



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



**"ESTAMPADO SERIGRÁFICO TEXTIL EN TELA BAYETA DE LANA
DE OVEJA UTILIZANDO INSUMOS ECOLÓGICOS Y SU SOLIDEZ
AL COLOR, PUNO - 2025"**

Mariluz Brisaida Figueroa Mamani

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

Asesora: Mtra. Roxana Tacuri Robles

Co-Asesor: Dr. Eber Apaza Zapana



JULIACA, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

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



**“ESTAMPADO SERIGRÁFICO TEXTIL EN TELA BAYETA DE LANA
DE OVEJA UTILIZANDO INSUMOS ECOLÓGICOS Y SU SOLIDEZ
AL COLOR, PUNO - 2025”**

Mariluz Brisaida Figueroa Mamani

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

Asesora: Mtra. Roxana Tacuri Robles

Co-Asesor: Dr. Eber Apaza Zapana



JULIACA, 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS

INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE

CONFECCIONES



**“ESTAMPADO SERIGRÁFICO TEXTIL EN TELA BAYETA DE LANA
DE OVEJA UTILIZANDO INSUMOS ECOLÓGICOS Y SU SOLIDEZ AL
COLOR, PUNO – 2025”**

Mariluz Brisaida Figueroa Mamani

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

Asesora: Mtra. Roxana Tacuri Robles

Co-Asesor: Dr. Eber Apaza Zapana

Juliaca, 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Figueroa, M. (2025). *Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025*. [Tesis de pregrado en Ingeniería, Universidad Nacional de Juliaca]. Juliaca

AUTOR: Mariluz Brisaida Figueroa Mamani

TÍTULO: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2026

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (165 p.)

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

CÓDIGO: 04-00034-34/F49

NOTA: Incluye bibliografía

ASESOR: Mtra. Roxana Tacuri Robles

PALABRAS CLAVE: Estampado serigráfico; insumos ecológicos; solidez de color, lana de oveja, mordiente, ligante, sostenibilidad textil.

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

**“ESTAMPADO SERIGRÁFICO TEXTIL EN TELA BAYETA DE LANA
DE OVEJA UTILIZANDO INSUMOS ECOLÓGICOS Y SU SOLIDEZ AL
COLOR, PUNO - 2025.”**

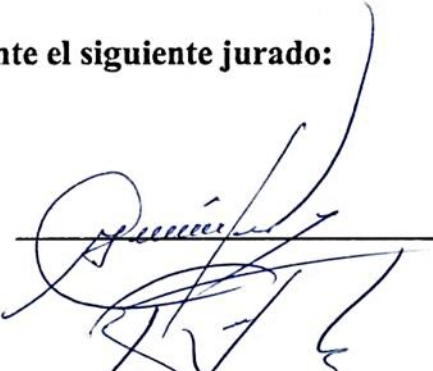
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES**

Presentado por:

Mariluz Brisaida Figueroa Mamani

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

D.Sc. Julio César Huanca Marín
PRESIDENTE DE JURADO



2° MIEMBRO

Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita
JURADO (secretario)


3° MIEMBRO

Mgtr. Juan Americo Farfan Flores
JURADO (vocal)


Mtra. Roxana Tacuri Robles
ASESORA DE TESIS


Dr. Eber Apaza Zapana
CO-ASESOR

MARILUZ BRISAIDA FIGUEROA MAMANI

ESTAMPADO SERIGRÁFICO TEXTIL EN TELA BAYETA DE LANA DE OVEJA UTILIZANDO INSUMOS ECOLÓGICOS Y SU SOLID...

 Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:593509967

Fecha de entrega

21 may 2026, 9:03 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

22 may 2026, 8:05 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

ESTAMPADO SERIGRÁFICO TEXTIL EN TELA BAYETA DE LANA DE OVEJA UTILIZANDO INSUMOS EC....pdf

Tamaño del archivo

4.0 MB

165 páginas

28.487 palabras

157.037 caracteres



Firmado digitalmente por HUANCA
SUAREZ JHON RICHARD
DNI:40318074
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 22.05.2026 16:45:37 -05:00




15% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi director constante, por acompañarme, fortalecerme, brindarme sabiduría y paciencia para realizar esta investigación.

A mis amados padres, que son la razón de mis esfuerzos, por su amor incondicional. Gracias por su soporte, sus buenos consejos, paciencia, por motivarme y acompañarme siempre

Mis queridos hermanos, por su cariño, apoyo y compañía, que me brindaron fuerzas e hicieron este camino más llevadero.

AGRADECIMIENTO

A mi Padre celestial, que es mi guía constante, por concederme sabiduría y esperanza necesarias en los momentos difíciles.

Mis más sinceros y profundos agradecimientos a mi asesora de tesis, Mtra. Roxana Tacuri Robles, por su perseverancia y paciencia, así como por sus contribuciones invaluable a lo largo de todo el proceso de investigación, que fueron esenciales para el avance y la finalización de este trabajo. De igual forma, quiero agradecer a mi co-asesor Dr. Eber Apaza Zapana por su ayuda, su disposición y sus acertadas recomendaciones, que ayudaron considerablemente a robustecer la presente investigación.

Asimismo, estoy profundamente agradecida con mis padres quienes me apoyaron con constancia, dedicación y amor; han sido el soporte esencial para mi desarrollo personal y laboral. Estoy agradecida con mis hermanos por su apoyo, motivación y comprensión incondicionales, que me dieron el ánimo de persistir hasta lograr esta meta en el ámbito académico.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1	Pregunta general.....	4
1.2.2	Preguntas específicas	4
1.3	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3.1	Objetivo general.....	4
1.3.2	Objetivos específicos	4
1.4	JUSTIFICACIÓN	5
1.5	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	7
1.5.1	Hipótesis general.....	7
1.5.2	Hipótesis específicas.....	7

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1	Antecedente internacional.....	8
2.1.2	Antecedentes nacionales	12
2.1.3	Antecedentes regionales.....	14
2.2	MARCO TEÓRICO.....	18
2.2.1	Estampado.....	18
2.2.2	Tipos de estampado.....	18
2.2.3	Variantes de la serigrafía.....	21
2.2.4	Componentes de la serigrafía manual	21
2.2.5	Tintas serigráficas	23
2.2.6	Elementos de la pasta serigráfica	24
2.2.7	Colorante.....	24
2.2.8	Teoría de color	25
2.2.9	Clasificación de los colorantes.....	26
2.2.10	División de los colorantes naturales	28
2.2.11	División según método de aplicación	28
2.2.12	Ventajas y desventajas de los tintes naturales.....	29
2.2.13	Mordientes.	29
2.2.14	Espesante.....	32
2.2.15	Ligante	33
2.2.16	Lana de oveja	33

2.2.17	Estructura morfológica de la lana	34
2.2.18	Propiedades de la lana de oveja	36
2.2.19	Bayeta	37
2.2.20	Pruebas de solidez al color.....	37
2.2.21	Escala de grises	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	ÁMBITO DE ESTUDIO	40
3.2	DISEÑO METODOLÓGICO.....	40
3.2.1	Tipo de investigación	40
3.2.2	Nivel de investigación.....	40
3.2.3	Diseño y método de investigación	41
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
3.3.1	Población.....	43
3.3.2	Tipo de muestreo.....	44
3.3.3	Tamaño de muestra	44
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.4.1	Técnicas	45
3.4.2	Instrumentos de registro.....	45
3.5	MATERIALES Y RECURSOS PARA LA EXPERIMENTACION.....	46
3.5.1	Materiales.....	46
3.5.2	Equipos.	46
3.5.3	Reactivos y productos	48

3.5.4	Otros instrumentos y materiales de apoyo	48
3.6	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	48
3.6.1	Obtención de materiales.....	48
3.6.2	Humectación de la tela bayeta de oveja.....	48
3.6.3	Premordentado de la tela bayeta de oveja.....	50
3.6.4	Extracción del tinte	53
3.6.5	Desarrollo de pasta.....	56
3.6.6	Impresión serigráfica	59
3.6.7	Evaluación de solidez al lavado.....	60
3.6.8	Evaluación de solidez al frote	64
3.6.9	Evaluación de solidez de color a la luz.....	69

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	SUPUESTOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA	72
4.1.1	Supuestos de ANOVA para la solidez de color al lavado	72
4.1.2	Supuestos de ANOVA para la solidez de color al frote	76
4.1.3	Supuestos de ANOVA para la solidez del color a la luz	80
4.2	RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR EN GENERAL	85
4.2.1	Contrastación de hipótesis general.....	85
4.3	RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR AL LAVADO	87
4.3.1	Contrastación de hipótesis específica 1	88
4.3.2	Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color al lavado.....	90
4.3.3	Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) para la solidez al lavado	92

4.4	RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR AL FROTE	93
4.4.1	Contrastación de hipótesis específica 2	94
4.4.2	Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color al frote.....	96
4.4.3	Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) para la solidez al frote	98
4.5	RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR A LA LUZ	99
4.5.1	Contrastación de hipótesis específica 3	100
4.5.2	Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color a la luz.....	102
4.5.3	Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) para la solidez a la luz	104
4.6	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	105
4.6.1	Discusión de los resultados para la solidez de color al lavado	105
4.6.2	Discusión de los resultados para la solidez de color al frote	107
4.6.3	Discusión de los resultados para la solidez de color a la luz	108

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	110
5.2	RECOMENDACIONES.....	112
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
	ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los colorantes artificiales	27
Tabla 2: Mordientes de origen mineral.....	31
Tabla 3: Mordientes de origen vegetal.....	32
Tabla 4: Propiedades físicas de la lana de oveja.....	36
Tabla 5: Propiedades químicas de la lana de oveja.....	37
Tabla 6: Datos del diseño experimental.....	42
Tabla 7: Criterios para evaluar la solidez de color al lavado	62
Tabla 8: Resultados de la prueba de solidez de color al lavado.....	72
Tabla 9: Cálculo de los residuos del modelo ANOVA para la solidez de color al lavado	73
Tabla 10: Resultados de la prueba de Levene para la solidez del color al lavado	75
Tabla 11: Resultados de la solidez de color al frote	76
Tabla 12: Cálculo de los residuos del modelo ANOVA para la solidez de color al frote	77
Tabla 13: Resultados de la prueba de Levene para la solidez del color al frote	79
Tabla 14: Resultados de la prueba de solidez de color a la luz.....	80
Tabla 15: Cálculo de los residuos del modelo ANOVA para la solidez de color a la luz	81
Tabla 16: Resultados de la prueba de Levene para la solidez de color a la luz	84
Tabla 17: Análisis de varianza para solidez de color en general	85
Tabla 18: Resultados de la prueba de solidez de color al lavado.....	87
Tabla 19: Análisis de varianza para solidez de color al lavado	89
Tabla 20: Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color al lavado	90
Tabla 21: Resultados de prueba de comparaciones múltiples para solidez al lavado.....	92
Tabla 22: Resultados de la prueba de solidez de color al frote.....	93

Tabla 23: Resultados de análisis de varianza para solidez de color al frote	95
Tabla 24: Resultados del efecto medio y significancia para la solidez al frote	96
Tabla 25: Resultados de prueba de comparaciones múltiples para solidez al frote	98
Tabla 26: Resultados de la prueba de solidez de color a la luz.....	99
Tabla 27: Resultados de análisis de varianza para solidez de color a la luz.....	101
Tabla 28: Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color a la luz	102
Tabla 29: Resultados de prueba de comparaciones múltiples para solidez a la luz.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Círculo cromático de Munsell	26
Figura 2. Estructura morfológica de la lana.....	34
Figura 3. Diagrama de flujo de lavado y humectación de la lana.....	49
Figura 4. Curva de humectación de la lana.....	49
Figura 5. Procedimiento de humectación de la tela bayeta de oveja	50
Figura 6. Diagrama de flujo de procedimiento del premordentado	51
Figura 7. Curva de premordentado de la tela bayeta de oveja	52
Figura 8. Procedimiento de premordentado de la tela bayeta de oveja	52
Figura 9. Diagrama de flujo de extracción de colorante	55
Figura 10. Procedimiento de extracción de colorante.....	56
Figura 11. Diagrama de flujo de desarrollo de pasta	57
Figura 12. Procedimiento de obtención de pasta	58
Figura 13. Diagrama de flujo de impresión serigráfica	59
Figura 14. Procedimiento de impresión serigráfica	60
Figura 15. Diagrama de flujo evaluación de solidez de color al lavado	64
Figura 16. Procedimiento de evaluación de solidez de color al lavado	65
Figura 17. Diagrama de flujo de evaluación de solidez de color al frote	68
Figura 18. Procedimiento de evaluación de solidez de color al frote	69
Figura 19. Diagrama de flujo de la evaluación de solidez de color a la luz	70
Figura 20. Procedimiento de evaluación de solidez de color a la luz	71
Figura 21. Gráfica de normalidad de los residuos de solidez de color al lavado.....	74
Figura 22. Gráfica de normalidad de los residuos de solidez de color al frote.....	78

Figura 23. Gráfica de normalidad de los residuos de solidez de color a la luz.....	83
Figura 24. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la solidez al lavado	91
Figura 25. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la solidez al frote	97
Figura 26. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la solidez a la luz	103

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de recolección de datos de la solidez del frote en seco	123
Anexo 2: Ficha de recolección de datos de la solidez al lavado	124
Anexo 3: Ficha de recolección de datos de la solidez a la luz	125
Anexo 4: Fotografías del proceso de humectación	126
Anexo 5: Fotografías del proceso de premordentado	127
Anexo 6: Fotografías de extracción del tinte	128
Anexo 7: Fotografías del proceso de obtención de la pasta serigráfica	129
Anexo 8: Fotografías del proceso de la impresión serigráfica	131
Anexo 9: Fotografías de la evaluación de solidez al lavado	133
Anexo 10: Fotografías de la evaluación de solidez al frote	134
Anexo 11: Fotografías de la evaluación de solidez a la luz	135
Anexo 12: Matriz de consistencia	136
Anexo 13: Validación por juicio de expertos del Instrumento de recolección de datos	137

RESUMEN

El presente trabajo se efectuó con el objetivo de evaluar el efecto del estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y evaluar su solidez al color. Considerando lo anterior, se analizaron los efectos del mordiente y ligante sobre la solidez de color al lavado, al frote y a la luz en la tela bayeta de oveja estampada. El estudio utilizó la metodología explicativa de tipo cuantitativo, se trabajó con un diseño experimental factorial de 3 x 2 con 3 réplicas, obteniendo 18 unidades experimentales por cada ensayo de solidez al color resultando en total 54 muestras a analizadas. Las muestras de estampado y los ensayos de solidez del color fueron realizados en los laboratorios de teñido textil de la Universidad Nacional de Juliaca sede Ayabacas. La obtención de los datos consistió en realizar pruebas de laboratorio y recolección de datos en fichas, los datos fueron analizados aplicando las pruebas de Ryan-Joiner para verificar la normalidad, el ANOVA para la contrastación de hipótesis y Tukey para identificar el tratamiento con el mejor desempeño, considerando un nivel de significancia de 0.05. Los resultados de la experimentación comprobaron que tanto el ligante como el mordiente de origen ecológico afectan significativamente sobre la solidez del color, con valores p inferiores a 0.05 en la solidez al lavado, al frote y a la luz. El estudio permitió identificar que los parámetros óptimos son los que corresponden al mordiente (ácido acético al 10% con respecto al total de pasta a obtener) y el ligante (resina de pino 0.15 g), ya que con esta combinación se obtiene un estampado con mayor solidez al color.

Palabras clave: Estampado serigráfico; insumos ecológicos; solidez de color, lana de oveja, mordiente, ligante, sostenibilidad textil.

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effect of screen printing on sheep's wool fabric using environmentally friendly materials and to assess its colorfastness. The effects of the mordant and binder on colorfastness to washing, rubbing, and light were analyzed in the printed sheep's wool fabric. The study employed a quantitative, explanatory methodology, using a 3 x 2 factorial experimental design with three replicates, resulting in 18 experimental units for each colorfastness test and a total of 54 samples for analysis. The printing samples and colorfastness tests were performed in the textile dyeing laboratories of the National University of Juliaca, Ayabacas campus. Data collection involved laboratory tests and data collection on forms. The data were analyzed using the Ryan-Joiner test to verify normality, ANOVA for hypothesis testing, and Tukey's test to identify the treatment with the best performance, considering a significance level of 0.05. The experimental results confirmed that both the binder and the mordant of ecological origin significantly affect colorfastness, with p-values less than 0.05 for wash, rub, and lightfastness. The study identified that the optimal parameters are those corresponding to the mordant (10% acetic acid with respect to the total amount of paste to be obtained) and the binder (0.15 g pine resin), since this combination produces a print with greater colorfastness.

Keywords: Screen printing; ecological inputs; color fastness, sheep's wool, mordant, binder, textile sustainability.

INTRODUCCIÓN

El arte textil en el Perú tiene una notable acogida, siendo una de las expresiones culturales y económicas más importantes del país. Puno destaca como una de las regiones más representativas en este ámbito, ya que posee una extensa producción doméstica destinada al consumo propio y al trueque. Sin embargo, en la actualidad, la artesanía se ha consolidado como una actividad generadora de ingresos, que complementa a la agricultura y la ganadería. Además, se caracteriza por el aprovechamiento de materias primas locales y la aplicación de conocimientos prácticos mediante técnicas accesibles y de bajo costo (Saldarriaga Lescano, 2022).

La artesanía en Puno no es solo una tradición cultural; también se consolida como una actividad económica relevante. García Lay (2025) menciona que el MINCETUR indicó que la cantidad de artesanos dedicados al arte textil sobrepasa los 12 000, lo que convierte a esta región en un destacado referente de la artesanía del país. Sin embargo, es necesario indicar la existencia de desafíos vinculados a la falta de formalización y al progreso vinculado a la calidad de los productos que disminuyen su potencial competitivo en los mercados internacionales.

El teñido y la impresión textil son técnicas esenciales en los acabados, pero estos procesos requieren considerables cantidades de recursos, como agua, energía, tintes y productos químicos. En los métodos actuales de estampado, los productos que se usan no se fijan por completo a la tela; estos residuos son eliminados con agua y posteriormente desechados en ríos y lagos, generando contaminación. Los métodos sostenibles como la impresión digital, impresión por sublimación, la impresión con pigmentos, impresión con tintes naturales, impresión por plasma y láser, y la impresión con ozono y enzimas ayudan a reducir los residuos y potenciar el avance sustentable (Hooda, 2025).

Durante siglos, los tintes naturales fueron usados constantemente en conjunto con mordientes como el alumbre en la tinción de fibras textiles naturales como el algodón, lino, seda y la lana. No obstante, su uso se redujo cuando se desarrollaron colorantes sintéticos. A pesar de ello, existe una constante insistencia de los fabricantes de brindar alternativas más ecológicas; por ello, el uso de los tintes naturales retornó en años recientes (Benli, 2024).

Asimismo, el uso de las fibras y tintes orgánicos se ha posicionado como una alternativa atractiva para marcas comprometidas a buscar opciones más ecológicas. Su progreso depende de varios factores, como las investigaciones en técnicas de extracción, purificación y mordentado; existe un mayor interés en estudios sobre cultivo de plantas y el respaldo del mercado. En la naturaleza existe una considerable variedad de plantas con propiedades tintoreras, pero no todas son aptas para el uso en los textiles; los colorantes aptos para el uso textil se seleccionan según uso no alimentario (Che & Yang, 2022).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez del color a la luz, al frote y al lavado. Respondiendo a la necesidad de contribuir con la disminución de la contaminación medioambiental, comprende de cinco capítulos estructurados en:

Capítulo I se aborda el planteamiento del problema, con su definición y el establecimiento de los problemas del estudio, el objetivo general planteado y los objetivos específicos; se enuncian las justificaciones y la hipótesis general y específicas.

Capítulo II se encuentra la recopilación bibliográfica, donde se describen los antecedentes internacionales, nacionales y regionales.

Capítulo III se detallan los materiales, la estructura del método que incluye el diseño metodológico, la población de estudio, muestras, las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de

datos; se indican los equipos, materiales, reactivos e insumos utilizados en la experimentación, etapas técnicas experimentales, proceso del diseño experimental y análisis estadístico.

En el capítulo IV se evidencian los resultados y discusiones.

En el capítulo V se encuentran las conclusiones obtenidas, recomendaciones propuestas, referencias bibliográficas y anexos correspondientes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Por su gran impacto en la actividad económica, el sector de la producción textil es uno de los más importantes. Sin embargo, también presenta importantes desafíos vinculados a la sostenibilidad ambiental, especialmente en lo que respecta al uso de insumos químicos, que tienen un impacto ambiental negativo. Además, es causante del 20% de la contaminación global del agua debido a los diversos tintes e insumos de acabado. La acumulación de alrededor de 500 mil toneladas de microplásticos en los mares es el resultado del lavado de textiles sintéticos (Parlamento Europeo, 2020).

De igual manera, la investigación realizada por Galván Agudelo (2022) indica que la industria textil ha llegado a producir de manera masiva y rápida para responder a las necesidades del consumidor. Esto conlleva que grandes industrias tengan que integrar procesos productivos de tintorería y acabados que están afectando a los principales recursos del planeta, como lo son los océanos y el aire (Galván Agudelo, 2022).

En procedimientos de acabado textil, como es el caso del tinturado, generan efluentes que afectan al medio ambiente debido a que, en estos procesos, un porcentaje de colorante no se fija en el material teñido y queda como agua residual, ocasionando alteración en el desarrollo de la vida acuática debido a que limitan la transmisión de la luz solar y afectan en el aspecto de su superficie (Ríos Donato et al., 2013).

Según Bernal Contreras y Núñez Gallego (2022), “en la industria de la estampación de textiles utilizan productos químicos, los cuales tienen compuestos cancerígenos, que por su composición o proceso por el cual se expone pueden ingresar al cuerpo mediante inhalación, ingestión o penetración cutánea” (p. 23).

Sin embargo, la implementación de insumos ecológicos en el estampado serigráfico podría ofrecer una alternativa más sostenible y respetuosa con el ecosistema, aunque aún no se ha investigado lo suficiente cómo estos insumos influyen en la calidad del producto final, específicamente en la solidez. A pesar de ello, el uso de tintes naturales es muy escaso en los procesos textiles. Esto se debe a que los tintes naturales requieren mayores tiempos de producción, siendo menos eficientes y económicos frente al uso de los tintes sintéticos; pese a ello, el uso de estos tintes sintéticos lleva a consecuencias negativas para el planeta (Fabregas, 2021).

En los años recientes, en el Perú se ha percibido un cambio en la mentalidad de los consumidores. Según señalan las respuestas a las encuestas, se tiene conocimiento de que existe el deseo de consumir productos más sostenibles. Sin embargo, los estudios de marketing muestran que lo que el consumidor desea y lo que en realidad termina comprando están determinados por aspectos como el precio, la disponibilidad, la accesibilidad, la percepción de calidad y el diseño (Clima de Cambios, 2020).

Las ovejas son criadas, generalmente, por campesinos, quienes pastorean su ganado en pastizales altoandinos. El valor de sus productos es determinado por los intermediarios o las ferias locales, siendo sus precios devaluados (Saldarriaga Lescano, 2022).

En la región de Puno, los ganaderos indican que el valor de la lana ha bajado bastante en comparación con hace 10 años, que tenía un precio de S/ 3.50, con una baja de solo S/ 0.50-0.80 por libra (Radio Onda Azul, 2022).

