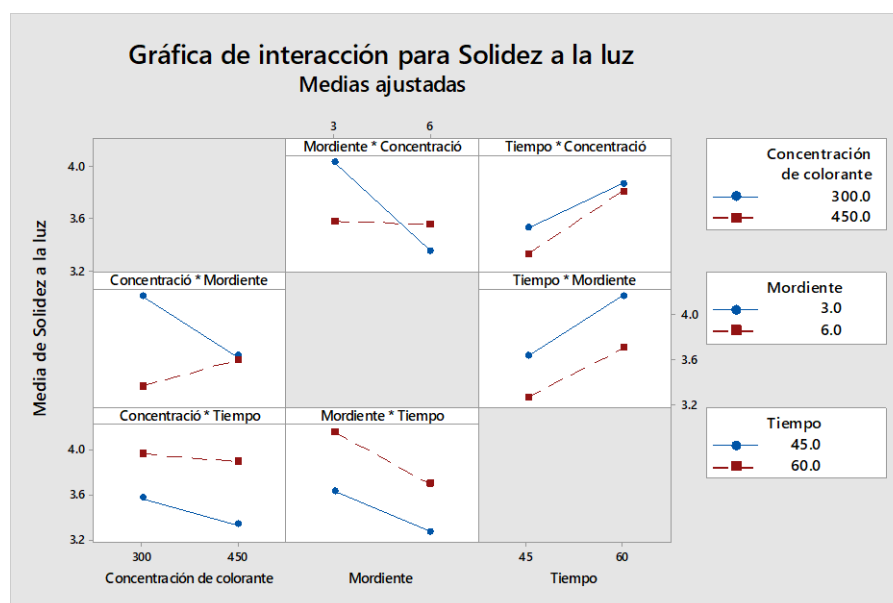


Figura 34: Gráfica de interacción para solidez a la luz

Interpretación: Según la gráfica de interacción Figura 34, se observa la interacción AB (concentración de colorante y mordiente) con un P_valor de $0.001 < 0.05$, de esta manera tiene efecto significativo, entonces en la solidez a la luz depende de la concentración de colorante y mordiente. Interacción AC (concentración de colorante y tiempo) con un P_valor de $0.392 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez a la luz no depende de concentración de colorante y tiempo. Interacción BC (mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.605 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez a la luz no depende de mordiente y tiempo. Interacción ABC (concentración de colorante, mordiente y tiempo) con un P_valor de $0.236 > 0.05$, no tiene efecto significativo, entonces en la solidez a la luz no depende de concentración de colorante, mordiente y tiempo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el análisis de varianza se obtiene un valor P_valor de 0.000. Por ende, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. Entonces, se concluye que el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos significativos para la solidez al lavado en hilo de ovino con un valor de 4.5 en la escala de grises. En el análisis de efecto medio y significancia de la solidez al lavado, donde se pudo analizar que los factores que domina es C (Tiempo) y la interacción A, C (Concentración de colorante, tiempo) donde controla el proceso con un 93.68%.
- En el análisis de varianza se obtiene un valor P_valor de 0.112. Por ende, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna. Entonces, se concluye que el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) no presenta buena fijación para la solidez al frote en hilo de ovino con un valor de 3 en la escala de grises. En el análisis de efecto medio y significancia de la solidez al frote, donde se pudo establecer que la interacción que domina B, C (Mordiente, tiempo) donde controla el proceso con un 60.66%.
- En el análisis de varianza se obtiene un valor P_valor de 0.000. Por ende, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. Entonces, se concluye que el teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) presenta efectos positivos para la solidez a la luz en hilo de ovino con un valor de 4.5 en la escala de grises. En el análisis de efecto medio y significancia de la solidez a la luz, donde se pudo establecer que los factores que domina es C (Tiempo), B (Mordiente) y la interacción A, B (Concentración de colorante, mordiente) donde controla el proceso con un 91.04%.