La diseñadora Miriam Batsi indicó que la producción de bayeta está siendo afectada por la inserción de prendas de bajo costo tinturadas con tintes químicos; esto afectó a la producción, ya que el conocimiento del arte de confeccionar esta bayeta es muy limitado (Gomez Castro, 2025). Estas situaciones reflejan la disminución de conocimiento de técnicas textiles tradicionales, lo que restringe las oportunidades económicas de los artesanos locales. El CITE Textil Camélidos de Cusco presenta diversas iniciativas relacionadas con la elaboración y aplicación de los colorantes naturales para el tinte en fibras vegetales y animales, considerando que los tintes naturales son sostenibles y ecológicos, ya que no se componen de químicos (CITE Textil Camélidos, 2023).

En la región de Puno, los dirigentes de las organizaciones artesanales de las localidades como Santa Lucía, Lampa, Paratía, Macusani, Juliaca, Puno, Palca, entre otras, reciben capacitaciones organizadas de parte del Instituto Tecnológico de la Producción (ITP). Los dirigentes adquirieron conocimientos sobre el método de obtención de tintes a partir de recursos naturales, como hojas, flores y cochinilla, además del proceso de pretratamiento y premordentado que se hace con las fibras o hilos de alpaca. Finalmente, se realizaron los procesos de teñido utilizando los cálculos apropiados para conseguir el tono requerido (Agencia Andina, 2022).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Pregunta general

¿Cuáles son los efectos del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez del color en el estampado, Puno - 2025?

1.2.2 Preguntas específicas

- ¿Cuál es el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez al frote?
- ¿Cuál es el efecto del estampado serigráfico textil en la tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez a la luz?
- ¿Cuál es el efecto del estampado serigráfico textil en la tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez al lavado?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Evaluar los efectos del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez del color en el estampado, Puno - 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez al frote del estampado.
- Determinar el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez a la luz del estampado.
- Determinar el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez al lavado del estampado.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Este estudio se justifica teóricamente al explorar el uso de insumos ecológicos en el estampado serigráfico textil, enfocándose en la evaluación de la solidez del color en la tela bayeta de oveja. Aplicando conocimientos técnicos existentes sobre la técnica de serigrafía, pero con un enfoque innovador en la sostenibilidad. Además, se examinan parámetros óptimos para asegurar una adecuada fijación del color, priorizando la relevancia del uso de tintes ecológicos en acabado textil como una opción sostenible. De esta forma, contribuirá a un campo poco estudiado, proporcionando nuevos conocimientos sobre la viabilidad de alternativas ecológicas enfocadas en promover prácticas más responsables en el sector textil.

Se justifica en la práctica al revalorizar técnicas ancestrales, métodos sencillos y sostenibles que permiten incorporar diseño y acabado estético a los textiles de la región utilizando insumos ecológicos. Este enfoque otorga un aporte adicional a la fibra de lana de oveja, ya que es importante en un contexto en el que la producción de lana ha sido afectada negativamente por el ingreso del mercado externo. Sierra y Selva Exportadora (2022) señaló que “en los últimos años, la producción de lana la cual está sujeta a las volatilidades del mercado externo ha tenido una evolución negativa de la demanda que ha afectado también los precios” (p. 4).

Al implementar estas prácticas sostenibles, se pretende fortalecer la competitividad de los productores locales, ayudándolos a adecuarse a las nuevas exigencias del mercado y a generar efectos positivos en la economía de la región.

Se busca emplear productos ecológicos en los estampados serigráficos; es esencial para abordar problemas sociales y ambientales que genera la industria textil. Al utilizar insumos de fácil acceso y menos agresivos en comparación con los tintes convencionales, se promueve una producción sostenible que minimiza la contaminación del agua y protege el ecosistema. Los tintes artificiales

son particularmente preferidos por su manejo sencillo, la variedad de colores disponibles y solidez. Sin embargo, su uso conlleva importantes desafíos ambientales y riesgos para la salud. Actualmente, se observa un mayor interés hacia los tintes naturales debido a su respeto al medio ambiente, fácil disponibilidad, asequibilidad, no toxicidad y sostenibilidad. Por lo tanto, los tintes naturales están ganando popularidad rápidamente como mejores alternativas a los tintes sintéticos. Alegbe & Uthman (2024) “La naturaleza cuenta con una rica diversidad de especies vegetales con diversos colores y propiedades que pueden aprovecharse en las industrias textil, de impresión, cosmética y alimentaria” (p.1.).

Como justificación metodológica en aspectos como intensidad de color y evaluación de solidez al color ante el lavado, el frote y exposición a la luz, la calidad mejora en cuanto a la variación de factores como los mordientes aplicados en procesos de teñido en fibras naturales. Un estudio realizado en teñido en lana de merino con tintes de origen natural indica que la variación de cantidad de biomordientes como el ácido ascórbico, el carbonato de sodio y el ácido tánico tienen un efecto significativo en la solidez. (Eyupoglu, Eyupoglu, Merdan, & Karakuş, 2024), de igual manera la adición de ligantes a la pasta de estampado permiten la mejora de solidez de color (Mottillo, 2021)

1.5 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis general

- El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez del color en el estampado, Puno - 2025.

1.5.2 Hipótesis específicas

- El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez al frote del estampado.
- El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez a la luz del estampado.
- El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez al lavado del estampado.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedente internacional

(Mottillo, 2021). Su estudio, denominado “Desarrollo de tinta textil serigráfica a partir de insumos de origen natural”, tuvo como objetivo general desarrollar tinta serigráfica artesanal, a partir de elementos de origen natural. La tinta obtenida fue compuesta por: Colorantes en baño y en polvo, mordiente (alumbre de potasio), ligante (almidón de maíz), aglutinante (resina de pino en estado sólido) y biocidas (clavo de olor). Para el control de calidad, realizó las pruebas de solidez al lavado, obteniendo mejores resultados los colorantes minerales, con resultados entre 4 y 5 en pérdida de color, 4.5 y 5 en transferencia de color; los colores vegetales resultaron entre 3 y 4 en cambio de color y 4 y 5 en transferencia de color. En la solidez a la luz, los colorantes minerales, el índigo y la cochinilla obtuvieron resultados de 5; otra parte de los colorantes, con valores de 4. En la solidez al frote, en colores oscuros y en húmedo, evidenciaron 2 a 2.3 y en seco de 3 a 4, mientras que para los colores claros, en húmedo con puntuación entre 3 a 4.5 y 4 a 5 en seco. Las limitaciones encontradas fueron: la superficie de aplicación, que demostró ser competente solo en telas de composición 100% algodón; en los estampados que presentan definiciones de grosor menores a 1 mm, la fijación de la pasta es menor en ciertos colorantes utilizados; finalmente, existe una limitación del producto, ya que requiere cuidados para su conservación.

(Kantheti & Mohapatra, 2024). En su investigación “Adopción de textiles ecológicos: serigrafía sostenible con Piper betel L”. Con el objetivo de revolucionar la industria textil adoptando un enfoque más sostenible para la impresión textil, la investigación se realizó sobre algodón 100%, al que se le realizó descruce, pretratamiento con tanino y aplicación de mordiente para una mejor fijación. Se empleó harina de cassia como aglutinante en una relación de licor 1:20, a la cual se añadió el tinte en una proporción de 4:3 y mordiente en porcentajes según el peso de la pasta. La estampación se realizó por serigrafía; las muestras se secaron al aire y posteriormente fueron vaporizadas en autoclave durante 1 hora; luego se realizaron enjuagues con jabón neutro. La evaluación de solidez de color fue realizada bajo normas IS: lavado (IS 3361-1979), luz solar (IS 686-1985), frote (IS 766-1956), transpiración (IS 971-1956). Para analizar intensidad de color, se usó el espacio de color Lab* con espectrofotómetro UV, además de una evaluación subjetiva conformada por 30 participantes que valoraron la calidad de color y claridad de impresiones. La aplicación de distintos mordientes resultó en distintas tonalidades: alumbre (amarillo pálido), sulfato de cobre (amarillo mostaza), sulfato ferroso (oscuro) y el cloruro de estaño (verde mehndi). En los valores CIE, el sulfato ferroso y cloruro estannoso presentan bajo luminosidad (L^*); el sulfato de cobre mostró matiz verdoso. En cuanto a cloruro de estaño y sulfato ferroso, se aproximaron a rojizo (a^*); en muestras de alumbre y sulfato de cobre indican tonalidad amarillenta (b^*). Los resultados revelan que el alumbre y el sulfato de cobre tuvieron mejores resultados de solidez en lavado, luz solar y frote, seguidos por el cloruro de estaño con buenos resultados, y el sulfato ferroso mostró un rendimiento entre moderado y bajo. En la evaluación, los valores más altos fueron el alumbre y sulfatos de cobre en la intensidad y claridad; el cloruro de estaño se aproxima también a estos mordientes; sin embargo, el sulfato ferroso obtuvo calificaciones más bajas.

(Al Tahsin, Saha, Saha, Saha, & Ahamed, 2025). En su estudio titulado “Desarrollo de un nuevo compuesto de impresión biodegradable y ecológico utilizando biomateriales sobre sustrato textil y evaluación de la caracterización”, desarrollaron un diseño experimental comparativo en el que se aplicó la serigrafía con insumos convencionales vs. sostenibles. El proceso se realizó sobre telas de algodón 100%, polialgodón (poliéster 63%-35% algodón) y lino 100%. Para obtener 100 g de pasta sostenible, se usaron 10 g de aglutinante ecológico (quitosano extraído del caparazón del camarón), 8 g de aloe vera como espesante, hidróxido de sodio, alginato de sodio, 5 g de pigmento, 1 g de polietilenglicol-400 (PEG-400), 1% de ácido acético y 76 ml de agua. Posteriormente, se realizó la evaluación de solidez de color de acuerdo a las normas internacionales: solidez al lavado ISO 105-C06, evaluada con la escala de grises, que resultó 3.4 a 4, pero tras 10 lavadas, la solidez aumenta de 4 a 4/5, mostrando una mejor retención del color con el tiempo, especialmente en lino; solidez a la luz ISO 105-B0 Grado 4, evaluada con la escala de lana azul con valores de 1-8; los resultados fueron entre 6-7 y 7, que indica una buena solidez frente a la exposición a la luz; solidez al frote en seco y húmedo siguiendo la norma ISO 105-X12:2001; los valores fueron de 3 - 3/4, la resistencia del frote en húmedo de entre 2 y 3.

(Sousa, 2019). Investigó el uso de los insumos ecológicos usados en la impresión textil como una opción para un proceso sostenible; su objetivo fue evaluar la factibilidad de los insumos naturales en el proceso de impresión serigráfica sobre algodón 100%. La fórmula del tinte constó de un espesante natural a base de tamarindo en polvo, mordientes (tanino y yerba mate), la resina de colofonia y la impregnación de sulfato de aluminio; este último favoreció la intensidad de coloración. Posteriormente, se analizaron las pruebas de solidez al color. Los resultados mostraron que la prueba de lavado en caliente y frío tuvo resultados óptimos con la adición de tanino y resina; la adición de resina de colofonia en la prueba de solidez al frote en húmedo y seco alcanzó el valor

más alto, 5; en la evaluación de sudor alcalino tuvo una calificación de 4 a 5. Asimismo, se observó que, sin la aplicación de mordiente y resina, los valores se aproximan a 1.

(Lucía Vaca Cárdenas, Eduardo Hidalgo Almeida, & Amada Núñez Mazza, 2020). En su investigación denominada “Aplicación de diferentes tintes naturales para la obtención de hilo orgánico de lana de ovino”. En la que evaluaron los tintes naturales de (amaranto, remolacha y nogal verde) para teñir 0.20 gramos de lana de oveja por muestra, comparados con teñido químico, el diseño aplicado. Se empleó un diseño totalmente aleatorio, utilizando la comparación de medias utilizando la prueba de Tukey y el análisis de varianza; para las variables que no cumplieron los supuestos paramétricos, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Se realizó la evaluación de calidad mediante la evaluación de la solidez a la luz, empleando el fotómetro Wool o escala Wool. También se utilizó la lastometría y el porcentaje de elongación de la lana ovina tejida. También se llevaron a cabo exámenes sensoriales que tienen que ver con la suavidad, el color y el tacto, los cuales fueron evaluados en una escala de puntos. El análisis de los resultados obtenidos determinó que no existieron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los tratamientos en términos de elongación, resistencia a la luz y lastometría. En cambio, resultaron significativas la evaluación sensorial, donde el tinturado con amaranto resulta el mejor (4.80 puntos) y el tacto (4.40 puntos). En la evaluación de blanduras, se definió que el valor más alto correspondió al amaranto (4.60), seguida por la remolacha con un puntaje de (3.90), mientras que el nogal con (3.02) y T0 (2.70) registraron los valores más bajos. En síntesis, el amaranto es el que resulta mejor en el teñido de lana de oveja.

2.1.2 Antecedentes nacionales

(Rojas Lazo, Mavila Hinojoza, & Rojas Pérez, 2011). En su estudio titulado Insumos ecológicos en la serigrafía textil: Caso peruano: se utilizó el eucalipto (*Eucalyptus*), la tara (*Caesalpinia spinosa*) y el chinchango (*Hypericum laricifolium*) como colorantes; se concluyó que el eucalipto tuvo un rendimiento superior. Para conseguir el colorante, se pusieron 100 g de hojas de eucalipto a macerar en 2 L de agua por siete días. Después, la mezcla se hirvió durante 90 minutos hasta que se llegó a una solución de color oscuro. Luego de que terminó este procedimiento, se llevó a cabo el filtrado y se obtuvo alrededor de 250 mL de extracto con colorante. Además, se analizó el pH del extracto y se registró un valor de 4,78, que es apropiado para teñir ropa y para utilizarlo en serigrafía. La pasta de estampado fue creada usando disolución de almidón en agua. Para lograrlo, se emplearon 2 ml de una disolución de sulfato de aluminio, 30 ml del colorante de eucalipto y 100 ml de la suspensión mencionada. En la etapa final, se homogenizó los componentes de la mezcla durante cinco minutos hasta lograr una pasta de textura uniforme, la que se empleó durante el proceso de estampado. Después, se utilizó una pistola de secado para fijar la tinta durante tres minutos. Seguidamente, se procedió a lavar con detergente y se permitió que se secase naturalmente, lo que mostró una leve pérdida de color. No se observó decoloración después del segundo lavado con detergente, el cual tuvo lugar dos días más tarde. La aplicación del producto final fue uniforme y la solidez a la hora de lavarlo fue apropiada.

(Taípe de la Cruz, 2022). En su investigación titulada “Influencia del tiempo y mordiente en el teñido de lana de ovino (*Ovis aries*) con Imillay (*Hypseocharis bilobata*)”, realizada en Huancavelica-Perú, se recurrió al acopio de la raíz de Imillay (*Hypseocharis bilobata*), con el propósito de analizar el efecto de la variación de concentración de mordiente, tiempo y colorante de teñido. Por teñido se utilizaron 3000 ml de agua y 15 g de fibra, variando concentración de

colorante 30 g y 60 g, el tiempo de teñido en 60 minutos y 120 minutos, la concentración de mordiente 15 g y 30 g de alumbre y la temperatura a 80°C y 85°C. La calidad se evalúa mediante los ensayos de resistencia del color. En la solidez a la luz en 3 y 4, el mejor resultado fue el de solidez al lavado; el nivel de cambio de color que se registró varió entre 1 y 2, y la transferencia de color entre 3 y 4. El mejor resultado en la solidez a la luz fue de la formulación 60 g de lana, mordiente 15 g, 60 min y 80 °C. En la solidez al lavado, los resultados fueron similares a los de las muestras de fibra. Siendo estas valoraciones aceptables, sin embargo, las variables estudiadas no resultaron significativas en la calidad de teñido.

(Soto Benito, 2017). En el trabajo denominado “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.*)” ejecutada en Acobamba – Huancavelica. El procedimiento que realizó constó del teñido; el agua destilada se usó en el método directo; el suero de leche fue el agente mordiente, mientras que la corteza (floema) y el tallo (xilema) del ayrampo fueron las fuentes del colorante. El parámetro que se varió fue el tiempo de ebullición, que fue de 40 min y 60 min. El control de calidad se evaluó en la intensidad de color medida mediante sistema CIELab. L* (luminosidad-claridad u oscuridad del color), a* (escala del verde al rojo), b* (escala del azul al amarillo), C* (croma - saturación o viveza del color), H* (tono - matiz), resultando en la mejor combinación la corteza con 40 min de ebullición con los valores: L* = 64.7 (claro), a* = 6.87 (ligeramente rojizo), b* = 45.07 (muy amarillento), C* = 45.37 (color vivo), H* = 81.33 (tono amarillento) y la mejor solidez al color con un valor de 4.

(Melgarejo & Espinoza, 2008). Su estudio titulado “La evaluación del teñido de fibras naturales con tintes extraídos de la manzanilla (*Matricaria chamomilla*)” tuvo como objetivo evaluar su desempeño tintóreo en lana de ovino y algodón. En la formulación del tinte se emplearon las flores

y hojas de la manzanilla mediante el método de ebullición en agua; como mordiente emplearon el alumbre en proporciones de (10% y 15%). El tinte se extrajo mediante el método de extracción por ebullición. Posteriormente, se realizó el teñido por el método de ebullición, alterando los tiempos del proceso entre 40 y 60 min para cada 50 g de sustrato. Los resultados evidenciaron que, en el caso de la lana, el tinte extraído de las hojas con un tiempo de ebullición de 60 minutos resulta más estable, en contraste con el tinte extraído de las flores, que presentó menor estabilidad. En el caso del algodón, no se encontraron variaciones notables al utilizar un mordentado del 10 % a lo largo de una hora de ebullición y luego, en tiempos de ebullición de 40 y 60 minutos, una proporción del 15 % del mordiente. Este estudio confirma que el empleo de mordientes ecológicos, como el alumbre, desempeña una intervención esencial en la fijación del color y la viabilidad sobre la utilización de colorantes vegetales en lana y algodón.

2.1.3 Antecedentes regionales

(Laura, 2018). Su investigación titulada “Extracción y caracterización de flavonoides a partir de las flores de misiq’o (*Bidens andicola*).” Con el objetivo de caracterizar y extraer flavonoides provenientes de las flores de misiq’o (*Bidens andicola*) en aplicaciones de teñido textil en la lana de oveja, la metodología se basó en la extracción de flavonoides de las flores mediante el método de Soxhlet, con alcohol de 94 % en un lapso de 180 minutos. Esto produjo una solución en la que posteriormente se realizó el secado; para realizar la purificación, se realizó con una mezcla de acetona, éter de petróleo y agua destilada (10 ml cada una). De la que se determinó 2% de grasa, 10.5% de humedad, 0.04% de cenizas y 11 gramos de colorante. Se verificó la presencia de flavonoides mediante el análisis por espectrofotometría, alcanzando 1.73% de flavonoides, y se aplicó una evaluación de infrarrojo para identificar los grupos funcionales y el compuesto que origina el color. El teñido de fibra se evaluó bajo distintos valores de pH y temperatura; como

mordiente se empleó ácido cítrico con cloruro de sodio. Los resultados evidenciaron que el mordiente con mejor efecto fue para el color amarillo con un $\text{pH} = 1$, el cual no presentó decoloración luego de la prueba solar; en contraste, el color anaranjado con un $\text{pH} = 9$ presentó una ligera pérdida de color. En conclusión, los indicadores recopilados corroboraron condiciones ventajosas, demostrando que el procedimiento utilizado es efectivo para la adquisición de colorantes naturales.

(Mamani, 2023). En su investigación titulada “Evaluación del efecto del pH y la concentración según el tipo de mordiente sobre la calidad del teñido con cochinilla sobre fibra de alpaca y oveja, Puno – 2022”, buscó evaluar la influencia del pH y de diferentes concentraciones de mordientes sobre la calidad del teñido con cochinilla en hilados de alpaca Huacaya y lana de oveja Criolla. La investigación se realizó mediante un enfoque hipotético-deductivo, con nivel explicativo y diseño experimental con $k=2$, trabajando con 3 tipos de fibra. Para la experimentación, los colorantes empleados fueron de la cochinilla y, como mordiente, el ácido acético, tartrato de potasio y ácido acético al 5%, manejando concentraciones del 5%, 10% y 15%. El procedimiento contempló la extracción del colorante seguida por el teñido, en los que se realizó la variación de concentración y pH del mordiente para evaluar la estabilidad y fijación del color. En una segunda fase se examinó el impacto de la influencia de un pH ácido en la adherencia del colorante. Finalmente, se realizaron los ensayos de solidez al frote, a la luz y al lavado frente al desgaste de color. Los datos fueron analizados usando SPSS. Al no evidenciar el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad ($p < 0,05$), se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis. Con la aceptación de la hipótesis alterna en la mayoría de los casos, evidenciando que tanto el pH como la concentración de mordiente afectan de manera notable la calidad del tejido con cochinilla en

sustratos de oveja criolla y alpaca. Se concluye que controlar estas variables es clave para mejorar la intensidad, fijación y estabilidad del color en los tintes naturales.

(Ramos Zapana, 2020). En la investigación “Obtención de colorante natural a partir de la remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *crassa*) para teñido de fibra de ovino”, la investigación constó de dos etapas: la extracción del tinte y el teñido de la fibra. En la primera etapa se realizaron los pasos de selección, limpieza, secado, trituración y extracción por reflujo, ajustando los niveles de temperatura (70°C, 78.5°C y 85°C). Con el fin de definir las condiciones que permitan el mayor rendimiento del extracto tintóreo. Los resultados obtenidos evidenciaron que la condición más adecuada fue la que se usó 3% de hidróxido de sodio, a 70°C y un tiempo de 20 minutos, logrando una absorbancia máxima de 0.975 según el análisis por espectrometría UV/VIS. Del mismo modo, el análisis por infrarrojo verificó la presencia de los grupos funcionales propios del pigmento; se detectó una banda asociada al auxocromo en 3309,16 y otra del cromóforo en 1637,6, que explican la manifestación de la antocianina. Durante la segunda etapa del estudio, el extracto fue fijado sobre las fibras de lana ovina mediante la acción de mordientes como sulfato de cobre (II) pentahidrato, sulfato de hierro (II) heptahidrato, jugo de eucalipto, limón, glutamato de cobre y cloruro de sodio. La evaluación de la solidez en el lavado final y la exposición a la radiación solar por ocho días. Los resultados mostraron que el colorante natural clasificado como antocianina, específicamente cianina-3-glucosido a una concentración de 0.012 mg/L, resultó tener buena afinidad con la fibra ovina, destacando una mayor fijación y menor pérdida de color cuando se usaron ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), limón, eucalipto y NaCl. El estudio determinó que condiciones de temperatura media y periodos cortos de tratamiento resultan ser más eficientes. Además, la antocianina proveniente de la remolacha forrajera es un colorante adecuado para teñir lana de oveja siempre que se apliquen mordientes apropiados, garantizando buena fijación y solidez al lavado.