5.2. RECOMENDACIONES

- Profundizar el tema de investigación de los colorantes naturales, ya que es muy primordial en nuestro país y región Puno. Existe una gran variedad de plantas que se puede aprovechar como colorante en el proceso textil, ya que nos permite reducir la contaminación del medio ambiente causada por los colorantes sintéticos.
- Para posteriores investigaciones utilizar otros factores como pH, relación de baño, entre otros. Así mismo evaluar otras variables dependientes como la solidez al sudor, solidez al frote en húmedo, solidez al lavado en seco, etc.
- Para la siguiente investigación utilizar diferentes tipos de mordientes para obtener diversas tonalidades de color. También utilizar diferentes tipos de Mordentado como pre mordentado o post mordentado.
- Realizar todo el proceso de elaboración de hilado de lana, desde escarmenar hasta que se produce el hilado. Así mismo, se recomienda utilizar en el proceso de evaluación de la solidez de color, el equipo espectrofotómetro, ya que se obtiene mayor precisión y exactitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agualongo Toapanta, M. M. (2023). *Lana de ovino (Ovis aries) lavada con detergente biodegradable más sal en grano*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Aguilar Figueroa, F., & Beltran Cañari, Y. (2022). *Efecto del mordiente y tiempo en la solidez del teñido de hilo de ovino y alpaca con flores de manzanilla (Matricaria chamomilla L.)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6919>
- Andrade Carlosama, J. A. (2016). *Tinturado artesanal de hilo de lana de oveja con colorante natural baccharis latifolia (chilca) para elaborar accesorios de vestir femeninos*. Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5354>
- Araujo Hanco, J. A. (2020). *Efecto antibacteriano en un gel a base de aceite esencial de Eucalyptus Globulus Labill frente a Porphyromonas gingivalis, estudio in Vitro, Tacna 2019*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1545>
- Arévalo Reinoso, G. N. (2019). *Experimentación con tintes naturales en fibras de llama*. Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9152>
- Arias Gonzáles, J. L., Holgado Tisoc, J., Tafur Pittman, T. L., & Vasquez Pauca, M. J. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis* (Primera edición). Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C. Obtenido de <https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
- Arias Odón, F. G. (2012). *El proyecto de investigación*. Venezuela: Episteme, C.A. Obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Arias Rocha, N. A. (2018). *Tintes naturales de origen vegetal para uso en el teñido de hilo de fibra natural*. (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/21174>

- Billino, P., & Chavat, V. (2021). *Investigación y experimentación de teñido en lana, realizando una comparación entre el teñido con plantas tintóreas de la región y tintes sintéticos que se utilizan hoy en la industria Uruguaya*. Universidad de la República Uruguay, Montevideo. Uruguay: Udelar.FADU.EDUCD.
- Botanical, O. (12 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/eucalipto-propiedades-caracteristicas>
- Casimiro Gonzales, S. E., & Granados Caso, N. A. (2006). *Determinación del principio activo del colorante presente en el prunus capuli cav (guindas) para el teñido de mezclas de lana de ovino y alpaca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3685>
- Cavenago Benites, M. F., & Córdova Valencia, A. (2014). *Estudio del efecto del pH y la concentración de mordiente en el teñido sobre sustrato de Alpaca Suri con colorantes Naturales de estructura Curcuminoide, Xantófila y Antroquinónica*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3898>
- Cite textil camélidos. (2019). *Teñidos naturales*. Puno, Puno.
- Corrales Ramíres, L. C., & Caycedo Lozano, L. (10 de Noviembre de 2019). Principios físicoquímicos de los colorantes utilizados en microbiología. *Universidad Colegio mayor de Cundinamarca*.
- Cortazar Martínez, A., Coronel Olivares, C., Escalante Lozada, A., & Gonzáles Ramírez, C. (2014). *Contaminación generada por colorantes de la industria textil*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/titulo.html>
- Díaz Ramirez, R. I. (2015). *Cadena productiva de ovinos: Ministerio de Agricultura de Riego*. Perú.
- Fernández Alcántara, W. L., & Saavedra Estrella, D. L. (2019). *Obtención y caracterización de colorante natural a partir de la baccharis salicifolia (Chilca Blanca) para uso textil*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3998>