(Condori, 2022). El estudio de solidez del color en el hilo de oveja se valoró en tres aspectos: resistencia al lavado, al frote y a la luz. La investigación siguió con un enfoque cuantitativo con nivel explicativo; el proceso se desarrolló mediante un diseño experimental factorial. Se efectuaron ocho tratamientos con tres réplicas, aplicando entre los factores la concentración de colorante, el tipo de mordiente y el tiempo de teñido, cada uno analizado en dos niveles. Los resultados se analizaron en Minitab 18 mediante el ANOVA para validar la hipótesis. Los resultados revelaron que el teñido a partir de colorante natural extraído de las hojas de eucalipto influye significativamente en la solidez del color, con un p-valor de 0.000, lo que confirma su influencia directa en la fibra de ovino. También se alcanzó un nivel de solidez 4 en la escala de grises, lo que indica un comportamiento adecuado de color al lavado, al frote y a la luz. Además, se determinó que los parámetros óptimos de teñido con este colorante natural consistieron en una concentración de 300 mL, 3 g de mordiente y un tiempo de 60 min.

(Sucasaca, 2022). En su investigación titulada “Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (Buddleja coriacea) en la solidez de color del teñido de fibras de alpaca, Puno 2021.”, aplicó una metodología cuantitativa, nivel explicativo y diseño experimental. La experimentación constó de ocho tratamientos con dos repeticiones. Los factores evaluados corresponden a temperatura, tiempo y concentración de mordiente en la resistencia del color en el teñido con inflorescencia de colli en fibra de alpaca. Resultando en un efecto significativo en la solidez al teñido con un p-valor de 0.006. Comprobando que los factores tiempo y temperatura influyen significativamente en el proceso de teñido. Se identificó que los parámetros con mayor eficiencia pertenecen a los factores 75 minutos (Tiempo de teñido), cremor tártaro 3,5 g/L (mordiente) a temperatura de ebullición, los que obtuvieron tonalidades aceptables y buena solidez de color.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Estampado

Es un proceso que constituye la aplicación de diseño sobre un tejido textil; se realiza utilizando colorantes en estado de pasta que permiten imprimir un diseño directamente sobre la tela, es decir, que genera bordes definidos según la forma del diseño en la cara del tejido; la figura generalmente no traspasa por completo al reverso del tejido.

El estampado textil es una de las prácticas más comunes tanto en la actualidad como en las culturas antiguas, como la egipcia, prehispánica y asiática. La humanidad, una vez encontrada la manera de cubrirse y protegerse del clima, adquirió habilidades artísticas de decorar sus atuendos con el propósito de diferenciarse según el sector social o gremio al que pertenecía. Cuanto más decorados eran sus atuendos, evidenciaban un grado de riqueza superior. En la actualidad se sigue preservando esta práctica, teniendo la misma finalidad: demostrar qué y cómo somos, nuestra cultura y de dónde venimos. (Agüero Servín, 2017).

2.2.2 Tipos de estampado

- **Direct to garment (DTG).** Es una técnica sencilla denominada impresión directa sobre la prenda o serigrafía digital. Es la versión mejorada de la serigrafía convencional. Este proceso es práctico, ya que se realiza una inyección de tinta con impresoras diseñadas especialmente para la serigrafía textil. Esta técnica facilita la estampación de una variedad de diseños con diversos colores y con mucha mejor precisión. Además, no requiere el uso de pantallas serigráficas, fotolitos, pulpos de serigrafía, limpieza de marcos y demás. (Angulo Castillo & Pérez Morales, 2022).
- **Vinilo textil.** El vinilo textil consiste en una lámina de material plástico que puede presentar cualquier color y diseño. Esta lámina, una vez recortada la imagen, se

transfiere a los sustratos textiles mediante una transferencia térmica usando una máquina termofijadora. Los diseños pueden presentarse desde letras hasta líneas finas que no se desprenden con el paso del tiempo, proporcionando un estampado de buena calidad con imágenes que no presentan aspectos cuarteados, como puede suceder en la serigrafía manual si el procedimiento no se realiza de manera adecuada.(Parra Andrade, González Acevedo, & Morán Montaña, 2022)

- **Transfer digital.** La metodología de transferencia digital está ganando un gran impulso, debido a su capacidad de producir imágenes fotográficas, diseños intrincados con degradados en un amplio espectro de colores, entre otras aplicaciones. Como la mayoría de las metodologías de impresión digital, se emplea papel especializado con un único lado estucado, sobre el que se imprime un motivo; posteriormente, se transfiere al sustrato textil aplicando calor, como es el caso de la producción personalizada de camisetas.

El procedimiento de impresión digital abarca fundamentalmente la fase inicial de preparación del diseño mediante una aplicación de software informático. Posteriormente, el diseño se imprime en vinilo blanco o transparente, lo que facilita el funcionamiento de un plotter de impresión y corte (un aparato de impresión especializado) (Garrampa, s. f.).

- **Sublimación.** En este método, el diseño se imprime en una lámina de papel, que posteriormente se transfiere al material al que se desea añadir imagen. El método emplea un pigmento en estado sólido que pasa directamente al estado gaseoso sin pasar al estado líquido. El resultado de la sublimación resulta en imágenes de alta

calidad que no presentan pérdida de color, no se desprenden, no se cuartean, no presentan desgaste con el paso del tiempo. (Kumar, 2021).

- **La serigrafía.** Es una técnica tradicional usada en distintos talleres de confección textil y es una de las técnicas más antiguas.

La palabra serigrafía proviene de la combinación entre vocablos latinos sericum y el francés graphie, que derivó en séricigraphie y luego en sérigraphie. Esta técnica permite imprimir documentos e imágenes creativas mediante la transferencia de tinta, utilizando un marco serigráfico que consiste en una malla estirada, la cual permite la superposición de figuras planas de color. Los diseños pueden ser plasmados en distintos tipos de materiales

(Garrido Alejandro, 2019).

Esta técnica de origen artesanal, con el pasar del tiempo, se ha convertido en un método semiindustrial. Es una de las técnicas más importantes de impresión de diseños, gracias a su procedimiento sencillo y bastante mecánico, lo que permite al operario o artista adecuarla con facilidad, utilizando los recursos que presenta esta técnica. Además, permite la impresión de diseños en diferentes materiales (textiles, papel, madera, cerámica, etc.). Esta técnica también tiene la capacidad de aplicar distintas tonalidades de color, tintas, emulsiones o pinturas especiales (Celestino Antúnez, 2020).

2.2.3 Variantes de la serigrafía

(Amigo, 2020).

- a) **Serigrafía manual.** Este método artesanal es realizado por el operario o artista, quien intercede en el proceso de estampado. El procedimiento comienza por colocar el diseño a estampar, que generalmente está en papel, que debe estar colocado apropiadamente, sin presentar ninguna arruga. A continuación, se coloca el tinte en la pantalla y, posteriormente, se procede a tirar de la racleta, arrastrando el pigmento y efectuando presión con movimientos a un solo sentido. Si el diseño presenta varios colores, es necesario utilizar diferentes pantallas según la cantidad de colores.
- b) **Serigrafía semiautomática.** Se realiza utilizando máquina de estampación con la intervención del operario, quien coloca en la plancha de la máquina el material a estampar. Este objeto no debe presentar ninguna arruga ni cámara de aire. El procedimiento final lo realiza la máquina de estampado.
- c) **Serigrafía en paraguas o pulpo.** Se denomina “paraguas” o “pulpo”, ya que la pantalla de estampación de la máquina está ubicada en varios brazos móviles, los cuales facilitan la estampación de manera eficaz y rápida.
- d) **Serigrafía automática.** En este proceso no es necesaria la intervención de un operario en el estampado. Este método es muy utilizado en el sector industrial, en una variedad de soportes y materiales.

2.2.4 Componentes de la serigrafía manual

- **Marco serigráfico.** Pueden presentar diferentes formas y tamaños, y deben ser rígidos para que estén bien tensionados, de modo que el diseño tenga la mejor definición posible y con un peso adecuado que facilite su manejo en el proceso de impresión. Los marcos

serigráficos existentes están hechos de diferentes materiales, entre los cuales se encuentran el acero, la madera y el aluminio. La madera generalmente no tiene buena estabilidad frente al agua y los disolventes. El acero presenta buena rigidez y robustez, pero debe ser galvanizado y usar pinturas adecuadas para evitar la corrosión. El aluminio, que es el más utilizado en la actualidad, es resistente a la corrosión (Vázquez Figueroa, 2016).

- **Mallas.** Las mallas forman la pantalla serigráfica; la malla es un tejido que se encuentra tensado en el bastidor. La calidad del estampado del diseño depende de la malla. El material textil que se utilizaba originalmente para la malla serigráfica era la seda, pero tras la Segunda Guerra Mundial se incluyeron los materiales sintéticos, las poliamidas (nylon) y el poliéster (Terylene). Estas fibras, al ser monofilamentos, ofrecen propiedades como mallas muy finas, buena resistencia al desgaste, estabilidad dimensional y resistencia a la abrasión, lo que permite obtener tejidos finos. (Vázquez Figueroa, 2016).
- **Racleta.** Es la pieza que está destinada a extender y presionar la tinta de la malla hacia el material a estampar. Consta de una tira de goma que, a su vez, está insertada en madera o en metal. Se compone del mango para sujetar y la goma; el mango puede ser de madera, plástico, metal o aluminio, siendo este último el más utilizado. En el caso de la goma, debe ser de un material blando, liso y con resistencia a la fricción. (Rivas Cuentas, s. f.).
- **Fotolito.** El fotolito representa un componente crucial para la serigrafía. Si el fotolito presenta una calidad de impresión deficiente, el acabado resultante y los detalles intrincados no cumplirán con los estándares deseados.

El fotolito consiste en una lámina de polímero transparente, generalmente fabricada de poliéster, sobre la cual se delinea el diseño previsto para la impresión. Este diseño se representa invariablemente en negro. Se parece a las diapositivas utilizadas en los

proyectors o a la película fotográfica contenida en una bobina, que posteriormente transfiere las imágenes al medio fotográfico cuando se ilumina. (García, 2013).

2.2.5 Tintas serigráficas

La terminología «tintas de serigrafía» se refiere a una gama de tintas de impresión que se distinguen por atributos específicos: la capacidad de atravesar sin problemas mallas finas. Además, poseen una viscosidad adecuada que facilita su manipulación por parte de la raqueta. Antes de adquirir, seleccionar o aplicar una tinta en particular destinada a la serigrafía, es imprescindible evaluar su adhesión, durabilidad, toxicidad, propiedades solventes, cobertura, cromaticidad, luminosidad, brillo, tiempo de secado, diluyentes, aditivos y materiales complementarios. (Reina A. & Velasco P., 2012).

- **Las tintas plastisol:** No se secan a temperaturas menores a 30 °C, por lo tanto, no se secan en el marco serigráfico, evitando la obstrucción de la malla; esta característica facilita la producción de diseños multicolores y trabajos con líneas finas. Una vez finalizada la impresión final, es necesario que la tinta se someta a un proceso de curado para garantizar su adhesión al tejido. (Reina A. & Velasco P., 2012).
- **Tintas solubles en agua:** La mayoría de las tintas solubles en agua muestran una propensión a la absorción por parte de los textiles y necesitan un entorno térmico comparativamente más bajo para el secado. Una camiseta personalizada que utilice esta categoría de productos puede colocarse bajo la luz del sol en un lugar seco.
- **Tintas a base de solventes:** A pesar de que las categorías antes mencionadas representan las opciones predominantes para la personalización de telas, las formulaciones a base de solventes son apropiadas para aplicaciones que involucran una amplia gama de sustratos, incluidos PVC, metales, cerámica o vidrio. Estas tintas cuentan con disponibilidad en los

mercados; no obstante, la gran parte de las formulaciones requieren la incorporación de diazo en polvo, que cumple la función de permitir a las emulsiones ser sensibles a la luz, facilitando su aplicación en el proceso de serigrafía (Saray, s. f.).

2.2.6 Elementos de la pasta serigráfica

Las pastas de estampación con pigmentos se conforma por cuatro productos fundamentales: “Materia colorante (pigmento), ligante (resina), espesante, productos auxiliares”(Reina A. & Velasco P., 2012).

2.2.7 Colorante

En el ámbito textil, los colorantes son sustancias que otorgan color a los elementos textiles. El material colorante que se añade a un material textil transforma la capacidad de reflexión de luz; transforma las longitudes de onda reflejadas en su superficie. Estas ondas, además, son captadas por la vista humana. (Esparza Encalada, 2016).

Para que una sustancia sea calificada como colorante, no solo debe tener una tonalidad propia o que se genere mediante una reacción química; es necesario que ese color sea transferible al material al cual se aplica. Por ello, existen compuestos cromógenos diseñados para distintos sustratos; es decir, sustancias productoras de color que se usan según el tipo de material.

Los colorantes son sustancias que generalmente son confundidas con los pigmentos, que se presentan en forma de polvos que requieren ser combinados con un agente adhesivo antes de aplicarlos en una superficie. Pasa lo mismo con las tinturas, las cuales son pigmentos o colorantes químicos disueltos en un medio líquido (como agua, alcohol o aceites) y se utilizan para dar color a los materiales como vidrio, papel, telas o madera. (Marín Castillo & Mejía Castillo, 2012).

2.2.8 Teoría de color

El color se comprende, en términos físicos, como una manifestación de energía lumínica. La luz se caracteriza como una parte del espectro electromagnético que es observada por la vista humana; no obstante, este planteamiento puede extenderse a otros tipos de radiación que no podemos visualizar, entre los cuales se encuentran los rayos gamma, microondas, el infrarrojo y el ultravioleta. (Pérez González, 2025).

La saturación, la luminosidad, la tonalidad y la temperatura son las cuatro propiedades esenciales del color. La temperatura tiene que ver con las impresiones subjetivas que produce, como la conexión del color rojo con lo cálido y del azul con lo frío. El tono señala el color; la saturación, su intensidad; y la luminosidad, el nivel de oscuridad o claridad. Sin embargo, esta percepción es relativa, porque entre las tonalidades de un mismo color se pueden diferenciar matices más cálidos o fríos. (Estudio, 2018).

Estas propiedades posibilitan la creación de conexiones cromáticas que están presentes en el círculo cromático de Munsell. Este círculo es una organización cíclica de los matices, la cual se basa en la longitud de onda y está organizada conforme al brillo y a la saturación. En este sistema, los colores que están uno al lado del otro son llamados análogos, y los que se encuentran en posiciones opuestas son conocidos como complementarios. (Estudio, 2018).

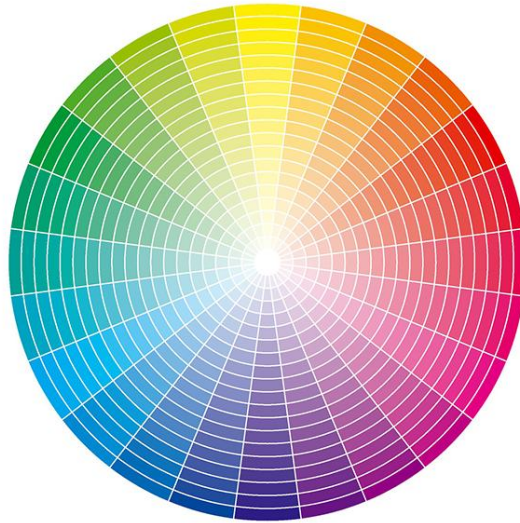


Figura 1. Círculo cromático de Munsell

Fuente. (Estudio, 2018)

2.2.9 Clasificación de los colorantes

(Marín Castillo & Mejía Castillo, 2012)

- **Según su origen**

Colorantes orgánicos. Son obtenidos de fuentes naturales como la clorofila, los carotenos o la riboflavina. Son obtenidos de diferentes métodos de extracción, como la fermentación o el tostado.

Colorantes minerales. Son aquellos compuestos como las lacas, el sulfato de cobre o el cromato de plomo. Actualmente no se utilizan en alimentos debido a que contienen iones metálicos que pueden resultar tóxicos.

Colorantes artificiales. Se pueden clasificar de distintas formas:

Tabla 1: Clasificación de los colorantes artificiales

Clasificación según tipo	Tipo o grupo
Por su composición química:	Derivados isoprénicos (carotenoides). Derivados tetrapirrólicos (clorofilas). Derivados de benzopirano (antocianos y otros flavonoides).
Por su solubilidad:	Hidrosolubles. Liposolubles. Insolubles.

Fuente. (Marín Castillo & Mejía Castillo, 2012)

En general, los colorantes también pueden agruparse de acuerdo con su aplicación o con su estructura química. Esta última clasificación depende del núcleo del compuesto. Entre los grupos más destacados se encuentran:

- **Azocolorantes:** incluyen el amarillo mantequilla y el rojo Congo.
- **Trifenilmetanos:** como el magenta y el violeta de metilo.
- **Ftaleínas.**
- **Azinas:** color malva.
- **Antraquinonas:** alizarina.

El índigo se define como un colorante de tina presente en la naturaleza en forma de glucósido cristalino denominado indican, las ftalocianinas, otro grupo notable de colorantes, se distinguen también por tener colores azules o verdes y una estructura similar a la de la clorofila.

Cabe destacar que los azocolorantes son los compuestos más utilizados en el sector industrial. Una categorización que se ha adoptado ampliamente clasifica a los colorantes en dos grupos principales según su origen: sintéticos (o artificiales) y naturales.

2.2.10 División de los colorantes naturales

- **Colorantes naturales:** sustancias que se añaden a los productos alimenticios.
- **Pigmentos naturales:** Son compuestos que aportan coloración a las plantas y, además de ser usadas en la industria textil, son utilizadas en la industria farmacéutica.
- **Tintes naturales:** Son los que se emplean para teñido de telas, madera, fibras y cuero.

2.2.11 División según método de aplicación

- **Colorantes directos:** Denominados de esta manera por presentar solubilidad acuosa que a la vez puede ser aplicada directamente al sustrato, también conocidos como sustantivos, ya que presentan una buena afinidad con los materiales celulósicos; entre ellos están el algodón y el rayón viscosa. Entre los materiales de los que se extrae el colorante están la cúrcuma, el mirobálano chebúlico y el annato (Kiron, 2022).
- **Colorantes de tina.** Nombrado colorante de la tina por su modo de preparación, ya que se elabora en envases comúnmente denominados tina, donde se puede almacenar y mezclar líquido; este es un método tradicional en el proceso de preparación de colorantes (Kiron, 2022).
- **Colorantes mordientes:** Nombrados de esa manera porque se utilizan agentes fijadores de origen orgánico o inorgánico. En este proceso, el cromo es ampliamente utilizado y por ello a veces es denominado también como colorantes de cromo (Kiron, 2022).
- **Colorantes ácidos:** Colorantes que logran fijarse por interacción de las moléculas de los grupos sulfónicos o carboxílicos con los grupos amino característicos de fibras textiles proteicas, como la seda y la lana (Kiron, 2022).

- **Colorantes dispersos:** Se caracterizan por tener poca solubilidad acuosa y presentan bajo peso molecular. Después de aplicar el mordiente, es necesario realizar un tratamiento con sales de cobre, cromo o estaño (Kiron, 2022).

2.2.12 Ventajas y desventajas de los tintes naturales

- **Ventajas.** Presentan menor toxicidad en comparación con los tintes artificiales, ya que parte de ellos se obtiene de plantas vegetales que se producen en el ecosistema y no necesitan adición de sustancias en un laboratorio; se extraen de materias primas renovables, ya que estas plantas que fueron utilizadas para extraer colorante se pueden volver a sembrar, cultivar y recolectar, además de biodegradarse en un corto tiempo e incluso ser destinadas a usarse como fertilizantes para sembríos; algunas de estas plantas poseen propiedades medicinales (Pampañaupa Cutipa, Quispe Pucho, & Pucho Cahuausanco, s. f.).
- **Desventajas.** Es necesaria la ampliación de una alta cantidad de materia prima para obtener tonalidades más intensas y duraderas; su tonalidad es menos intensa en comparación con los colorantes sintéticos que se comercializan; otra de sus desventajas es la dificultad de estandarizar la calidad de teñido en las fibras debido a que se hace más difícil realizar el mismo color y patrón (Pampañaupa Cutipa et al., s. f.).

2.2.13 Mordientes.

Los mordientes generalmente se presentan en minerales que son solubles en agua. Estos tienen ciertas propiedades que permiten a los tintes entrelazarse con los sustratos, logrando que el color sea más intenso. En algunos casos, la aplicación de mordiente en los tintes textiles hace que la solución tintorera pueda llegar a cambiar la tonalidad del tinte; la incorporación de los tintes textiles hace que el color sea óptimo frente a la resistencia del color a la luz, al lavado y a la

fricción. Otra manera de añadir mordiente al proceso de teñido, empleado por comunidades indígenas, fue el denominado “enjebar”, que consistía en añadir el material mordiente a los hilos y tejidos antes de introducirlos en el baño de tintura (Stanciuc Stanciuc De Palma, 2020)

Los mordientes se caracterizan por optimizar la fijación del color al sustrato; añaden brillo e intensifican el color, hacen que el tinte aplicado tenga mayor solidez a la luz y al lavado; las tonalidades obtenidas de una planta pueden ser más amplias con la aplicación del mordiente (Moldovan, 2016).

Tabla 2: Mordientes de origen mineral

Mordiente	Presentación/Características	Uso principal	Efecto en el color/fibra
Alumbre (Sulfato de Aluminio)	Minerales transparentes; solidez de color a la luz medianamente	Como pre mordentado antes del tinturado, junto al cremor tártaro.	Mantiene la tonalidad, intensificándolo.
Bitartrato de potasio (Cremor tártaro)	Polvo con aspecto cristalino, gris rojizo, con poca solubilidad acuosa	Para pre mordentado, generalmente junto al alumbre	Contribuye mejorando la fijación, dándole textura similar al azúcar
Sulfato de hierro	Es una sal aplicada luego del tinturado	Después del tinturado	se obtiene un matiz oscuro, además de disminuir la flexibilidad de la fibra
Sulfato de cobre (Caparrosa azul)	De color verde opaco; presenta alta solidez al agua y luz	Puede ser en el proceso de tinturado o luego.	Incrementa la solidez, otorga resistencia
Bicromato o dicromato de potasio	Cristales grandes de color anaranjado intenso, con alta estabilidad y solubilidad acuosa	Aplicado directamente como mordiente en el tinte.	Aumenta la solidez y alta adherencia del color
Cloruro de sodio (Sal de mesa)	Cristales incoloros	Dentro del proceso de tinturado.	Facilita la impregnación del color en el material.

Fuente.(Obando Portillo, 2013)

Tabla 3: Mordientes de origen vegetal

Mordiente	Presentación/características	Uso principal	Efecto en el color/fibra
Vinagre (Acido acético)	Vinagre de uva, plátano o manzana	En el proceso de mordentado.	Optimiza la fijación, aporta luminosidad.
limón (Ácido Cítrico)	Jugo de limón natural	Durante el tinturado.	Suaviza las tonalidades intensificando el color.
Taninos	Sustancias presentes en frutos y cortezas (tara, te, café, roble, coco, etc.)	Procedimiento luego de la aplicación de alumbre.	Provee tonalidades más intensas y aporta en la solidez del color frente a la luz solar
Lengua de Vaca (Rumex crispis)	Planta de uso por los peruanos tradicionalmente	En los tinturados oscuros.	Fortalece el mordentado acentuando los tonos oscuros

Fuente. (Obando Portillo, 2013)

2.2.14 Espesante.

El espesante permite que el agua se mantenga inmóvil, dándole viscosidad a la pasta de estampado. El agua sirve como disolvente de los colorantes y sustancias químicas. En cambio, las pastas de estampación se distinguen por su textura viscosa y no tienen color; esta característica es obtenida mediante la disolución previa de polímeros naturales o sintéticos. Un espesante adecuado debe tener en cuenta lo siguiente: la firmeza de la pasta, la adherencia del diseño impreso, que no afecte el rendimiento del tinte, que se remoje fácilmente, que se mantenga en estado líquido, su higroscopicidad y que su precio no sea elevado. (Raimondo Costa, 2010).