- Galarza Medina, C. H. (2013). *Obtención de un colorante a partir de las flores de ataco o sangorache (Amaranthus sp.)*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6635>
- García Calle, G. E. (2021). *Técnicas de tinturado artesanal en fibra de alpaca*. (Tesis de grado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11067>
- Guerrero Escobar, D. P. (2011). *Extracción y evaluación de un colorante natural a partir de la pepa de aguacate para el teñido de las fibras de algodón y poliéster*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1757>
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos* (Tercera edición). México: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/2018%20-%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20-%20Hern%C3%A1ndez%20Sampieri%20&%20Mendoza-Copiar.pdf>
- Huauya Reymundo, M. S. (2022). *Características productivas y tecnológicas de la lana corriedale y merino precoz Alemán en la saiz Pachacutec - Región Junín*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- INACAL. (2022). *Solidez a la luz. NTP 231.183:1986*. Lima. Perú: Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2022). *Solidez al frote. NTP 231.042:2009*. Lima. Perú: Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2022). *Solidez al lavado. NTP 231.008:2015*. Lima. Perú: Instituto Nacional de Calidad.
- Laura Mamani, G. J. (2018). *Extracción y caracterización de flavonoides a partir de las flores de misiq'ó (Bidens andicola)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional

del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8534>

Lockuán Lavado, F. E. (2012). *La industria textil y su control de calidad - Tintorería*. Lima.

Luna Chavez, C. M., & Reyna Mendoza, G. E. (2020). *Comportamiento del colorante de las hojas del nogal (*Juglans neotrópica* Diels) durante el teñido de fibras de lana respecto a la temperatura de teñido y tiempo de pos cosecha*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional del Callao, Callao. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12952/5504>

Mamani Puma, E. J. (2021). *Efectos del teñido natural con cúrcuma (*cúrcuma longa*) en la solidez del color del hilado de alpaca para la artesanía textil, Puno 2020*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Juliaca, Puno, Juliaca. Obtenido de <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/191>

Marrone, L. (2014). *Tintes naturales, técnicas ancestrales en un mundo moderno*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Dunken.

Mattavelli Junca, S. (2020). *Obtención de un colorante natural a partir de la clorofila de *Chlorella vulgaris* como alternativa al uso de colorantes sintéticos en la industria textil*. (Tesis de pregrado). Universidad el Bosque, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/items/be78ed41-f565-4c18-af24-4a9461256615>

Mellizo Salinas, N. C. (2018). *Teñido de textiles de algodón con tinte vegetal de cúrcuma*. (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín-Antioquia, Colombia. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4315>

Mendoza Huamani, C. M. (2018). *Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (*Vicugna pacos*) con aliso (*Alnus acuminada* H.B.K)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba, Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2581>

Mendoza Pinto, M. C. (2016). *Estudio comparativo de peso vivo de ovinos criollos en tres diferentes pisos ecológicos de la región Huayllay, Ticlacayan, Huanchon y*

- Tapuc*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/138>
- MINAGRI. (2022). *Sistema Integrado de Estadística Agraria*. Obtenido de <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/5-ganadera-avicola>
- Nina Aguilar, Y. (2018). *Obtención y Caracterización del colorante natural a partir de inflorescencia de colli (Buddleja coriacea) para su aplicación en teñido de fibra de alpaca*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8369>
- Obando Portillo, R. E. (2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2300>
- Ojeda Brito, G. A. (2012). *Teñido de fibra de abacá (Musa textilis) utilizando colorante extraído de la cochinilla (Dactylopius coccus Costa)*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/3853>
- Osorio Cuellar, N. O. (2011). *Extracción de un colorante natural a partir de los desechos de la corteza de Myroxylon balsamum (Balsamo de el salvador)*. (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/610>
- Paltán Bonifaz, G. A., & Ruchi Yungán, G. O. (2013). *Obtención del pigmento rojo (Betacianina) a partir de la remolacha (Betavulgaris) y su aplicación en la elaboración de un fresco en la ciudad de Riobamba Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/411>
- Papa, E. (2018). *Investigación de tintes naturales, aplicado a la lana como fibra natural*. (Tesis de grado). Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo. Escuela Universitaria Centro de Diseño, Montevideo, Uruguay.
- Pazos, S. (2017). *Teñido en base a tintes naturales* (Primera edición). Perú.