2.2.15 Ligante

Está formada por macromoléculas que se entrelazan entre sí y, como consecuencia, forman una película transparente que se incrusta en el material textil, el cual retiene el pigmento. Esta adherencia se genera en el proceso de fijación del estampado, por medio de calor, secando la pasta de estampado y modificando el pH de esta (Raimondo Costa, 2010).

2.2.16 Lana de oveja

Fibra textil orgánica y natural que se extrae mediante el método de la esquila del cuerpo de la oveja (*Ovis Aries*) Tinoco Gómez (2014) señala que:

Está formada en los folículos de la piel del ovino que integra el vellón del animal. Constituye una fibra suave y rizada, que en forma de vellón recubre el cuerpo de las ovejas. Está formada a base de la proteína llamada queratina, en torno al 20-25% de proporción. (p. 74)

La fibra es el pelo del ovino, que presenta en su superficie escamas solapadas con bordes salientes, condición que le permite el fieltrado o la repelencia al agua. Está compuesta por porcentaje de cortical y molecular que posibilitan la absorción del agua; llega a presentar un diámetro de entre 12 hasta 120 micras, variando según las condiciones de la oveja de la que se está extrayendo la fibra. Estas condiciones pueden ser la raza y la zona del cuerpo de la cual fue extraída la fibra. El largo de la fibra puede variar entre 20 y 35 (Tinoco Gómez, 2014)

2.2.17 Estructura morfológica de la lana

Formada principalmente por queratina, proteína que igualmente está presente en el cabello y en las uñas humanas, la fibra presenta una superficie escamosa que le confiere propiedades aislantes y resistencia. (Toaquiza Anguisaca, 2025)

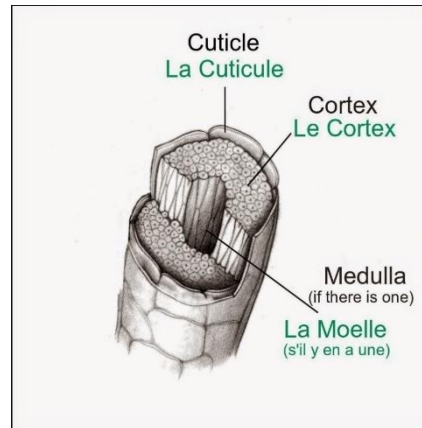


Figura 2. Estructura morfológica de la lana

Fuente.(Toaquiza Anguisaca, 2025)

La lana está compuesta morfológicamente por la cutícula, el córtex y en, algunos casos, las fibras finas presentan la medula.

- **Cutícula:** Es la capa externa de la fibra formada por escamas; la presencia de escamas depende del grosor de la fibra; mientras más fina la fibra, presenta más escamas, recubriendo casi toda la fibra; en cambio, mientras más gruesa la fibra, son menos visibles en microscopio y la cantidad de escamas es mayor. Representa el % de la fibra y está recubierta por epicutícula que presenta propiedades de resistencia y repelencia a los químicos; además, se divide en exocutícula (externa) y endocutícula (interna) (Alonso, 2015).
- **Córtex:** Representa cerca del 90% de la fibra y define la gran parte de sus propiedades. Está compuesta por dos tipos celulares: ortocorticales (más reactivas y teñibles) y paracorticales (más regulares y menos activas químicamente). La forma en que se

combinan estos dos tipos de células genera el aspecto rizado de la lana, el ortocortex ubicado en la parte convexa, mientras que el paracortex en la cóncava de la onda. Siendo esta distribución la que define la intensidad del rizo (ejemplo: mohair sin rizo, merino bastante rizado) (Alonso, 2015).

- **La médula:** Se caracteriza por presentar una estructura similar a la de un panal, donde se alojan espacios llenos de aire, favoreciendo al aislamiento térmico de la fibra .La médula no siempre está presente en todas las lanas, sino que se presenta en las gruesas y medianamente gruesas (Soto Benito, 2017).

2.2.18 Propiedades de la lana de oveja

Tabla 4: Propiedades físicas de la lana de oveja

Propiedad	Descripción	Importancia/Observaciones
Color y brillo	Capacidad de refractar la luz, no presenta pigmentación y matices amarillentos.	Factor importante para teñido
Resistencia a la tracción	Resiste fuerzas de tracción hasta el límite de ruptura.	Factor clave en las operaciones de cardado y peinado
Flexibilidad	Puede resistir al doblado sin romperse.	Permite la durabilidad de la fibra.
Elasticidad	Presenta elongación y retorna a su forma original 50% en seco y 30% húmedo.	Mejora el confort y durabilidad en el uso
Higroscopicidad	Tiene capacidad de absorber la humedad, manteniéndola retenida.	Es determinante en el teñido, en la comodidad, en el uso.
Conductividad térmica	Protege tanto del frío y del calor.	Otorga propiedades de aislamiento térmico a factores externos.
Capacidad de filatura	Es apta para transformarla en hilos.	Fundamental para la industria textil
Afieltrado	Se convierte en tela sometiéndola a humedad y presión.	Empleado para producción de fieltros.

Fuente. (PROLANA, 2018)

Tabla 5: Propiedades químicas de la lana de oveja

Propiedad	Descripción	Importancia/Observaciones
Resistencia a la combustión	No genera llama.	Empleada para fabricar recubrimientos y ropa de protección.
Sensibilidad a los álcalis	Es susceptible a la hidrólisis, ya sea total o parcial en medio alcalino.	Un factor de importancia en el tinturado y acabados textiles.
Resistencia a los álcalis	Posee una alta resistencia.	Indispensable en procesos de carbonizado y coloración textil.
Sensibilidad a la temperatura	El calor dilata enlaces químicos.	Factor esencial en las etapas finales, como el acabado textil.

Fuente. (PROLANA, 2018)

2.2.19 Bayeta

Esta tela generalmente se elabora en la altura de los Andes, donde son confeccionadas por los criadores de animales como el ovino y los auquénidos. El empleo de telares para el tejido de esta tela ha venido preservándose por varias generaciones; sin embargo, con la industrialización y la aparición de los diferentes géneros textiles, ha ido perdiendo (Moscoso Molina, 2023).

2.2.20 Pruebas de solidez al color

- **Solidez del color.** Hace referencia a la capacidad de un tejido a mantener su colorante original ante diferentes factores externos que pueden surgir con el uso. Dicho de otra manera, la solidez del color mide la resistencia del color frente al desvanecimiento o la transferencia del tinte en productos teñidos o impresos sobre un textil, al ser sometido

a diferentes influencias como al agua, a la luz, al frote, lavado o transpiración (TESTEX Textile, 2017).

- **Solidez al lavado.** El análisis de solidez del color al lavado mide la resistencia, la capacidad del tejido de mantener su color frente a los efectos del lavado. Esta evaluación determina cómo el proceso de lavado, tanto doméstico como industrial, afecta sobre el color del textil, siendo ensayos de gran importancia en productos que se lavan con frecuencia, como las prendas de vestir, sábanas o textiles clínicos (QIMA, 2025).
- **Solidez de color a la luz:** Es la medida de la permanencia del tinturado de una tela con respecto al grado de degradación bajo la irradiación de la luz solar o luz artificial. La decoloración de un material teñido se produce mediante la absorción de energía luminosa, lo que provoca que las moléculas se dispongan o se reorganicen, causando decoloración. El desvanecimiento del color varía según la procedencia de la fibra. En el caso de las fibras celulósicas, ocurre mediante la oxidación de los colorantes debido al aire en presencia de la luz, mientras que en las fibras proteicas se producen por reducción (GESTER Instruments, 2019).
- **La solidez al frote:** Es la capacidad de resistencia de color de los textiles sometidos a rozamiento o manchado con otros materiales textiles. Es una de las pruebas más importantes, ya que una prenda o material textil puede estar expuesto a fricción con otras prendas o materiales textiles, lo que puede ocasionar la decoloración de la tela teñida. Esta prueba se realiza mediante la fricción, ya sea en seco o en húmedo (GESTER Instruments, 2021).

2.2.21 Escala de grises

La escala de grises ayuda a valorar el nivel de solidez de color de los textiles que se someten a diferentes pruebas. En el ámbito se utilizan dos tipos de escalas: la escala de grises aplicada para el cambio de color y la escala de grises a la pérdida de color. La primera está formada por nueve pares de fichas en tonos grises neutros, sin brillo, que permiten observar variaciones cromáticas que se producen en los ensayos de solidez al color, sobre todo frente a la luz y el lavado. La segunda versión consiste en nueve pares de fichas grises y blancas, sin brillo, que muestran el grado de pérdida de color y sirven para determinar la transferencia de color a tejidos blancos adyacentes durante las pruebas, como lo indica la norma ISO 105-A03 (JARP, s. f.).

La calificación de la solidez de color se realiza mediante una escala progresiva que va desde la nota 5, correspondiente a la ausencia de variaciones visuales, siendo la mejor calificación, mientras que la calificación 1 muestra una alteración de color considerable, considerada la más baja. Esta escala de grises contempla nueve valores: 5, 4-5, 4, 3-4, 3, 2-3, 2, 1-2 y 1. En las pruebas de solidez al color, esta escala permite medir la diferencia cromática entre la muestra original y la tratada; los cambios pequeños pueden ser aceptados, mientras que los cambios pronunciados son rechazados (Kiron, 2021).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca, sede Ayabacas, ubicada en la carretera Juliaca-Caminaca, tanto el proceso de experimentación para obtención de las muestras como los ensayos de solidez al color.

3.2 DISEÑO METODOLÓGICO

3.2.1 Tipo de investigación

Esta investigación corresponde al tipo aplicada: “La investigación aplicada parte (por lo general, aunque no siempre) del conocimiento generado por la investigación básica, tanto para identificar problemas sobre los que se debe intervenir como para definir las estrategias de solución” (Huaire Inacio, 2019, p.8).

Llamada también dinámica o activa, pretende validar la teoría con la práctica; está orientada a analizar y aplicar situaciones concretas, con el propósito de la aplicación práctica y no en su desarrollo teórico (Tamayo y Tamayo, 1994).

3.2.2 Nivel de investigación

Es de nivel explicativo, donde se busca la explicación de un fenómeno, estableciendo una relación causal entre distintas variables mediante la comprobación de la hipótesis que explica el comportamiento de un fenómeno (Ramos Galarza, 2020).

3.2.3 Diseño y método de investigación

“Los resultados del diseño factorial de dos factores pueden ampliarse al caso general en que hay a niveles del factor A , b niveles del factor B , c niveles del factor C , etc., dispuestos en un experimento factorial. En general, habrá $abc\dots n$ observaciones totales si se hacen n réplicas del experimento completo. De nueva cuenta, observe que es necesario un mínimo de dos réplicas ($n \geq 2$) para determinar una suma de cuadrados debida al error si todas las interacciones posibles están incluidas en el modelo” (Montgomery, 2004, p.194).

Para el estudio se aplicó un diseño factorial general 3x2 por que examina dos factores con distintos niveles, con la finalidad de identificar su influencia tanto individual como en conjunto en la solidez al color.

- **Factores independientes**

Mordiente (ácido acético), con tres niveles: 3%, 5% y 10%

Ligante (resina de pino), con dos niveles: 0g y 0,15g.

- **Factor dependiente**

Pruebas de solidez de color al lavado, frote y a la luz.

Tabla 6: Datos del diseño experimental

Concepto	Cantidad
Combinaciones: 3 niveles de ácido acético × 2 niveles de resina de pino	6
Réplicas	3
Muestras	6 × 3 = 18
Pruebas solidez de color al lavado, al frote y a la luz.	3
Total	18 × 3 = 54

- **Modelo experimental**

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} representa el factor dependiente la solidez al color obtenida en la réplica k para el nivel i mordiente y nivel j ligante. Los términos μ , A_i , B_j , $(AB)_{ij}$ representan la media general, efectos principales e interacción e ε_{ijk} error experimental aleatorio.

Según las características del estudio, presenta un diseño experimental.” Los diseños experimentales manipulan y prueban tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control” (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista, 2019, p.152). Por su parte Tamayo y Tamayo (1994, p 47) señala que “se desarrolla al alterar una variable experimental en situaciones controladas, para identificar las razones por las que genera un fenómeno específico”.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población investigada se encuentra compuesta por telas bayeta de oveja, fabricadas artesanalmente y aptas para ser sometidas al estampado serigráfico, como también insumos ecológicos empleados para realizar el tinte natural para el estampado, como el ácido acético para mordiente y la resina de pino como ligante.

La población, conocida también como población objetivo, corresponde al conjunto finito o infinito de elementos que presentan atributos comunes, y que son parte del universo al que se dirigirán los resultados de la investigación. Se delimita a partir del problema y los propósitos del estudio (Arias Fidias, 2012).

Criterios de inclusión

- Bayeta compuesta de 100% fibra ovina
- Color del material blanco uniforme
- Tela nueva con superficie homogénea
- Bayeta cruda sin tratamiento previo

Criterios de exclusión

- Bayeta con fibras o mezcla sintética
- Telas con daños físicos o contaminación
- Telas con tratamientos previos
- Irregularidad en las dimensiones de la tela

3.3.2 Tipo de muestreo

El estudio presenta un muestreo no probabilístico, también denominado muestreo sesgado, dado que el investigador determina, según su criterio y en la información previa que posee de la población, al fin de determinar qué categorías o elementos son los más idóneos y representativos del fenómeno investigado (Tamayo y Tamayo, 1994).

Para la realización del experimento se utilizaron 18 muestras de tela para la evaluación de solidez al lavado, 18 muestras de tela para la evaluación de solidez al frote en seco y 18 muestras de tela para la evaluación de solidez a la luz, sumando un total de 54 muestras evaluadas.

3.3.3 Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño muestral, se tomó en cuenta el diseño experimental, según los factores como el mordiente (ácido acético), ya que es un elemento fundamental para el fijado de color en el estampado, y la resina de pino como ligante con dos niveles, esto con la finalidad de determinar su participación, incrementar la solidez al color o, al contrario, que no influya.

Se trabajó teniendo en cuenta tres niveles de concentración de ácido acético y dos niveles de resina, de los cuales se obtuvieron 6 combinaciones experimentales. Cada una de estas se repitió 3 veces; como resultado, se obtuvieron 18 muestras. Las cuales fueron evaluadas en tres pruebas de solidez al color: al lavado, a la luz y al frote, obteniendo en total 54 pruebas evaluadas. El análisis tuvo como propósito de identificación de la influencia del mordiente y el ligante para el estampado serigráfico en tela bayeta de oveja.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Técnicas

El proceso técnico utilizada para ejecución en el estudio fue la experimentación en laboratorio del proceso de estampado en tela bayeta de oveja con insumos ecológicos, realizando variación de concentraciones de ácido acético como mordiente y resina de pino como ligante (variables independientes), con la finalidad de determinar los efectos en la solidez de color (variable dependiente).

3.4.2 Instrumentos de registro

Las fichas de recolección de datos fueron la herramienta técnica clave para registrar de manera sistemática, ordenada y confiable la información producida a lo largo de la etapa experimental. Este instrumento fue creado de manera organizada según variables.

Registro de variables independientes: Se registraron con exactitud las unidades experimentales que correspondían al diseño factorial, especificando las concentraciones de mordiente (ácido acético en 3%, 5% y 10%) y ligante (resina de pino en 0.00 g y 0.15 g).

Documentación de variables dependientes (intensidad del color): Se pudo registrar la información cuantitativa lograda en los ensayos de laboratorio gracias a la ficha. Concretamente, para evaluar la degradación (cambio de color) y la transferencia (manchado), se documentaron los valores de la Escala de Grises, siguiendo las normas nacionales e internacionales sobre textiles.

3.5 MATERIALES Y RECURSOS PARA LA EXPERIMENTACION

3.5.1 Materiales.

Tela bayeta de oveja, pétalos de las flores sunila (*Bidens andicola*), mortero, recipientes de acero inoxidable, colador, pantalla serigráfica, raqueta, tela multifibra, tela testigo.

3.5.2 Equipos.

Estufa eléctrica de dos hornillas, horno de secado, balanza de precisión, equipo de ensayo de solidez al frote, equipo de ensayo de solidez al lavado, equipo de ensayo de solidez a la luz, vasos precipitados, espátula de laboratorio, fiolas aforadas, jeringas, jarra medidora, varilla de agitación.

- **Estufa**

Se utilizó la estufa eléctrica de la marca Digitronic modelo 2005152. Funciona como un dispositivo de ajuste de temperatura y temporizador; ofrece la función de ajustar los periodos preestablecidos según la lectura de sensores térmicos. Sirven para realizar ensayos bacteriológicos, secado y esterilizado.

- **Gyrowash**

Se utilizó el Gyrowash en el cual se colocan contenedores de acero inoxidable con proposito de evaluar la solidez de color en función de un cambio de las características de color después del lavado sobre materiales textiles y cueros.

- **Abrasimetro**

Se trabajó con el equipo Abrasimetro, que sirve para determinar el grado de solidez de color al frote en seco o húmedo tras la transferencia de color de una tela ante otra tras la fricción.

- **Textes**

Se usó el equipo Textes modelo TF422

- **pH metro**

Un medidor de pH es un dispositivo indispensable en los laboratorios para identificar la acidez y alcalinidad de las soluciones. Todos los campos, como la química, la biología, las ciencias ambientales, la alimentación y la industria farmacéutica, necesitan medidores de pH debido a su precisión operativa. Proporcionan una medición precisa del pH y son útiles en el tratamiento de aguas, la agricultura, el procesamiento de alimentos y en laboratorios.

3.5.3 Reactivos y productos

Ácido acético, almidón comercial de maíz, resina de pino, agua destilada, detergente para solidez al lavado, detergente para humectación de la lana, cremor tártaro, alumbre.

3.5.4 Otros instrumentos y materiales de apoyo

Cinta masquin, tijera, máquina remalladora de coser, impresora, cámara, lapicero, bata de laboratorio, mascarilla de protección, guantes desechables.

3.6 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.6.1 Obtención de materiales

La tela bayeta de lana de oveja utilizada en la investigación, procedente del distrito de Ayapata, provincia de Carabaya, Puno, Perú, fue adquirida con la colaboración de un familiar, quien facilitó el contacto con un artesano del distrito; de esta manera se aseguró de que la tela sea de material 100% lana y realizada de manera tradicional.

Las flores sunila (*Bidens andicola*) fueron recolectadas manualmente, en estado fresco para la posterior extracción de colorante natural. La recolección se realizó en los meses de febrero, época en la que la planta se produce abundantemente; posteriormente, se llevó a secar en un ambiente ventilado y sin exposición al sol, con el propósito de no perder sus propiedades tintóreas.

3.6.2 Humectación de la tela bayeta de oveja

El incrementar la humectación de la fibra, condición necesaria para facilitar la absorción y fijación del pigmento, tratamiento previo, se realizó con el propósito de retirar impurezas del hilado de la fibra. Para ello, se empleó agua destilada y el humectante Invadina DA en una concentración de 3 g/L, disuelta en agua destilada, manteniendo una relación baño:material de 1:20 g/ml. El procedimiento se realizó en un tiempo total de 4 minutos, con un rango de temperatura que alcanzó hasta 50°C.

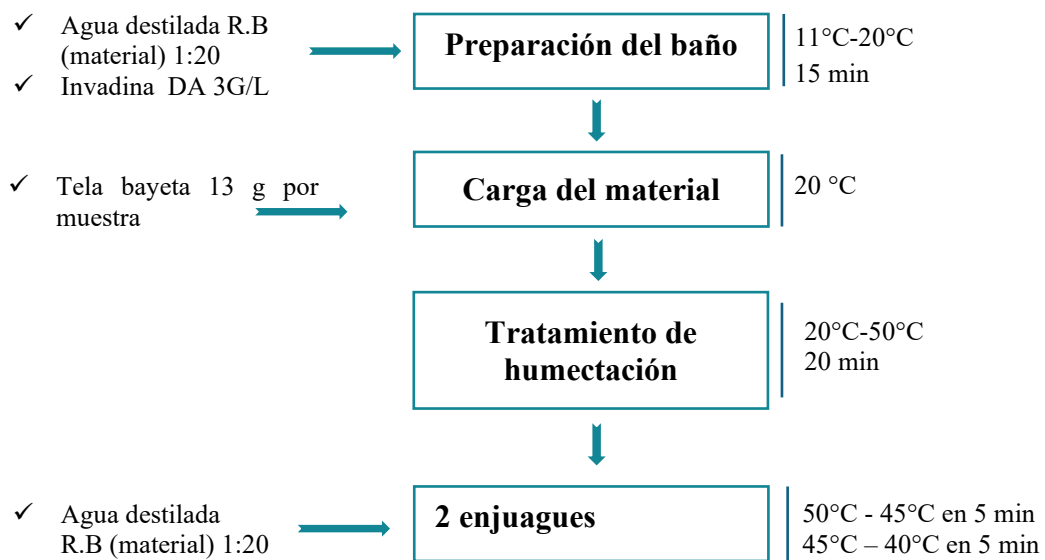


Figura 3. Diagrama de flujo de lavado y humectación de la lana

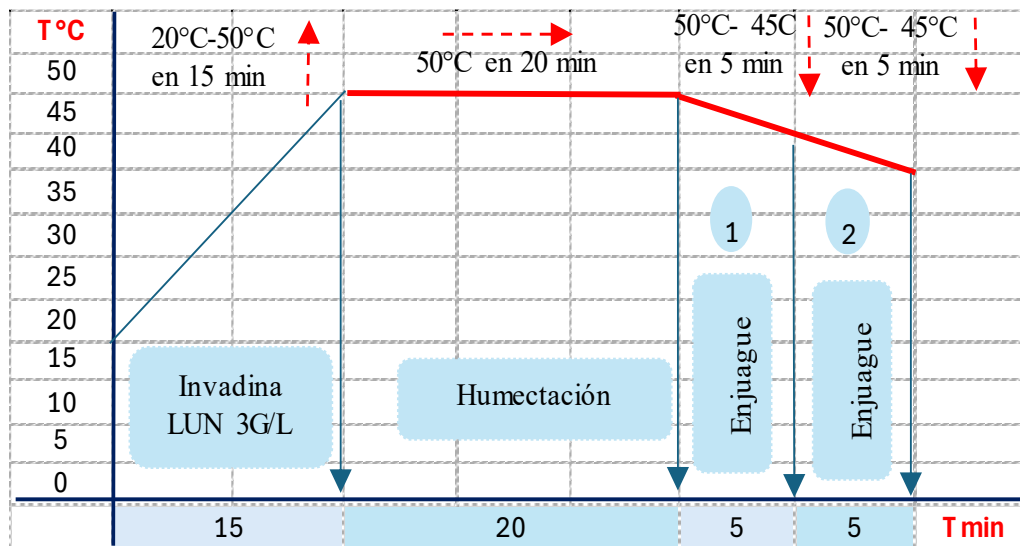


Figura 4. Curva de humectación de la lana



Figura 5. Procedimiento de humectación de la tela bayeta de oveja

3.6.3 Premordentado de la tela bayeta de oveja.

El premordentado se realizó utilizando una solución de alumbre al 21 % y bitartrato de potasio al 12 %, en una relación de baño 1:10 con respecto al material. Posteriormente, la solución se llevó a la cocina eléctrica bajo agitación constante, con el fin de lograr su completa homogeneización. Una vez que la temperatura alcanzó los 20 °C, se incorporaron las telas, con un peso aproximado de 13 g y dimensiones de 12 × 14 cm por muestra, y se elevó la temperatura hasta 50 °C durante 35 minutos. Concluido este tiempo, se realizaron dos enjuagues y el escurrido correspondiente; finalmente, para el secado de las muestras se utilizó la estufa eléctrica a 70 °C.