- Pereira Boitano, J. B. (2014). *Control del procesos de teñido de las fibras de algodón*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/4183>
- Periche Huarcaya, L. A. (2020). *Extracción de la tinta del cochecito de mar (Aplysia juliana) como colorante natural*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Piura, Perú.
- Quenta Cabrera, A. (2019). *Descripción del proceso de la elaboración de tintes naturales y tintes artificiales - Chincheros Cusco 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/2830>
- Quispe Flores, R. J. (2017). *Modelado matemático de la extracción de aceite esencial de eucalipto "Eucalyptus Globulus s.p." por destilación con vapor de agua*. (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8345>
- Ramos Zapana, B. (2020). *Obtención de colorante natural a partir de la remolacha forrajera (Beta vulgaris L. ssp. Vulgaris var crassa) para teñido de fibra de ovino*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13309>
- Rodas Farfán, M. I. (2021). *Ensayo para la obtención de tintes naturales a partir de raíces de plantas*. (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11079>
- Rojas Lazo, O., Mavila Hinojoza, D., & Rojas Pérez, N. (1 de Enero-Junio de 2011). Insumos ecológicos en la serigrafía textil: Caso peruano. *Facultad de Ingeniería Industrial*, 34-41.
- Rojas Lobato, A., Maldonado E., F., & Pérez A., O. (2008). *Cinética y extracción de colorantes naturales*. Universidad de las Américas-Puebla, México.
- Sabrina Peña, G. L., & Nora Abiatti, R. M. (2017). *Características de la finura de la lana de raza ovinas*. Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina.

- Sánchez Llanos, M. L. (2020). *Obtención de tonalidades azules a partir de la experimentación en el tinturado natural de lana de oveja y fibra de alpaca*. (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Soto Benito, S. (2017). *Evaluación del tiempo de ebullición en la intensidad de color y solidez a la luz del teñido de lana de ovino (*Ovis aries*) con ayrampo (*Berberis sp.*)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba, Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1082>
- Sucasaca Quispe, A. (2022). *Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (*buddleja coriacea*) en la solidez de color del teñido de fibra de alpaca, Puno 2021*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Juliaca, Puno, Juliaca.
- Tobasura Acuña, I. (2006). *Una visión integral de la biodiversidad en Colombia*. Universidad de Caldas, Colombia. Obtenido de http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul2_4.pdf
- Velásquez García, R. A. (2019). *Efecto de la humedad relativa y tiempo de almacenamiento de las hojas de eucalipto deshidratado (*Eucalyptus*)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2006>
- Vele Caymayo, M. A. (2017). *Determinación de colorantes naturales textiles de la parroquia Tarqui*. (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Ecuador.
- Vogel Helps, A. (2023). *Eucalyptus Globulus Labill.* Obtenido de <https://www.avogel.es/enciclopedia-de-plantas/eucalyptus-globulus.php>
- Zaruma Arias, P. E., Proal Nájera, J. B., Chaires Hernández, I., & Salas Ayala, H. I. (20 de Junio de 2018). Los colorantes textiles industriales y tratamientos óptimos de sus efluentes de agua residual. *Facultad de Ciencias Químicas*. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2216/1506>

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de datos de solidez al lavado

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL
Y DE CONFECCIONES
FICHA DE PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ANÁLISIS**

DATOS INFORMATIVOS: PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	
Asunto:	Solicita pruebas de solidez al lavado
Procedencia:	Universidad Nacional de Juliaca
Interesado:	Gabriela Tito Condori
Muestras:	Hilo de ovino teñido
Fecha de recepción:	26/04/2023
Fecha de análisis:	21/06/2023

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD						
MATERIAL: Hilo de ovino teñido con colorante natural de hojas de eucalipto.						
PRUEBA: Solidez al lavado – Basado en la Norma Técnica Peruana NTP 231.008:2015 (revisada el 2022).						
RESULTADOS: El grado de transferencia de color.						
EQUIPO	RÉPLICA N°1		RÉPLICA N°2		RÉPLICA N°3	
Gyrowash	Solidez al lavado		Solidez al lavado		Solidez al lavado	
	Muestra	Solidez al lavado	Muestra	Solidez al lavado	Muestra	Solidez al lavado
	Muestra 1	3	Muestra 1	3	Muestra 1	3
	Muestra 2	3	Muestra 2	3.4	Muestra 2	3
	Muestra 3	3.4	Muestra 3	3	Muestra 3	3
	Muestra 4	3.4	Muestra 4	3.4	Muestra 4	3.4
	Muestra 5	4.5	Muestra 5	4.5	Muestra 5	4
	Muestra 6	3.4	Muestra 6	4	Muestra 6	4
	Muestra 7	4.5	Muestra 7	4.5	Muestra 7	4
	Muestra 8	4.5	Muestra 8	4	Muestra 8	4

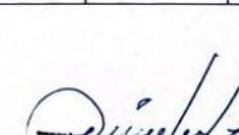

 Dr. Julio Cesar Huancá Marín
 CIP 41

Anexo 2. Ficha de recolección de datos de solidez al frote

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL
Y DE CONFECCIONES
FICHA DE PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ANÁLISIS**