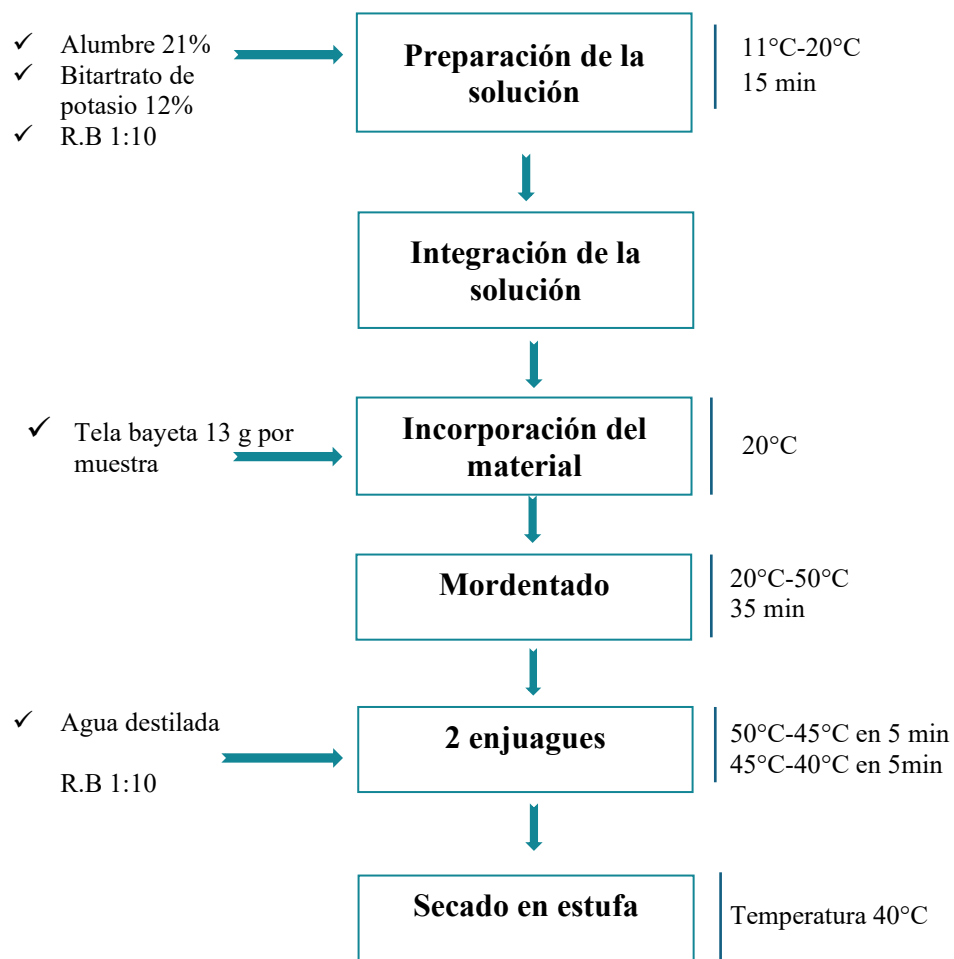


Figura 6. Diagrama de flujo de procedimiento del premordentado

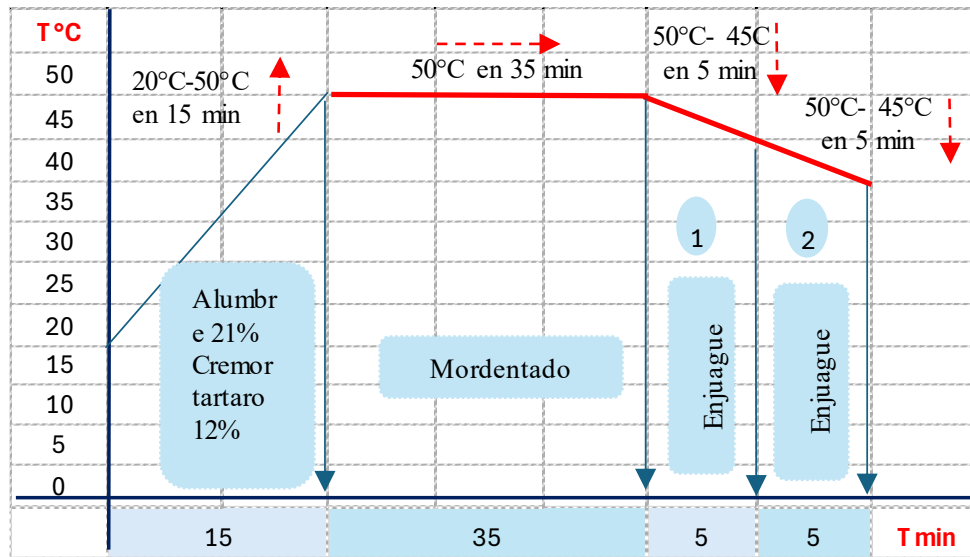


Figura 7. Curva de premordentado de la tela bayeta de oveja

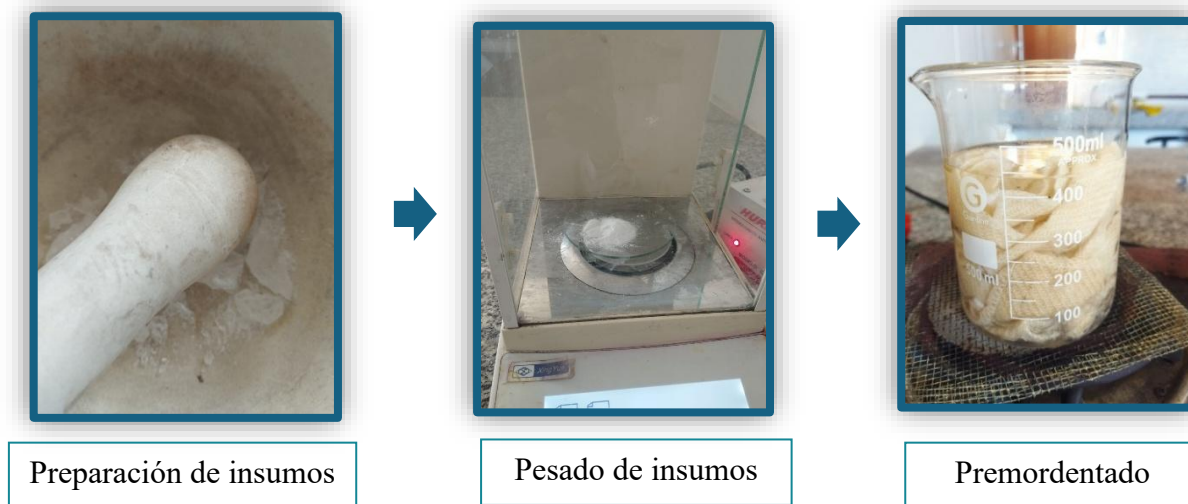


Figura 8. Procedimiento de premordentado de la tela bayeta de oveja

3.6.4 Extracción del tinte

El método seleccionado para este procedimiento fue la dilución con alcohol, el cual actúa como solvente para extraer el pigmento presente en los pétalos de la sunila (*Bidens andicola*). Este método fue elegido debido a que el método convencional de extracción por ebullición puede provocar la oxidación del pigmento, generando alteraciones indeseadas en la tonalidad del color obtenido.

- **Selección y extracción de pétalos.** Una vez secas las flores, se procedió a seleccionar las flores, con el objetivo de quitar hierbas, tierra, piedras u otras impurezas presentes en el material recolectado; posteriormente, se extrajeron con mucho cuidado los pétalos. Esto asegura que el tinte que se obtuvo sea únicamente de los pétalos, donde se encuentra el color amarillo propio de la planta.

Antes de la extracción del tinte, se realizó una valoración inicial para establecer la cantidad correcta de pétalos de sunila (*Bidens andicola*). Se utilizaron ocho probetas, cada una con un volumen un 1 litro de alcohol a las que se les incorporaron diferentes cantidades de pétalos: 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 gramos.

- **Disolución de pigmento.** Las probetas se cerraron de manera hermética y se llevaron a disolución durante 73 horas, lapso en el que se observó la transparencia de color. Una vez concluido este procedimiento, se llevó a cabo una valoración visual del color resultante, tomando en cuenta los principios de la teoría del color, como el valor, el tono y la saturación. Se observó una intensificación de tonalidad al aumentar la cantidad de pétalos, pero la relación de 70 g de pétalos por litro de alcohol proporcionó un color estable, uniforme y visualmente definido, manteniendo el matiz base amarillo del tinte natural. Por

esta razón, se eligió esa proporción para el procedimiento de extracción y obtención del tinte acuoso.

- **Filtración.** Se realizó la filtración de la solución obtenida en el proceso de maceración, con el objetivo de separar los pétalos de la solución obtenida. Se utilizó un colador para separar los sólidos de mayor tamaño y una tela de algodón para quitar las partículas más finas.
- **Eliminación del alcohol y obtención del tinte acuoso.** Se obtuvieron 4 litros de solución compuesta por alcohol y el tinte, los cuales se vertieron en un recipiente de acero inoxidable, al cual se añadió agua a una proporción de 1:2, para eliminar el alcohol mediante ebullición a fuego lento con el recipiente abierto para facilitar la evaporación del alcohol, controlándolo sensorialmente hasta que desaparezca el olor del alcohol. Este proceso se llevó a cabo durante el tiempo de alrededor de 3 horas. Del proceso se obtuvo 6000 ml de extracto acuoso de tinte, el cual fue reservado en fiolas para su posterior aplicación al proceso de estampado.

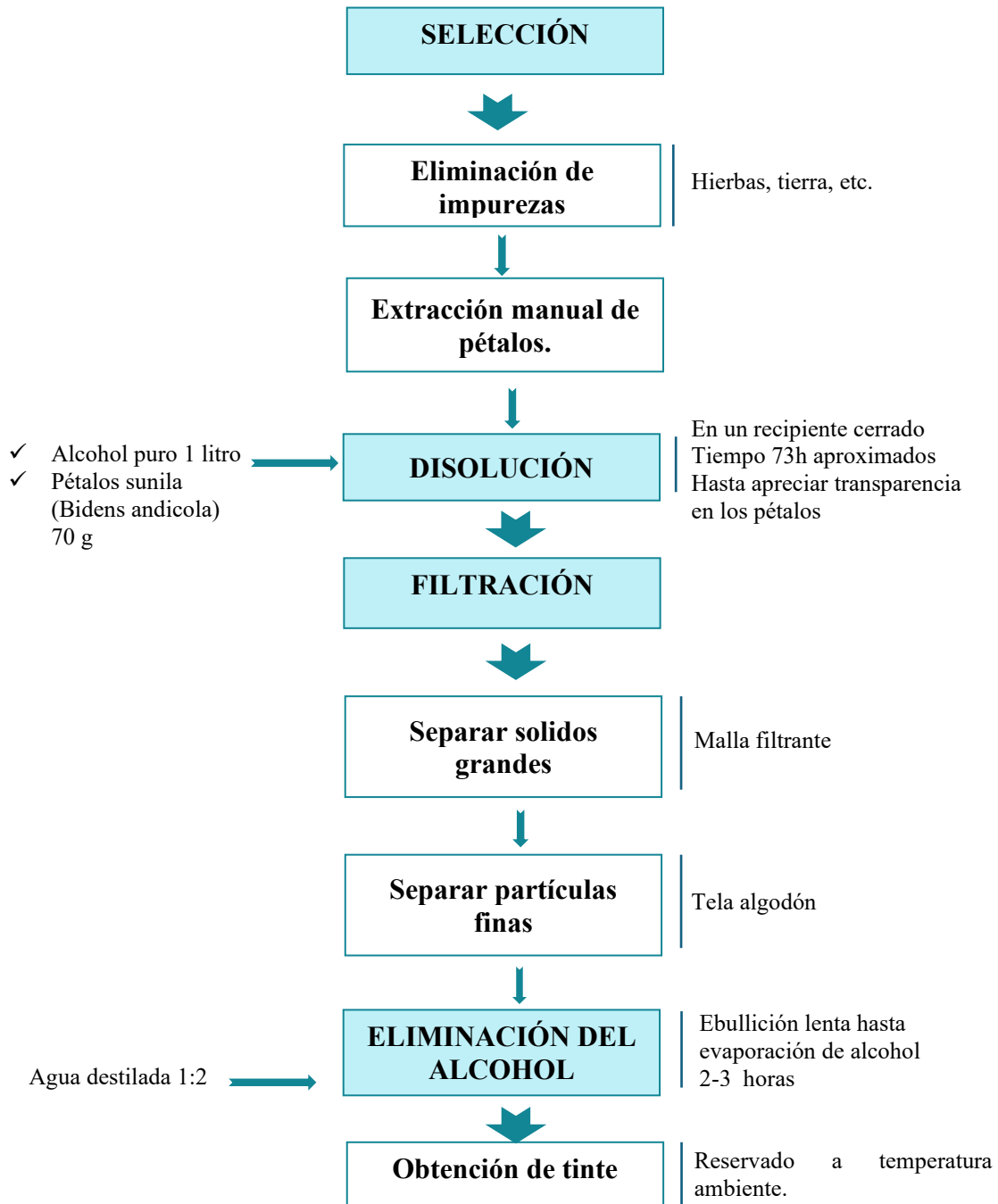


Figura 9. Diagrama de flujo de extracción de colorante



Figura 10. Procedimiento de extracción de colorante

3.6.5 Desarrollo de pasta.

Para la obtención de 50 ml de pasta, se colocaron 50 ml de tinte acuoso y mordiente (ácido acético, variando concentración 3%, 5% y 10%) a la estufa eléctrica en un vaso precipitado a fuego lento. Una vez que la mezcla alcanzó la temperatura de 50 °C, se le incorporó espesante (maicena previamente disuelta en 10 ml de tinte acuoso). Posteriormente, al llegar al punto de ebullición, se agregó el ligante (resina de pino variado en 0 g y 0,15 g, previamente molida finamente para facilitar su integración en la mezcla). La mezcla se mantuvo en constante agitación durante 5 min;

pasado este tiempo, se retiró de la cocina eléctrica y se llevó a enfriar a temperatura ambiente para luego medir el pH, resultando en 4.17

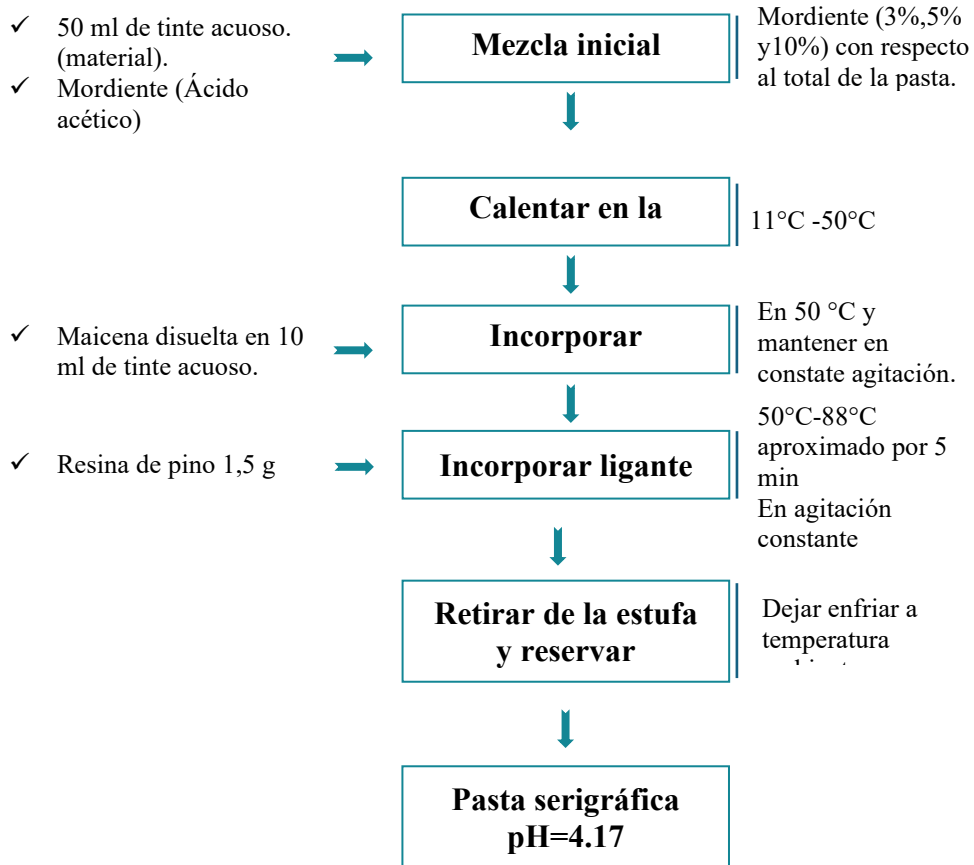


Figura 11. Diagrama de flujo de desarrollo de pasta

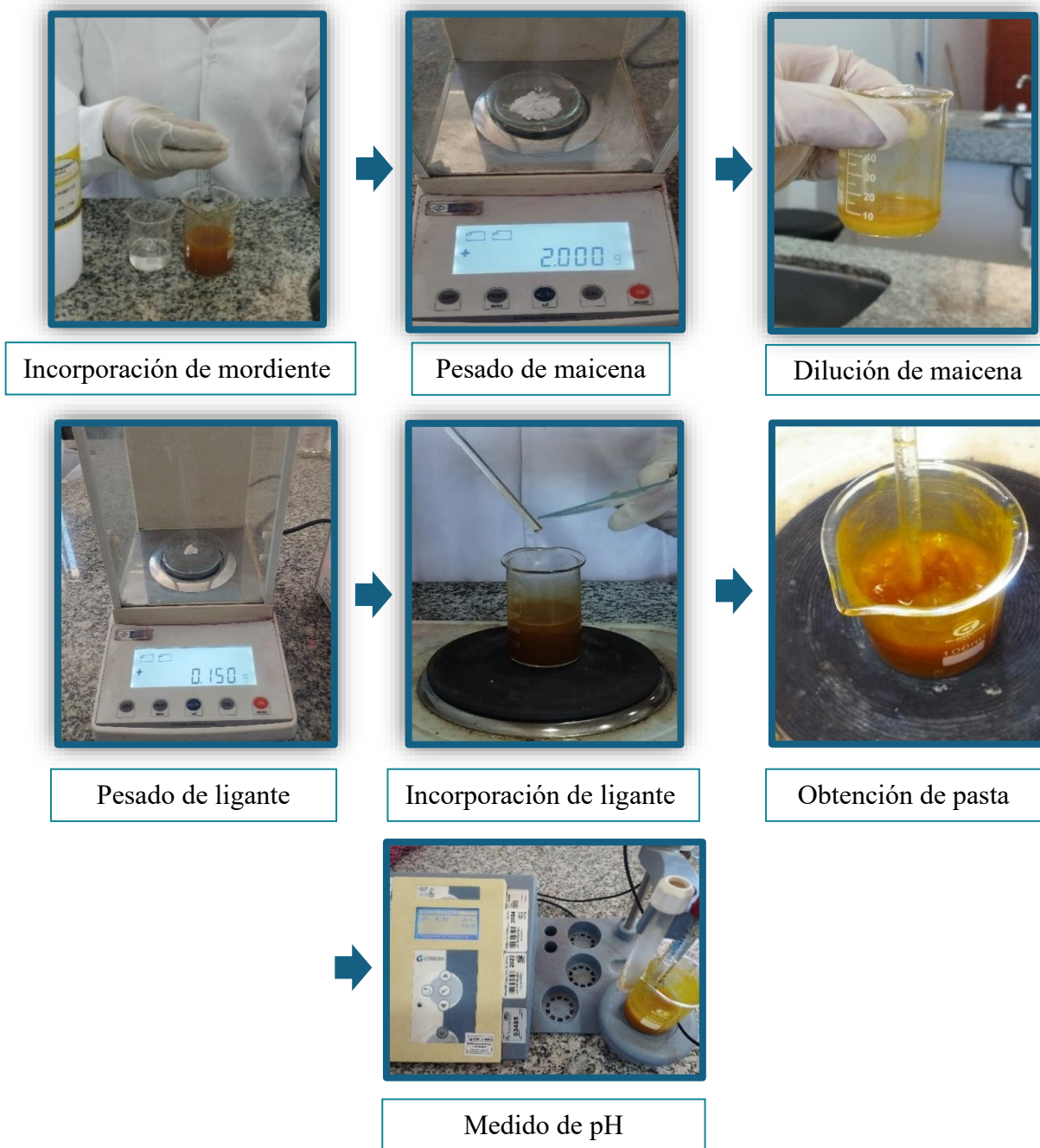


Figura 12. Procedimiento de obtención de pasta

3.6.6 Impresión serigráfica

La impresión del diseño se realizó sobre la tela bayeta previamente humectada y premordentada. La pasta obtenida se utilizó en la impresión serigráfica, utilizando un marco serigráfico acondicionado con el diseño correspondiente. La aplicación se realizó con cuatro pasadas de raqueta; seguidamente, las muestras impresas se sometieron al proceso de curado en la estufa eléctrica durante 20 min a una temperatura de 70 °C.

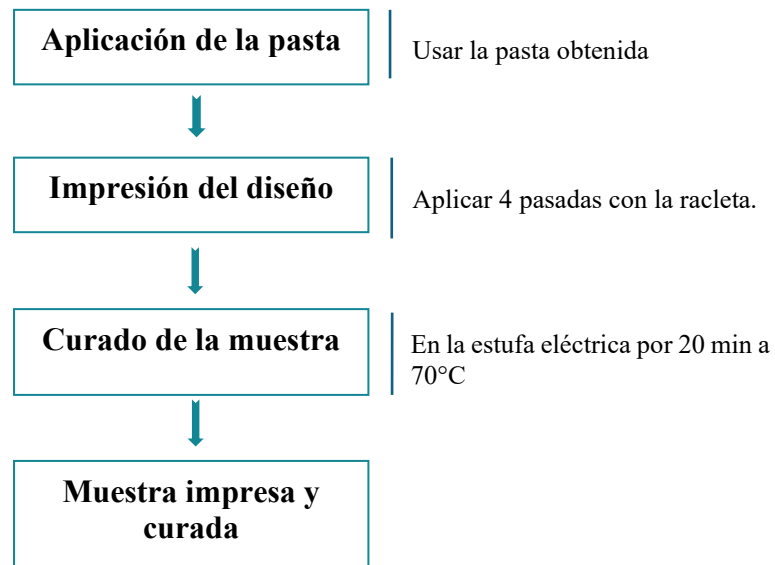


Figura 13. Diagrama de flujo de impresión serigráfica



Figura 14. Procedimiento de impresión serigráfica

3.6.7 Evaluación de solidez al lavado

Con el fin de realizar la evaluación de solidez al lavado de esta investigación, se realizó siguiendo el procedimiento establecido en la Norma Técnica 231.008:2015, referente al método acelerado para evaluar la solidez del color al lavado. Norma que forma parte del programa de Actualización de Normas Técnicas Peruanas, aprobado a través de la resolución n.º 015-2015-INACAL/DN. Tras ser revisada por el Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, expuesta a consulta pública durante 30 días calendarios, sin recibir observaciones de los sectores (productivo, consumidor y técnico). Tras ello, la Dirección de Normalización (DN) procedió a ratificar su vigencia tras su revisión final del 16 de diciembre de 2022. Esta actualización reemplaza a la

versión anterior de la NTP 231.008:2015 TEXTILES, métodos acelerados de ensayo de solidez del color al lavado. 2.^a edición y asegura el empleo de un procedimiento vigente, reconocido y validado en el campo textil.

Criterios metodológicos

El procedimiento de lavado que aplica esta norma es el que corresponde a recrear las condiciones de cinco lavados manuales o con lavadoras de lavado doméstico, empleando parámetros adecuados de detergente, temperatura, blanqueador y acción abrasiva. La variación de color se obtiene en un lapso reducido, debido a la fricción de las telas contra el recipiente, la baja relación volumen respecto al material y el impacto directo de las esferas.

a) Condiciones de ensayo

Tabla 7: Criterios para evaluar la solidez de color al lavado

Opción	1A	2A	3A	4A	5A	6A
Temperatura °C (± 2°C)	40	31	49	71	71	49
Volumen total	200	150	150	50	50	150
% Detergente solido del volumen total	0.37	0.37	0.15	0.15	0.15	0.15
% detergente liquido del volumen total	0.26	0.56	0.23	0.23	0.23	0.23
% 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

b) Procedimiento

En esta etapa de la investigación se aplicó la prueba 1A con los siguientes procedimientos.

Acondicionamiento de las muestras

Las muestras fueron preparadas con una medida de 5 cm de ancho y un largo de 10 cm; y posteriormente se unieron a la tela multifibra de 5 cm y 1.5 cm de ancho de banda, según lo indica la prueba 1^a

Preparación de la solución

El baño utilizado fue preparado con 200 ml de agua destilada; 0.37 % de detergente. La solución se vertió en envases del equipo; se procede a la incorporación de las billas y la muestra en la solución.

Programación y ejecución del ciclo de lavado.

Programar el equipo Gyrowash a temperatura de 40 °C y un tiempo de 45 min, colocar los recipientes, el equipo y poner en marcha el lavado.

Enjuague

Se realizaron 3 enjuagues consecutivos a una temperatura de $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

Secado

Se realizó en la estufa a 70°C .

La evaluación se desarrolla una vez que la muestra fue desestabilizada por una hora a temperatura ambiente a condiciones ($21 \pm 1^{\circ}\text{C}$; $65 \pm 2\% \text{ HR}$).

Evaluación.

La evaluación se realiza mediante una comparación de transferencia de color (entre el antes y después de la tela multifibra); los datos se adquieren según los valores de la escala de grises.

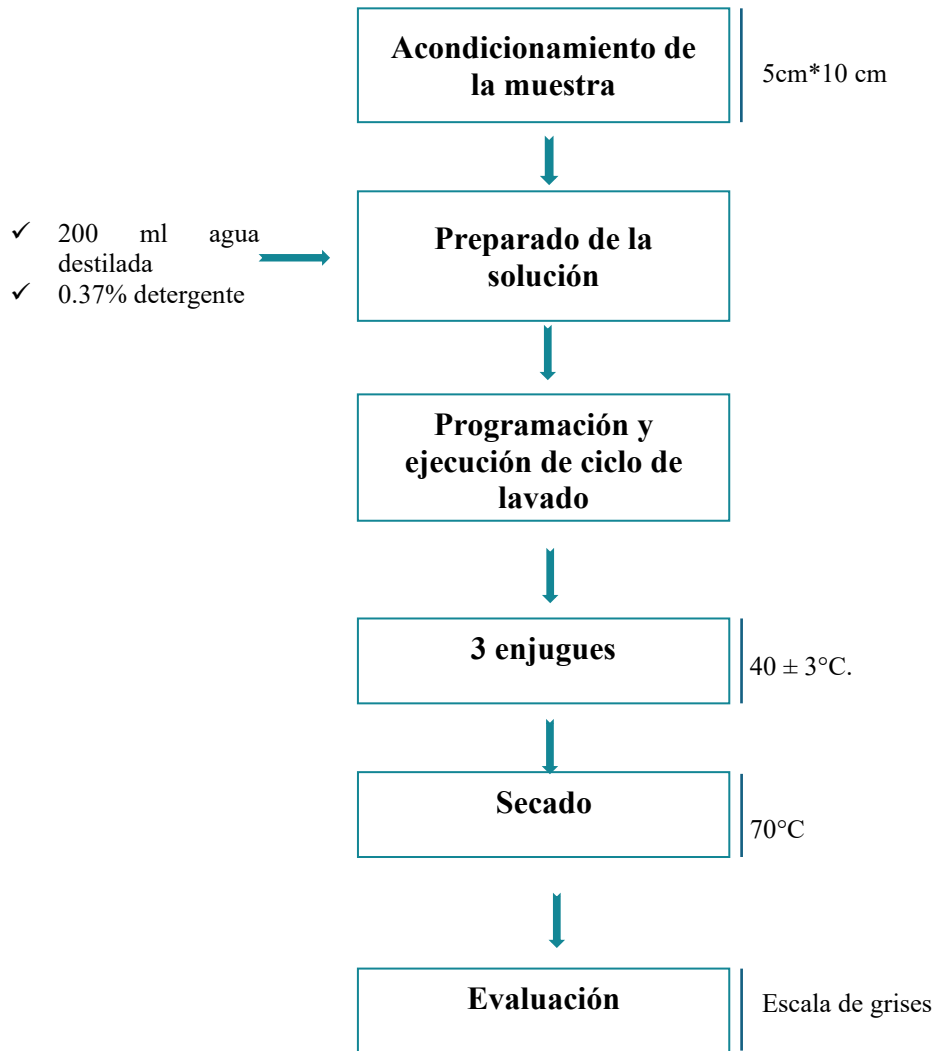


Figura 15. Diagrama de flujo evaluación de solidez de color al lavado

3.6.8 Evaluación de solidez al frote

Norma empleada

La Norma Técnica Peruana NTP 231.042:2009 titulada “Textiles. Ensayos de solidez de color. “Al frote, segunda edición” se desarrolló entre febrero y setiembre de 2008; fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Textiles y Confecciones, teniendo como base documentos técnicos referencia. Aprobada sin observaciones en 2009 y oficializada el 21 de febrero del mismo

año mediante resolución n.º 0003-2009/INDECOPI-CNB, pasando a reemplazar a la edición de 1970.



Figura 16. Procedimiento de evaluación de solidez de color al lavado

En el año 2019, el CTN de Textiles y Confecciones realizó una revisión de la norma con el fin de ratificar su vigencia, y la Dirección de Normalización (DN) aprobó su validez sin modificar su contenido.

Principio

El ensayo implica someter a la muestra al frotado con una tela testigo blanco para evaluar el nivel de transferencia de color en un entorno controlado.

El grado de manchado se evalúa visualmente con los valores de la escala de grises para transferencia de color o con la escala cromática de 9 pasos, determinando así su calificación.

Espécimen de ensayo

Se usan dos especímenes por prueba, uno para seco y otro en húmedo; para obtener datos más confiables, se puede incrementar el número de especímenes. Las dimensiones de las muestras deben ser de por lo menos 5 cm x 13 cm y colocarse preferentemente de manera oblicua respecto a la trama y la urdiembre; las pruebas pueden ser de mayor tamaño o de ancho completo si es necesario realizar pruebas múltiples.

En el caso de los hilos, se teje con dimensiones mínimas o se enrolla el hilo de forma compacta en dirección longitudinal; es posible también estirar de acuerdo con la norma.

Procedimiento

Acondicionamiento de la muestra y tela testigo

Las muestras fueron preparadas en un tamaño de 5 cm x 13 cm (2 x 5 pulgadas); la tela testigo fue adquirida con dimensiones de 5 x 5 cm.

Frotamiento en seco

Se procedió a colocar en el equipo abrasímetro crockmeter fijando la tela testigo en el dedo del equipo. Posteriormente, se realizó el frotado de 10 ciclos, es decir, 10 hacia adelante y 10 hacia atrás.

Una vez finalizados los ciclos, se procedió a retirar la tela testigo del dedo y las muestras del equipo, verificando que no se hayan formado pelusas; cepillado y lijado si es que hubiera; estas se limpian.

Evaluación

Para esta etapa se utilizó la escala de grises de transferencia de color, para lo cual se procedió a colocar debajo de la tela testigo sometida a prueba 3 capas de la tela testigo blanco para mejorar la evaluación. Una vez concluida la evaluación, se anotaron los datos en la ficha.

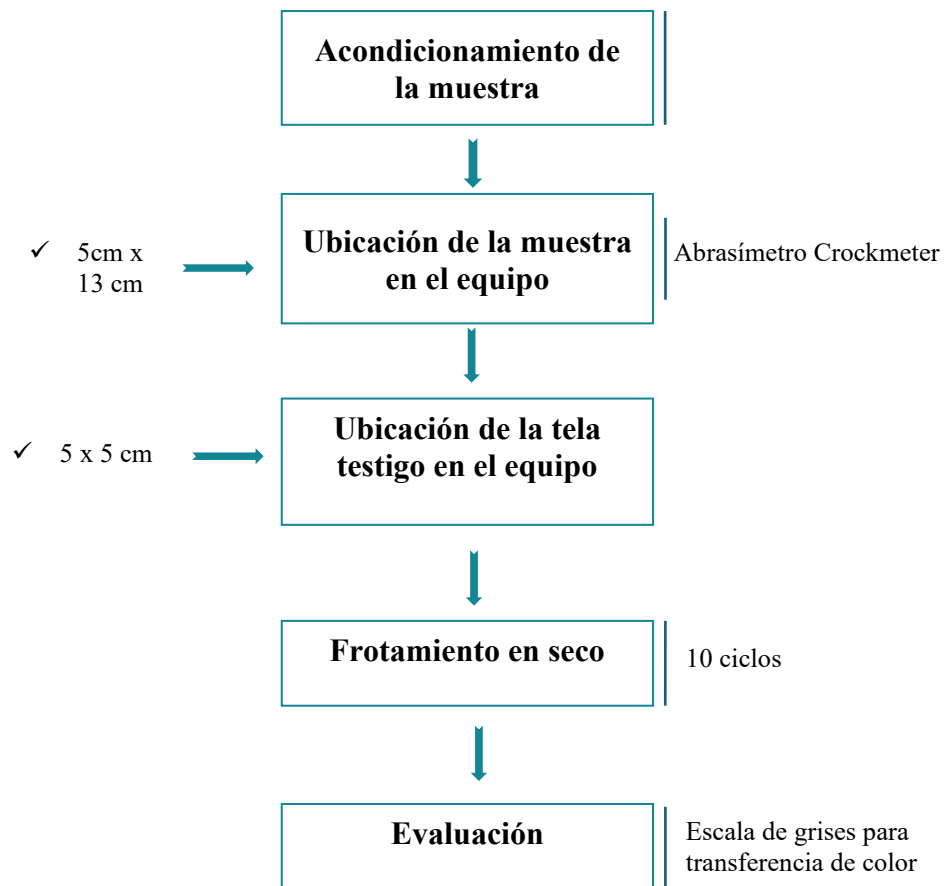


Figura 17. Diagrama de flujo de evaluación de solidez de color al frote

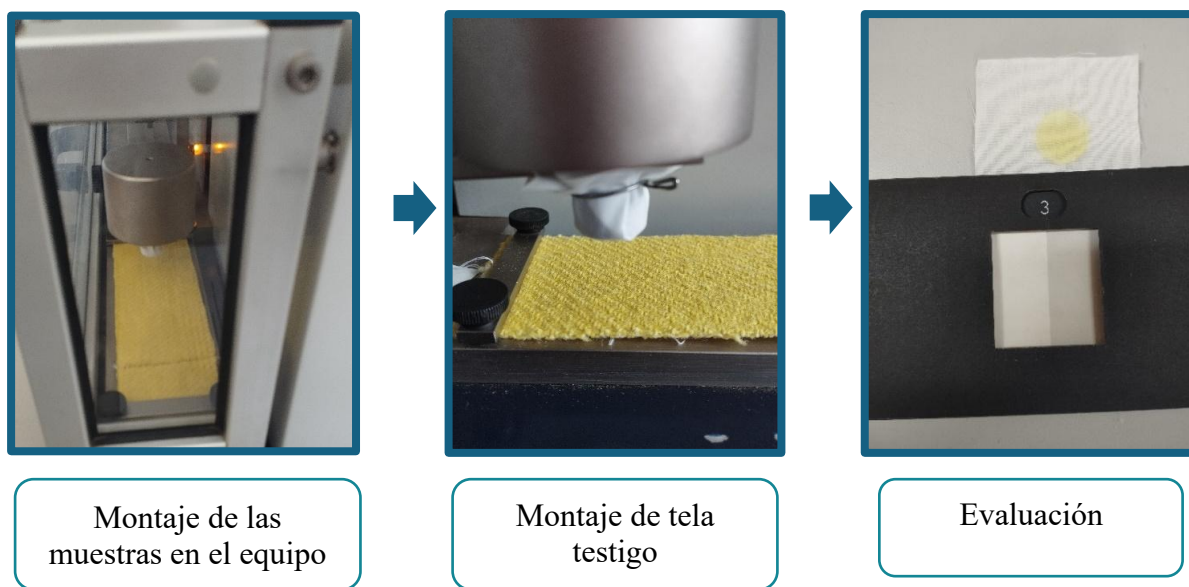


Figura 18. Procedimiento de evaluación de solidez de color al frote

3.6.9 Evaluación de solidez de color a la luz

Para determinar la solidez de color a la luz de esta investigación, se ejecutó siguiendo el procedimiento establecido en el método AATCC TM16-4, que estipula el procedimiento para analizar la resistencia del color bajo la luz artificial. Este método se fundamenta en las lámparas de arco de xenón usados para simular la luz solar detrás de un vidrio.

AATCC TM16 se divide en distintas alternativas, dependiendo de la fuente luminosa y las condiciones térmicas. La Opción 4 detalla la utilización de una lámpara de arco de xenón (Xenon-Arc) bajo condiciones de elevada temperatura.

Procedimiento

Las muestras se evaluaron mediante el método AATCC TM16-4, el cual se basa en exponer las muestras a luz de arco de xenón bajo condiciones controladas de los parámetros temperatura y humedad.

Acondicionamiento de las muestras

Las muestras fueron preparadas en un tamaño de 5 cm x 11 cm.

Exposición a la luz

Se procedió a colocar las muestras en el equipo de lámpara de arco de xenón modelo TF422, que integra programadas las condiciones de la norma AATCC TM 16-4.

Procedimiento

Se realizó la programación del equipo para un lapso de 1 hora y 30 minutos a una temperatura de 43°C.

Una vez culminada la simulación, se dejó enfriar durante 30 minutos el equipo esto para que la radiación se vaya disipando y que las muestras enfríen.

Evaluación

Para la etapa de evaluación se utilizó la escala de grises para comparar el cambio de color de las muestras; los datos recolectados se registraron en la ficha de recopilación de datos.

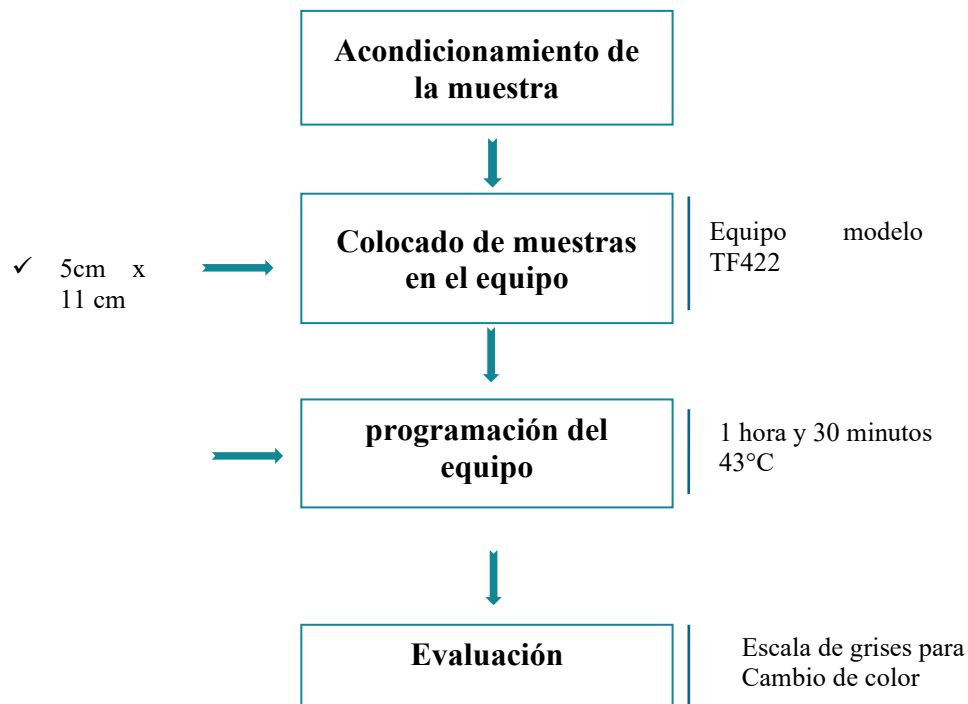


Figura 19. Diagrama de flujo de la evaluación de solidez de color a la luz

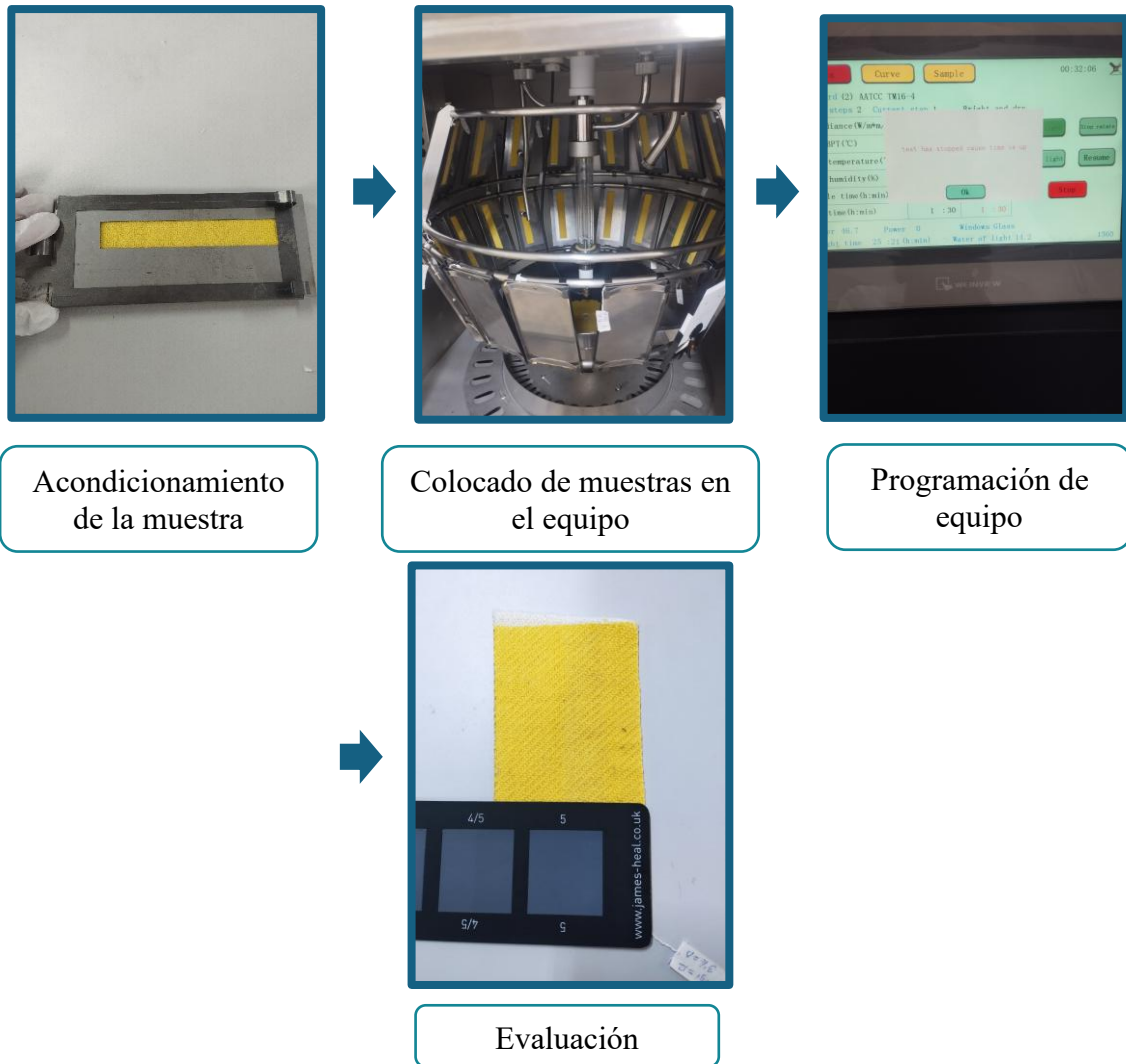


Figura 20. Procedimiento de evaluación de solidez de color a la luz

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 SUPUESTOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA

4.1.1 Supuestos de ANOVA para la solidez de color al lavado

En la Tabla 8, se detallan los datos obtenidos de los ensayos de solidez de color al lavado aplicados a las muestras estampadas de tela bayeta de oveja con insumos ecológicos.

Tabla 8: Resultados de la prueba de solidez de color al lavado

Tratamiento	Factores		Resultados de la solidez de color al lavado		
	Porcentaje de mordiente (%)	Ligante (gr)	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	3	0.15	4	4	3.8
2	3	0	3.9	4	3.8
3	5	0.15	4.1	4.1	4
4	5	0	3.8	3.6	3.6
5	10	0.15	4.1	4	4
6	10	0	3.8	3.6	3.9

a) Residuos del modelo ANOVA para la solidez de color al lavado

En la Tabla 9, se observan los residuos de los datos hallados de la diferencia entre el valor observado y la media del tratamiento.