DATOS INFORMATIVOS: PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	
Asunto:	Solicita pruebas de solidez al frote
Procedencia:	Universidad Nacional de Juliaca
Interesado:	Gabriela Tito Condori
Muestras:	Hilo de ovino teñido
Fecha de recepción:	26/04/2023
Fecha de análisis:	28/06/2023

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD						
MATERIAL: Hilo de ovino teñido con colorante natural de hojas de eucalipto.						
PRUEBA: Solidez al frote – Basado en la Norma Técnica Peruana NTP 231.042:2009 (revisada el 2019).						
RESULTADOS: El grado de transferencia de color o manchado de la tela testigo.						
EQUIPO	RÉPLICA N°1		RÉPLICA N°2		RÉPLICA N°3	
	Solidez al frote		Solidez al frote		Solidez al frote	
	Muestra	Solidez al frote	Muestra	Solidez al frote	Muestra	Solidez al frote
Abrasímetro Crockmeter	Muestra 1	4	Muestra 1	4	Muestra 1	3.4
	Muestra 2	4	Muestra 2	3.4	Muestra 2	3.4
	Muestra 3	3.4	Muestra 3	3.4	Muestra 3	4
	Muestra 4	3.4	Muestra 4	3.4	Muestra 4	3
	Muestra 5	3	Muestra 5	3.4	Muestra 5	3.4
	Muestra 6	3	Muestra 6	3.4	Muestra 6	3
	Muestra 7	3.4	Muestra 7	4	Muestra 7	3.4
	Muestra 8	4	Muestra 8	4	Muestra 8	3.4

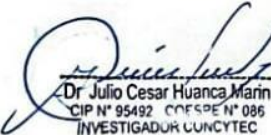

Dr. Julio Cesar Huanca Marin
 CIP N° 95492 - OQESP N° 086
 INVESTIGADOR CONCYTEC

Anexo 3. Ficha de recolección de datos de solidez a la luz

**LABORATORIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL
Y DE CONFECCIONES
FICHA DE PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD
INFORME DE ANÁLISIS**

DATOS INFORMATIVOS: PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	
Asunto:	Solicita pruebas de solidez a la luz
Procedencia:	Universidad Nacional de Juliaca
Interesado:	Gabriela Tito Condori
Muestras:	Hilo de ovino teñido
Fecha de recepción:	26/04/2023
Fecha de análisis:	05/07/2023

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD						
MATERIAL: Hilo de ovino teñido con colorante natural de hojas de eucalipto.						
PRUEBA: Solidez a la luz – Basado en la Norma Técnica Peruana NTP 231.183:1986 (revisada el 2020).						
RESULTADOS: El grado de cambio de color.						
EQUIPO	RÉPLICA N°1		RÉPLICA N°2		RÉPLICA N°3	
Exposición a la luz solar	Solidez a la luz		Solidez a la luz		Solidez a la luz	
	Muestra	Solidez a la luz	Muestra	Solidez a la luz	Muestra	Solidez a la luz
	Muestra 1	4	Muestra 1	4	Muestra 1	4
	Muestra 2	3	Muestra 2	3.4	Muestra 2	3.4
	Muestra 3	3	Muestra 3	3	Muestra 3	3.4
	Muestra 4	3.4	Muestra 4	3.4	Muestra 4	3.4
	Muestra 5	4.5	Muestra 5	4.5	Muestra 5	4
	Muestra 6	4	Muestra 6	4	Muestra 6	4
	Muestra 7	3.4	Muestra 7	3.4	Muestra 7	4
	Muestra 8	3.4	Muestra 8	4	Muestra 8	4


 Dr. Julio Cesar Huanca Marin
 CIP N° 95492 CIESPE N° 086
 INVESTIGADOR UUNCYTEC

Anexo 4. Fotografías de materias primas e insumos utilizados



Hilo de ovino



Hojas de eucalipto



Mordiente (sulfato de aluminio)



Detergente (Invadina Da)

Anexo 5. Fotografías de equipos utilizados en el laboratorio



Balanza analítica



Aspe de precisión



pH meter



Equipo (Rotacolor)



Equipo (Abrasímetro Crockmeter)



Equipo (Gyrowash)