Tabla 9: Cálculo de los residuos del modelo ANOVA para la solidez de color al lavado

Tratamiento	Mordiente (%)	Ligante (g)	Réplica	Valor observado (Promedio)	Media del tratamiento	Residuo
1	3	0.15	1	4	3.933333	0.066667
1	3	0.15	2	4	3.933333	0.066667
1	3	0.15	3	3.8	3.933333	-0.133333
2	3	0	1	3.9	3.9	0
2	3	0	2	4	3.9	0.1
2	3	0	3	3.8	3.9	-0.100000
3	5	0.15	1	4.1	4.066667	0.033333
3	5	0.15	2	4.1	4.066667	0.033333
3	5	0.15	3	4	4.066667	-0.066667
4	5	0	1	3.8	3.666667	0.133333
4	5	0	2	3.6	3.666667	-0.066667
4	5	0	3	3.6	3.666667	-0.066667
5	10	0.15	1	4.1	4.033333	0.066667
5	10	0.15	2	4	4.033333	-0.033333
5	10	0.15	3	4	4.033333	-0.033333
6	10	0	1	3.8	3.766667	0.033333
6	10	0	2	3.6	3.766667	-0.166667
6	10	0	3	3.9	3.766667	0.133333

b) Normalidad para solidez de color al lavado

Se verificó la normalidad de los datos obtenidos en la experimentación mediante la prueba de Ryan Joiner, la cual presenta similitud con la prueba de Shapiro–Wilk y resulta apropiada para muestras pequeñas (menores a 50 observaciones).

Hipótesis

- **H₀**: Los residuos del modelo ANOVA presentan una distribución normal
- **H₁**: Los residuos del modelo ANOVA no presentan una distribución normal

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Regla de decisión

- Si p-valor > 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad.
- Si p-valor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

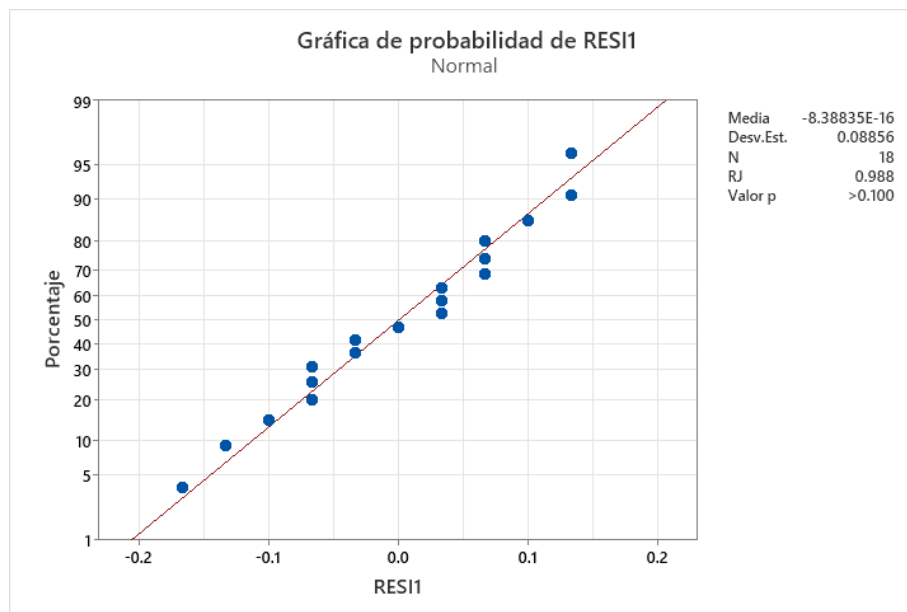


Figura 21. Gráfica de normalidad de los residuos de solidez de color al lavado

Interpretación

En la figura 21, la prueba de normalidad de Ryan Joiner presenta un p-valor = 0.100, que es superior al nivel de significancia 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, se afirma que los residuos del modelo ANOVA de solidez de color al lavado presentan una distribución normal.

c) Prueba de Igualdad de Varianzas para la solidez de color al lavado

Para determinar la igualdad de varianzas de los datos se usó la prueba de Levene.

Hipótesis

- **H0:** Los niveles de los factores presentan varianzas constantes valor $P > 0.05$
- **H1:** Los niveles de los factores no presentan varianzas constantes valor $P \leq 0.05$

Tabla 10: Resultados de la prueba de Levene para la solidez del color al lavado

Método	Estadísticas de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	-	0.759
Levene	0.24	0.936

Interpretación

En la Tabla 10, la prueba de Levene muestra un valor p de 0.936, mayor que el nivel de significancia 0.05, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula; entonces, se afirma que los niveles de los factores evidencian una varianza constante, lo que confirma el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas y se valida la aplicación del análisis de varianza.

4.1.2 Supuestos de ANOVA para la solidez de color al frote

En la Tabla 11, se detallan los datos obtenidos de los ensayos de solidez de color al frote aplicados a las muestras estampadas de tela bayeta de oveja con insumos ecológicos.

Tabla 11: Resultados de la solidez de color al frote

Tratamiento	Factores		Resultados de la solidez de color al frote		
	Porcentaje de mordiente (%)	Ligante (gr)	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	3	0.15	3.4	3.4	3.4
2	3	0	3	3	3.4
3	5	0.15	4.5	4	4.5
4	5	0	3.4	3.4	3.4
5	10	0.15	5	5	4.5
6	10	0	4	4	4

a) Residuos del modelo ANOVA para la solidez de color al frote

En la Tabla 12, se observan los residuos de los datos hallados de la diferencia entre el valor observado y la media del tratamiento.

Tabla 12: Cálculo de los residuos del modelo ANOVA para la solidez de color al frote

Tratamiento	Mordiente (%)	Ligante (g)	Réplica	Valor observado	Media del tratamiento	Residuo
1	3	0.15	1	3.4	3.4	0
1	3	0.15	2	3.4	3.4	0
1	3	0.15	3	3.4	3.4	0
2	3	0	1	3	3.133333	-0.133333
2	3	0	2	3	3.133333	-0.133333
2	3	0	3	3.4	3.133333	0.266667
3	5	0.15	1	4.5	4.333333	0.166667
3	5	0.15	2	4	4.333333	-0.333333
3	5	0.15	3	4.5	4.333333	0.166667
4	5	0	1	3.4	3.4	0
4	5	0	2	3.4	3.4	0
4	5	0	3	3.4	3.4	0
5	10	0.15	1	5	4.833333	0.166667
5	10	0.15	2	5	4.833333	0.166667
5	10	0.15	3	4.5	4.833333	-0.333333
6	10	0	1	4	4	0
6	10	0	2	4	4	0
6	10	0	3	4	4	0

b) Normalidad para solidez de color al frote

Se verificó la normalidad de los datos obtenidos en la experimentación mediante la prueba de Ryan Joiner, la cual presenta similitud con la prueba de Shapiro–Wilk y resulta apropiada para muestras pequeñas (menores a 50 observaciones).

Hipótesis

Ho: Los residuos del modelo ANOVA presentan una distribución normal

H1: Los residuos del modelo ANOVA no presentan una distribución normal

Nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$

Regla de decisión

Si p-valor > 0.05 , no se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

Si p-valor ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

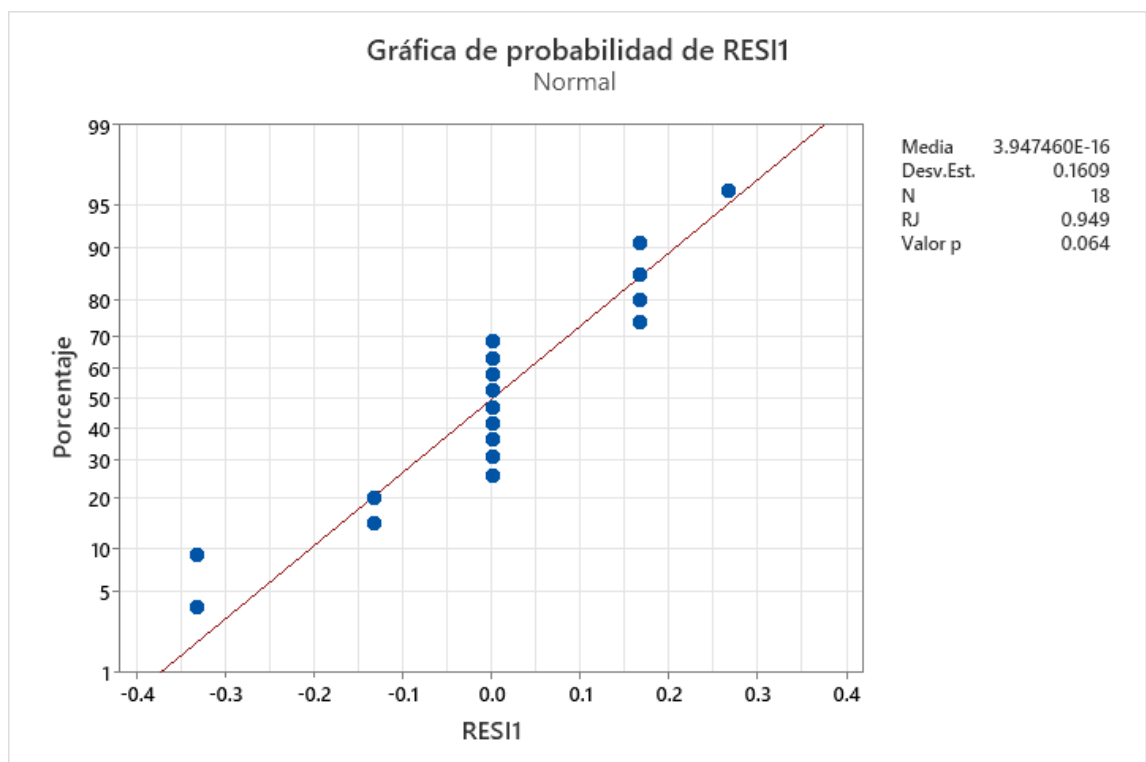


Figura 22. Gráfica de normalidad de los residuos de solidez de color al frote

Interpretación

En la figura 22, la prueba de normalidad de Ryan Joiner muestra un p-valor = 0.064, que es superior al nivel de significancia 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, se afirma que los residuos del modelo ANOVA de solidez de color al frote presentan una distribución normal.

c) Prueba de Igualdad de varianzas para la solidez de color al frote.

Para comprobar la igualdad de varianzas de los datos, se aplicó la prueba de Levene.

Hipótesis

H0: Los niveles de los factores presentan varianzas constantes, valor $P > 0.05$.

H1: Los niveles de los factores no presentan varianzas constantes, valor $P \leq 0.05$.

Tabla 13: *Resultados de la prueba de Levene para la solidez del color al frote*

Método	Estadísticas de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	-	0.933
Levene	0.02	0.985

Interpretación

En la Tabla 13, la prueba Levene muestra un valor P de 0.985, que es mayor al nivel de significancia 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula; entonces, se afirma que los niveles de los factores evidencian una varianza constante, lo que confirma el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas y se valida la aplicación del análisis de varianza.

4.1.3 Supuestos de ANOVA para la solidez del color a la luz

En la Tabla 14, se detallan los datos obtenidos de los ensayos de solidez de color a la luz aplicados a las muestras estampadas de tela bayeta de oveja con insumos ecológicos.

Tabla 14: Resultados de la prueba de solidez de color a la luz

Tratamiento	Factores		Resultados de la solidez de color a la luz		
	Porcentaje de mordiente (%)	Ligante (gr)	Replica 1	Replica 2	Replica 3
1	3	0.15	3.4	3.4	3
2	3	0	3	3	3
3	5	0.15	4	3.4	4
4	5	0	3	3.4	3
5	10	0.15	4.5	4.5	4.5
6	10	0	4	4	4

a) Residuos del modelo ANOVA para la solidez de color a la luz

En la Tabla. 15, se observan los residuos de los datos hallados de la diferencia entre el valor observado y la media del tratamiento.

Tabla 15: Cálculo de los residuos del modelo ANOVA para la solidez de color a la luz

Tratamiento	Mordiente (%)	Ligante (g)	Réplica	Valor observado (Luz)	Media del tratamiento	Residuo
1	3	0.15	1	3.4	3.266667	0.133333
1	3	0.15	2	3.4	3.266667	0.133333
1	3	0.15	3	3	3.266667	-0.266667
2	3	0	1	3	3	0
2	3	0	2	3	3	0
2	3	0	3	3	3	0
3	5	0.15	1	4	3.8	0.2
3	5	0.15	2	3.4	3.8	-0.400000
3	5	0.15	3	4	3.8	0.2
4	5	0	1	3	3.133333	-0.133333
4	5	0	2	3.4	3.133333	0.266667
4	5	0	3	3	3.133333	-0.133333
5	10	0.15	1	4.5	4.5	0
5	10	0.15	2	4.5	4.5	0
5	10	0.15	3	4.5	4.5	0
6	10	0	1	4	4	0
6	10	0	2	4	4	0
6	10	0	3	4	4	0

b) Normalidad para solidez de color a la luz

Se verificó la normalidad de los datos obtenidos en la experimentación mediante la prueba de Ryan Joiner, la cual presenta similitud con la prueba de Shapiro-Wilk y resulta apropiada para muestras pequeñas (menores a 50 observaciones).

Hipótesis

- **H₀**: Los residuos del modelo ANOVA presentan una distribución normal
- **H₁**: Los residuos del modelo ANOVA no presentan una distribución normal

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Regla de decisión

- Si p-valor > 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad.
- Si p-valor ≤ 0.05, se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

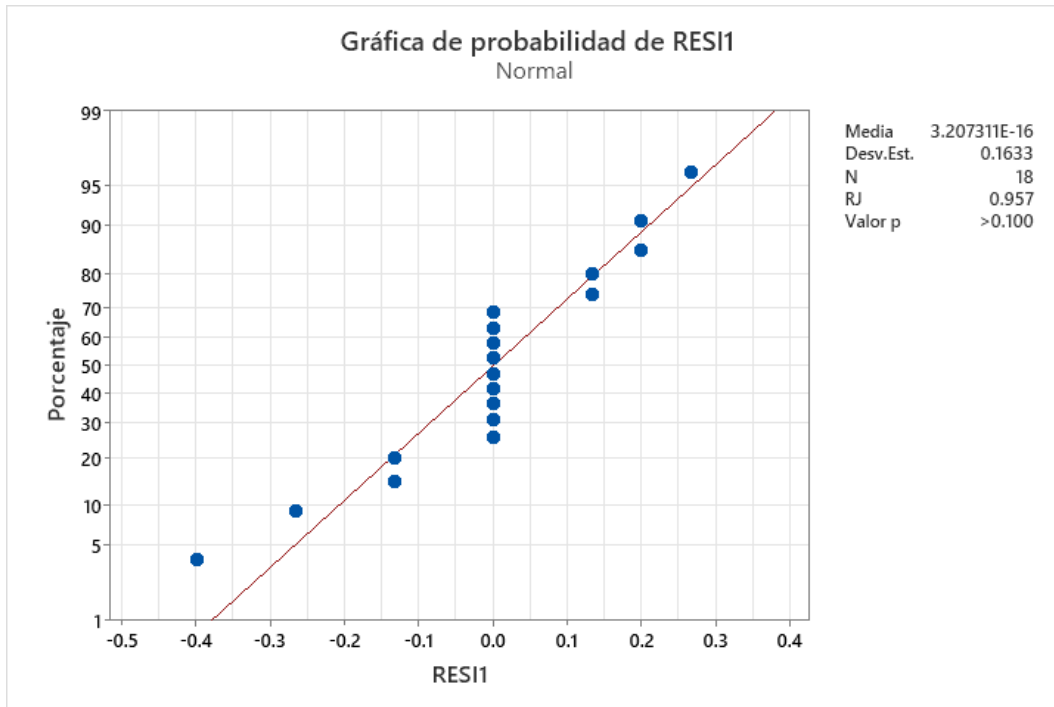


Figura 23. Gráfica de normalidad de los residuos de solidez de color a la luz

Interpretación

En la figura 23, La prueba de normalidad de Ryan Joiner muestra un p-valor = 0.100, que es superior al nivel de significancia 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, se afirma que los residuos del modelo ANOVA de solidez de color a la luz presentan una distribución normal.

c) Prueba de Igualdad de Varianzas para la solidez de color a la luz

Para determinar la igualdad de varianzas de los datos se usó la prueba de Levene.

Hipótesis

- **H0:** Los niveles de los factores presentan varianzas constantes valor $P > 0.05$
- **H1:** Los niveles de los factores no presentan varianzas constantes valor $P \leq 0.05$

Tabla 16: Resultados de la prueba de Levene para la solidez de color a la luz

Método	Estadísticas de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	-	0.810
Levene	0.06	0.943

Interpretación

En la Tabla 16, la prueba Levene muestra un valor P de 0.943, que es mayor al nivel de significancia 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula; entonces, se afirma que los niveles de los factores evidencian una varianza constante, lo que confirma el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas y se valida la aplicación del análisis de varianza.

4.2 RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR EN GENERAL

4.2.1 Contrastación de hipótesis general

El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez de color en el estampado, Puno - 2025.

- **Hipótesis nula (H_0):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, no tiene efectos significativos sobre la solidez de color en el estampado, Puno - 2025.
- **Hipótesis alternativa general (H_1):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez de color en el estampado, Puno - 2025.
- **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 0.05$$

Tabla 17: Análisis de varianza para solidez de color en general

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	2.4455	0.4891	30.01	0
Lineal	3	2.2743	0.75809	46.52	0
Mordiente (%)	2	1.4579	0.72895	44.73	0
Ligante (g)	1	0.8164	0.81636	50.09	0
Interacciones de 2 términos	2	0.1712	0.08562	5.25	0.023
Mordiente (%) * Ligante (g)	2	0.1712	0.08562	5.25	0.023
Error	12	0.1956	0.0163		
Total	17	2.641			

La Tabla 17 presenta los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) para la solidez de color del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos.

Decisión: Con un p-valor = 0.000 del modelo menor al nivel de significancia 0.05; se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez de color en general.

El factor Mordiente A presenta un efecto significativo, con un valor $p = 0.000$ menor a 0.05; el factor Ligante B demuestra un efecto estadísticamente significativo, con un valor $p = 0.000$ menor a 0.05; La interacción Mordiente A \times Ligante B resulta significativa con un valor $p = 0.023$ menor a 0.05, evidenciando una interacción positiva entre ambos factores. Esto señala que el efecto del mordiente en la solidez de color cambia dependiendo de la cantidad de ligante empleada, y viceversa, en consecuencia, es necesario optimizar ambos factores conjuntamente para obtener los mejores resultados en el estampado serigráfico.

4.3 RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR AL LAVADO

Determinar el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez de color al lavado del estampado.

Tabla 18: Resultados de la prueba de solidez de color al lavado

Tratamiento	Mordiente (% ácido acético)	Ligante (Resina de pino gr)	Solidez de color al Lavado
1	3	0.15	4
1	3	0.15	4
1	3	0.15	3.8
2	3	0	3.9
2	3	0	4
2	3	0	3.8
3	5	0.15	4.1
3	5	0.15	4.1
3	5	0.15	4
4	5	0	3.8
4	5	0	3.6
4	5	0	3.6
5	10	0.15	4.1
5	10	0.15	4
5	10	0.15	4
6	10	0	3.8
6	10	0	3.6
6	10	0	3.9

La Tabla 18 presenta los resultados de solidez de color al lavado evaluados mediante la escala de grises (1-5), donde valores cercanos a 5 indican excelente resistencia y valores bajos representan cambios severos de color. Los tratamientos con mordiente al 5% y 10% y ligante 0.15 g (tratamientos 3 y 5) alcanzaron los mejores resultados, con valores de 4 a 4.1, demostrando buena

a excelente resistencia al lavado. Por otro lado, (los tratamientos 2, 4 y 6), sin ligante, obtuvieron valores entre 3.6 y 3.9, considerados aceptables pero inferiores. Se observa un patrón claro: los tratamientos con ligante 0.15 g lograron mayor solidez de 4 a 4.1, mientras que aquellos sin ligante 0 g presentan valores menores de 3.6 a 3.9, independientemente de la concentración de mordiente utilizada. Esto confirma que el ligante es un factor crucial para maximizar la resistencia al lavado del estampado serigráfico, siendo recomendable utilizar 0.15 g de ligante con cualquier concentración de mordiente (3%, 5% o 10%) para obtener resultados óptimos.

4.3.1 Contrastación de hipótesis específica 1

El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez de color al lavado del estampado.

- **Hipótesis nula (H0):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, no tiene efectos significativos sobre la solidez de color al lavado del estampado, Puno - 2025.
- **Hipótesis alternativa (H1):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez de color al lavado del estampado, Puno - 2025.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$

Tabla 19: Análisis de varianza para solidez de color al lavado

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0.356111	0.071222	6.41	0.004
Lineal	3	0.252778	0.084259	7.58	0.004
Mordiente (%)	2	0.007778	0.003889	0.35	0.712
Ligante (gr)	1	0.245	0.245	22.05	0.001
Interacciones de 2 términos	2	0.103333	0.051667	4.65	0.032
Mordiente (%) *Ligante (gr)	2	0.103333	0.051667	4.65	0.032
Error	12	0.133333	0.011111		
Total	17	0.489444			

La Tabla 19 presenta los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) para la solidez de color al lavado del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos.

Decisión: Con un p-valor = 0.004 del modelo menor al nivel de significancia 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez de color al lavado.

El factor Mordiente A no presenta un efecto significativo por sí solo, con un valor p = 0.712 mayor a 0.05, mientras que el factor Ligante B demuestra un efecto estadísticamente significativo con un valor p = 0.001 menor a 0.05. La interacción Mordiente A × Ligante B resultó significativa con un valor p = 0.032 menor a 0.05, indicando que el efecto del mordiente depende de la presencia del ligante; se observan mejoras en la solidez al lavado con mordiente al 5% en presencia de ligante 0.15 g. Por tanto, ambos factores deben optimizarse conjuntamente para maximizar la solidez de color al lavado en el estampado serigráfico.

4.3.2 Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color al lavado

Tabla 20: Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color al lavado

Fuente	SC Ajust.	% Contribución
Mordiente (%)	0.007778	1.59%
Ligante (gr)	0.245	50.07%
Interacción Mordiente*Ligante	0.103333	21.11%
Error	0.133333	27.23%
Total	0.489444	100%

En la Tabla 20, el análisis de contribución de efectos revela que el factor ligante (g) es el de mayor influencia sobre la solidez de color al lavado, aportando el 50.07% de la variabilidad explicada, lo que confirma un rol determinante en el proceso. La interacción Mordiente \times Ligante ocupa el segundo lugar con una contribución del 21.11%, evidenciando que el efecto combinado de ambos factores también es relevante. En contraste, el factor mordiente (%) muestra una contribución mínima de apenas 1.59%, confirmando que por sí solo no presenta efecto significativo sobre la solidez de color al lavado. En conjunto, el modelo explica el 72.77% de la variabilidad total (100% - 27.23% error), demostrando un ajuste adecuado y capacidad predictiva aceptable para el diseño experimental.