Anexo 6. Fotografías del proceso de obtención de colorante natural



Recolección de materia prima



Selección y limpieza



Colorante de las hojas de eucalipto



Midiendo el pH del colorante natural

Anexo 7. Fotografías del proceso de acondicionamiento del hilo de ovino



Pesado de los hilos de ovino



Madejado de hilos de ovino

Anexo 8. Fotografías del proceso de teñido de hilos de ovino



Pesado del mordiente



Disolviendo el mordiente



Colocando los vasos en el equipo



Programando el equipo (Rotacolor)



Hilo de ovino teñido con colorante natural de hojas de eucalipto



Muestras teñidas con colorante natural

Anexo 9. Fotografías del proceso de evaluación de la solidez de color



Adicionando agua a los vasos



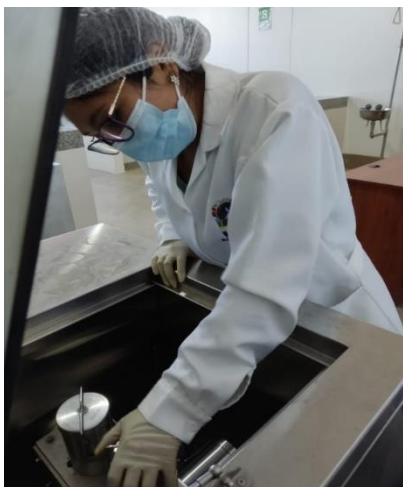
Disolviendo el detergente



Colocando las billas a los vasos



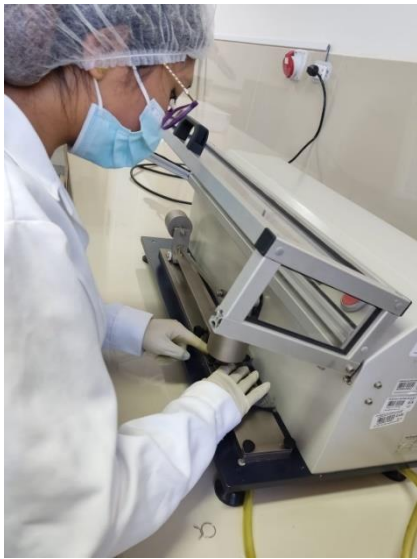
Tapando los vasos



Colocando los vasos al equipo



Programación del equipo



Colocando la muestra



Colocando el testigo al equipo



Realizando la programación



Sacando el testigo del equipo



Exponiendo las muestras a la luz solar



Evaluando la solidez a la luz

Anexo 10. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE(S)	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD/ CATEGORÍA	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022?</p> <p>Problema Específicos - ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill) para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022? - ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill) para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022? - ¿Cuál es el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill) para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022?</p>	<p>Objetivo General Determinar el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022.</p> <p>Objetivo Específico -Establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022. -Analizar el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022. -Establecer el efecto del teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.</p>	<p>Hipótesis General El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) tiene efectos para la solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022.</p> <p>Hipótesis Específico -El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) presenta efectos para la solidez al lavado en hilo de ovino, Juliaca 2022. -El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) presenta fijación para la solidez al frote en hilo de ovino, Juliaca 2022. -El teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) presenta efectos para la solidez a la luz en hilo de ovino, Juliaca 2022.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.)</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE Solidez de color</p>	Concentración de colorante	300 450	ml ml	<p>Tipo de investigación: Cuantitativo Nivel de investigación: Explicativo. Diseño de investigación: Diseño experimental Diseño factorial 2³ Población: La población está conformada por la totalidad de hilo de ovino. Muestra: La muestra está representada por 24 unidades muestrales de 15 gr de hilo de ovino de color blanco. Los hilos serán guardados en bolsas polietileno. Muestreo no probabilístico por conveniencia. Técnicas: Prueba de laboratorio observacional. Instrumento: Ficha de registros. Procedimiento: Tablas y figuras Anova.</p>
				Mordiente (Sulfato de aluminio)	3 6	gr gr	
				Tiempo	45 60	min min	
				Solidez al lavado	El grado de transferencia de color.	Escala de grises	
				Solidez al frote	El grado de transferencia de color o manchado de la tela testigo.	5-4.5=Muy buena 4-3.4=Buena 3=Aceptable 2.3-2=Regular 1.2-1=Escala	
				Solidez a la luz	El grado de cambio de color.		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

"Universidad Pública de Calidad"