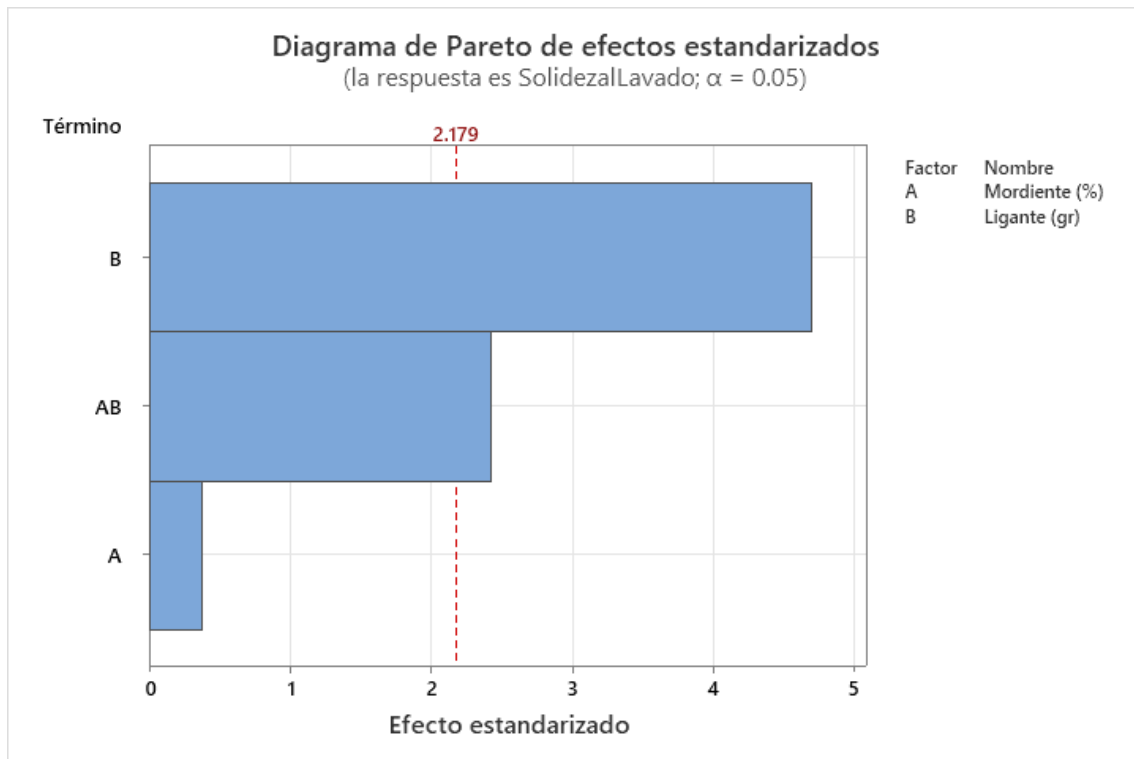


Figura 24. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la solidez al lavado

Según el diagrama de Pareto, se observa la línea de significancia en $\alpha = 0.05$ con un valor crítico de 2.179. El factor B (Ligante g), con una barra que supera ampliamente la línea de significancia, demuestra un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez al lavado, confirmando que la adición del ligante favorece significativamente el resultado. La interacción AB (mordiente \times ligante) también supera la línea roja de significancia, lo que indica que los resultados de solidez dependen de la combinación entre el nivel de mordiente y la cantidad de ligante, presentando una interacción significativa. En contraste, el factor A (Mordiente %) no sobrepasa la línea de significancia, lo que confirma que la variación del porcentaje de mordiente por sí sola no influye significativamente en la solidez al lavado.

4.3.3 Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) para la solidez al lavado

Tabla 21: Resultados de prueba de comparaciones múltiples para solidez al lavado

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	3	4.06667	A
5	3	4.03333	AB
1	3	3.93333	ABC
2	3	3.9	ABC
6	3	3.76667	BC
4	3	3.66667	C

La prueba de Tukey (al 95 % de nivel de confianza) por tratamientos (Tabla 21) mostró que el Tratamiento 3, con una media de 4.06 (Grupo A), fue el más estable en términos de resistencia al lavado. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas relevantes con respecto al Tratamiento 5 (4.03). Un hallazgo importante es que los tratamientos que añaden ligante (T3 y T5) se encuentran en un grupo superior. Esto confirma que emplear 0,15 g de resina de pino es esencial para mejorar la solidez al lavado, sin importar si se utiliza un 5 % o un 10 % de mordiente.

4.4 RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR AL FROTE

Tabla 22: *Resultados de la prueba de solidez de color al frote*

Tratamiento	Mordiente ácido acético (3%,5% y 10%)	Ligante resina de pino (0 g y 0.15 g)	Solidez de color al frote
1	3	0.15	3.4
1	3	0.15	3.4
1	3	0.15	3.4
2	3	0	3
2	3	0	3
2	3	0	3.4
3	5	0.15	4.5
3	5	0.15	4
3	5	0.15	4.5
4	5	0	3.4
4	5	0	3.4
4	5	0	3.4
5	10	0.15	5
5	10	0.15	5
5	10	0.15	4.5
6	10	0	4
6	10	0	4
6	10	0	4

En la Tabla 22, se presentan los resultados de solidez al frote evaluados con la escala de grises (1-5). Los tratamientos con mordiente 5% y ligante 0.15 g (tratamiento 3), así como los tratamientos con mordiente 10% y ligante 0.15 g (tratamiento 5), obtuvieron resultados óptimos de entre 4.5 y 5, lo que indica una resistencia sobresaliente al frote. Se evidencia que la solidez mejora con el aumento de la concentración de mordiente: 3% da valores entre 3 y 3.4, mordiente 5% llega a valores entre 3.4 y 4.5, y mordiente 10% logra entre 4 y 5. Los tratamientos con ligante 0.15 g presentan mayor solidez que los que no lo incluyen. El tratamiento 5, que combina ligante 0.15 g con mordiente 10%, genera los valores más elevados de 4.5 a 5, lo que evidencia una contribución conjunta de los factores para incrementar la resistencia al frote al máximo.

4.4.1 Contrastación de hipótesis específica 2

El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez al frote del estampado.

Planteamiento de hipótesis

- **Hipótesis nula (H0):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, no tiene efectos significativos sobre la solidez de color al frote del estampado, Puno - 2025.
- **Hipótesis alternativa (H1):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez al frote del estampado, Puno - 2025.
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$

Tabla 23: Resultados de análisis de varianza para solidez de color al frote

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	6.425	1.285	35.05	0
Lineal	3	6.0372	2.01241	54.88	0
Mordiente (%)	2	3.97	1.985	54.14	0
Ligante (g)	1	2.0672	2.06722	56.38	0
Interacciones de 2 términos	2	0.3878	0.19389	5.29	0.023
Mordiente (%) *Ligante (g)	2	0.3878	0.19389	5.29	0.023
Error	12	0.44	0.03667		
Total	17	6.865			

La Tabla 23 presenta los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) para la solidez del color al frote del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos.

Decisión: Con un p-valor = 0.000 del modelo menor al nivel de significancia 0.05; se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez al frote del estampado. El factor Mordiente A presenta un efecto significativo, con un valor p = 0.000 menor a 0.05; el factor Ligante B demuestra un efecto estadísticamente significativo con un valor p = 0.000 menor a 0.05. La interacción Mordiente A × Ligante B resulta significativa con un valor p = 0.023 menor a 0.05, indicando que el efecto del mordiente depende de la presencia del ligante, a medida que se incrementa el porcentaje del mordiente, la solidez al frote presenta mejores resultados; además, la adición de ligante 0.15 g incrementa notablemente la resistencia al frote. Por tanto, ambos factores deben optimizarse de manera conjunta para maximizar la solidez al frote.

4.4.2 Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color al frote

Tabla 24: Resultados del efecto medio y significancia para la solidez al frote

Fuente	SC Ajust.	Contribución %
Mordiente (%)	3.97	57.84%
Ligante (g)	2.0672	30.13%
Mordiente*Ligante	0.3878	5.65%
Error	0.44	6.41%
Total	6.865	100%

El análisis de contribución de efectos revela que el factor mordiente es el de mayor influencia sobre la solidez al frote, aportando el 57.84% de la variabilidad explicada, posicionándose como el factor determinante en la resistencia a la abrasión del estampado. El factor ligante g ocupa el segundo lugar con una contribución del 30.13%, demostrando también un efecto considerable. La interacción Mordiente \times Ligante contribuye con el 5.65%, evidenciando que el efecto del mordiente depende de la adición del ligante y viceversa. En conjunto, el modelo explica el 93.59% de la variabilidad total (100% - 6.41% error), demostrando un excelente ajuste y alta capacidad predictiva para el diseño experimental.

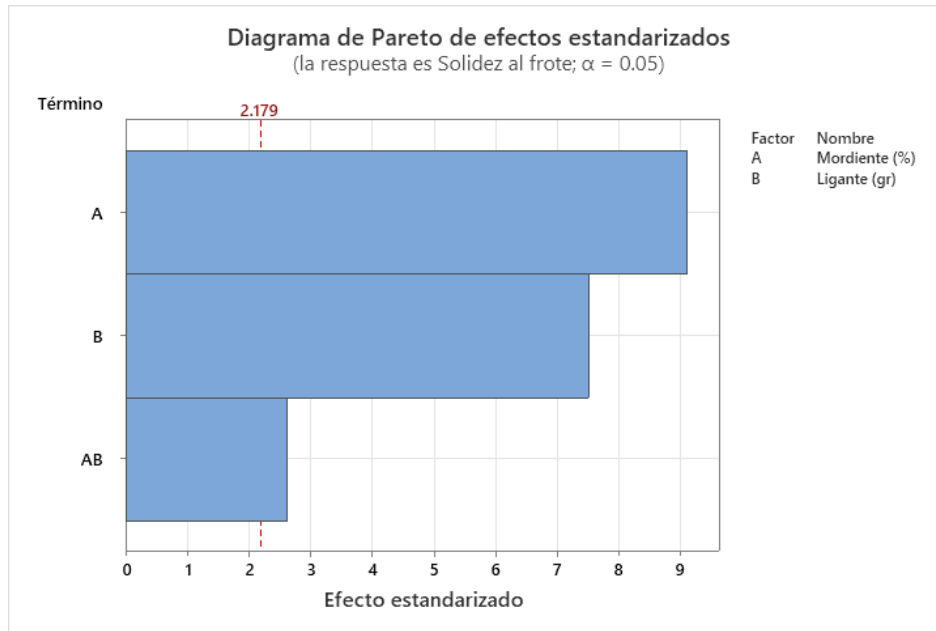


Figura 25. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la solidez al frote

Según el diagrama de Pareto, se observa la línea de significancia en $\alpha = 0.05$ con un valor crítico de 2.179. El factor A (Mordiente %) presenta la barra más extensa y supera ampliamente el valor crítico, demostrando una influencia significativa y dominante en la solidez al frote. El factor B (Ligante g) también supera el valor crítico de manera considerable, confirmando su efecto estadísticamente significativo sobre la resistencia a la abrasión del estampado. La interacción AB (Mordiente \times Ligante) supera ligeramente el valor crítico, evidenciando un efecto estadísticamente significativo, aunque de menor magnitud comparado con los efectos principales. Se concluye que tanto los factores individuales como su interacción influyen significativamente en la solidez al frote, siendo el mordiente el factor de mayor contribución, seguido del ligante y, finalmente su interacción.

4.4.3 Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) para la solidez al frote

Tabla 25: Resultados de prueba de comparaciones múltiples para solidez al frote

Tratamiento	N	Media	Agrupación
5	3	4.83333	A
3	3	4.33333	AB
6	3	4	B
1	3	3.4	C
4	3	3.4	C
2	3	3.13333	C

Interpretación:

La prueba de Tukey (al 95 % de nivel de confianza), Tabla 25, mostró que el Tratamiento 5 (10 % de mordiente y 0.15 g de ligante) presentó una media de 4.83 (Grupo A), en relación con la solidez del color al frote. Este resultado indica que, al combinar la resina de pino (ligante) con una concentración elevada de mordiente, se genera una película protectora más efectiva frente a la abrasión mecánica. En cambio, los tratamientos del Grupo C (1, 4 y 2) presentaron los valores más bajos (3.13 - 3.40), evidenciando que una concentración baja de mordiente no es capaz de fijar el colorante para resistir el frote, sin importar la cantidad de ligante utilizada.

4.5 RESULTADO PARA LA SOLIDEZ DE COLOR A LA LUZ

Tabla 26: *Resultados de la prueba de solidez de color a la luz*

Tratamiento	Mordiente ácido acético (3%,5% y 10%)	Ligante resina de pino (0g y 0.15g)	Solidez de color a la luz
1	3	0.15	3.4
1	3	0.15	3.4
1	3	0.15	3
2	3	0	3
2	3	0	3
2	3	0	3
3	5	0.15	4
3	5	0.15	3.4
3	5	0.15	4
4	5	0	3
4	5	0	3.4
4	5	0	3
5	10	0.15	4.5
5	10	0.15	4.5
5	10	0.15	4.5
6	10	0	4
6	10	0	4
6	10	0	4

La tabla 26 presenta los resultados de solidez a la luz evaluados usando la escala de grises (1-5), donde valores cercanos a 5 indican excelente resistencia a la decoloración por exposición solar. Los tratamientos con mordiente 10% y ligante 0.15 g (tratamiento 5) alcanzaron la mayor solidez con valores de 4.5, demostrando excelente resistencia a la decoloración, mientras que los tratamientos con mordiente 10% y ligante 0 g (tratamiento 6) obtuvieron solidez de 4, considerada buena resistencia. Los tratamientos con mordiente 5% y ligante 0.15 g presentaron valores de 3.4 a 4, representando resistencia buena a la exposición solar.

Se observa que el incremento en la concentración de mordiente mejora consistentemente la solidez a la luz: el mordiente 3% obtiene valores de 3 a 3.4, el mordiente 5% alcanza 3 a 4, y el mordiente 10% logra 4 a 4.5. El ligante muestra un efecto moderado, siendo menos determinante que en la solidez al lavado o al frote. La combinación óptima de mordiente al 10% con ligante 0.15 g (tratamiento 5) produce los mejores resultados 4.5, reflejando la acción conjunta de los factores para maximizar la resistencia a la decoloración por exposición solar en el estampado serigráfico en tela de bayeta de lana de oveja con insumos ecológicos.

4.5.1 Contrastación de hipótesis específica 3

El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez a la luz del estampado.

Planteamiento de Hipótesis

- **Hipótesis nula (H0):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, no tiene efectos significativos sobre la solidez de color a la luz del estampado, Puno - 2025

- **Hipótesis alternativa (H1):** El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez de color a la luz del estampado, Puno - 2025
- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$

Tabla 27: Resultados de análisis de varianza para solidez de color a la luz

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	5.0917	1.01833	26.96	0
Lineal	3	4.9706	1.65685	43.86	0
Mordiente (%)	2	3.9433	1.97167	52.19	0
Ligante (gr)	1	1.0272	1.02722	27.19	0
Interacciones de 2 términos	2	0.1211	0.06056	1.6	0.242
Mordiente (%) *Ligante (gr)	2	0.1211	0.06056	1.6	0.242
Error	12	0.4533	0.03778		
Total	17	5.545			

La Tabla 27 presenta los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) para la solidez del color a la luz del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos.

Decisión Con un p-valor = 0.000 del modelo menor al nivel de significancia 0.05; se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez a la luz del estampado.

El factor Mordiente A presenta un efecto significativo, con un valor $p = 0.000$ menor a 0.05, el factor Ligante B demuestra un efecto estadísticamente significativo con un valor $p = 0.000$ menor a 0.05. La interacción Mordiente A \times Ligante B no resulta significativa con un valor $p = 0.242$ mayor a 0.05, indicando que ambos factores actúan de manera independiente sobre la solidez a la luz. A medida que se incrementa la concentración de mordiente, la solidez a la luz presenta mejores resultados; además, la adición de ligante 0.15 g incrementa la resistencia a la decoloración. Por tanto, ambos factores pueden optimizarse de manera independiente para maximizar la solidez a la luz.

4.5.2 Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color a la luz

Tabla 28: Análisis del efecto medio y significancia para la solidez de color a la luz

Fuente	SC Ajust.	% Contribución
Mordiente (%)	3.9433	71.11%
Ligante (gr)	1.0272	18.52%
Mordiente*Ligante	0.1211	2.18%
Error	0.4533	8.17%
Total	5.545	100.00%

El análisis de contribución de efectos revela que el factor Mordiente (%) es el de mayor influencia sobre la solidez a la luz, aportando el 71.11% de la variabilidad explicada, posicionándose como el factor dominante. El factor Ligante (g) contribuye con el 18.52%, demostrando también un efecto considerable. La interacción Mordiente \times Ligante aporta únicamente el 2.18%, confirmando que ambos factores actúan de manera independiente sin efectos significativos. En conjunto, el modelo explica el 91.83% de la variabilidad total, demostrando un excelente ajuste. Estos

resultados evidencian que el mordiente es el factor crítico para maximizar la solidez a la luz, mientras que el ligante complementa de forma independiente.

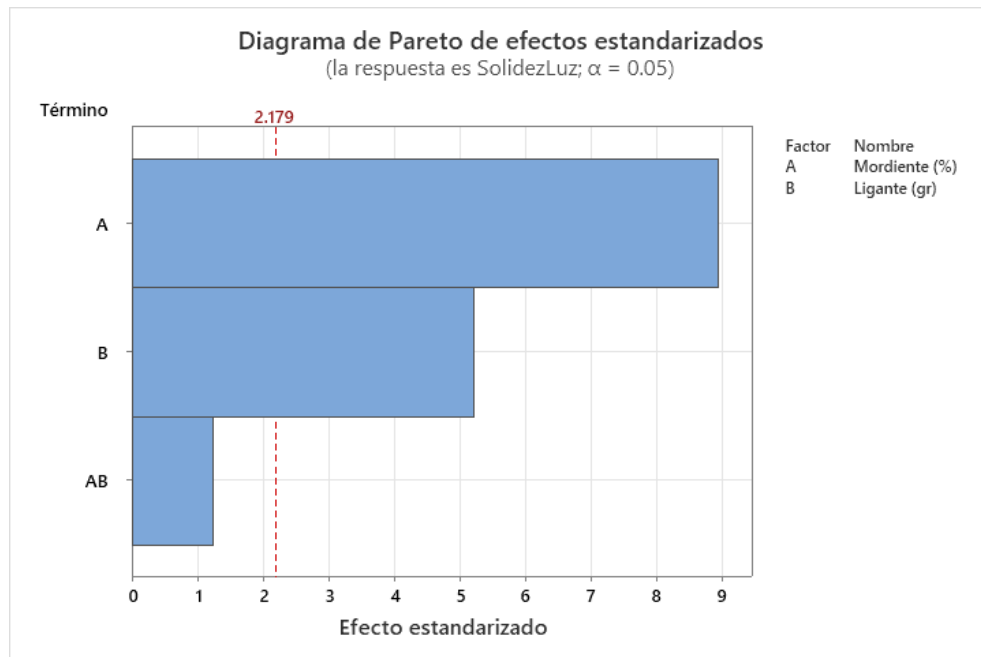


Figura 26. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la solidez a la luz

Según el diagrama de Pareto, se observa la línea de significancia en $\alpha = 0.05$ con un valor crítico de 2.179. El factor A (Mordiente %) presenta la barra más extensa y supera ampliamente el valor crítico, demostrando una influencia dominante sobre la solidez a la luz. El factor B (Ligante g) también supera el valor crítico de manera considerable, confirmando su efecto estadísticamente significativo. Sin embargo, la interacción AB (Mordiente \times Ligante) no supera el valor crítico, evidenciando que ambos factores actúan de manera independiente sin interacción. Se concluye que tanto el mordiente como el ligante influyen significativamente de forma individual en la solidez a la luz, siendo el mordiente el factor de mayor contribución.

4.5.3 Prueba de comparaciones múltiples (Tukey) para la solidez a la luz

Tabla 29: Resultados de prueba de comparaciones múltiples para solidez a la luz

Tratamiento	N	Media	Agrupación
5	3	4.5	A
6	3	4	AB
3	3	3.8	B
1	3	3.26667	C
4	3	3.13333	C
2	3	3	C

En la Tabla 29 se encontraron tres agrupaciones estadísticas específicas al comparar múltiples medias utilizando el método de Tukey (al 95 % de nivel de confianza). El Tratamiento 5, que se compone de un 10% de mordiente y 0.15 g de ligante, logró la media más alta de solidez (4.5), ubicándose en el Grupo A. Este hallazgo muestra que la combinación del mayor nivel de concentración de mordiente con resina de pino mejora considerablemente la fijación del color en la bayeta de oveja. En contraste, los tratamientos 1, 4 y 2 (Grupo C) no revelaron distinciones importantes entre ellos, lo que representa los niveles más reducidos de solidez.

4.6 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.6.1 Discusión de los resultados para la solidez de color al lavado

En cuanto a la solidez de color al lavado, el análisis de varianza (ANOVA) reportó un p-valor de 0.004, lo que confirma la existencia de efectos estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95%. Al desglosar estos efectos, se identificó que el ligante es el factor determinante, con una contribución porcentual del 50.07%, seguido por la interacción entre el ligante y el mordiente (21.11%); por el contrario, el mordiente de manera individual no mostró un impacto significativo en esta variable.

Para profundizar en estos hallazgos, la prueba de comparaciones múltiples de Tukey por tratamientos (Tabla 21) reveló que el Tratamiento 3, con una media de 4.06 (Grupo A), alcanzó la mayor estabilidad, sin presentar diferencias estadísticas significativas con el Tratamiento 5 (4.03). Estos resultados permiten concluir que el uso de 0.15 g de resina de pino (ligante) es el elemento esencial para optimizar la solidez al lavado, logrando puntuaciones de 4 en la escala de grises. Esto demuestra que la presencia del ligante neutraliza la baja influencia individual del mordiente, garantizando una fijación efectiva del color independientemente de si se emplea una concentración de mordiente al 5% o 10%.

Estos resultados son similares a los obtenidos por AlTahsin et al. (2025), quienes comprobaron que la adición de insumos biodegradables como el quitosano y el aloe vera en la pasta serigráfica presenta resultados favorables frente a varios lavados; sus resultados varían entre los valores 4 y 4.5. De igual manera, la investigación realizada por Kerolyn Paula Freire Sousa (2019) tuvo resultados favorables sobre la solidez al lavado con la adición de tanino y resina natural. De igual manera en la investigación realizada por Rojas Lazo et al. (2011), que utilizó almidón como ligante observó una solidez al lavado aceptable.

En el caso del mordiente los resultados obtenidos en la investigación de Jessica Taipe (2022), constató que la variación de porcentajes de mordientes en la tinción de lana con tinte vegetal no resultó relevante en la solidez al lavado

4.6.2 Discusión de los resultados para la solidez de color al frote

Para la solidez del color al frote, (ANOVA) del modelo general reportó un valor $p = 0.000$, confirmando que los factores evaluados ejercen efectos estadísticamente significativos sobre la resistencia del estampado. El análisis de contribución identificó al Mordiente (%) como el factor dominante, explicando el 57.84% de la variabilidad, seguido por el Ligante (g) con un 30.13%. Esto indica que el factor mordiente es el que domina el proceso. La prueba de Tukey por tratamientos (Tabla 25) demostró que el Tratamiento 5 (10% de mordiente y 0.15 g de ligante) alcanzó el desempeño óptimo con una media de 4.83 (Grupo A). Permitiendo alcanzar valores de 4.5 a 5 en la escala de grises.

Sousa (2019) reportó que, en las pruebas de solidez al frote en seco y húmedo, la adición de resina de colofonia alcanzó el valor más alto (5 en la escala de grises), mientras que sin resina los valores se aproximaban a 1. Estos hallazgos validan los resultados de la presente investigación, donde la adición de ligante (0.15 g) incrementó la media de solidez de 4.5 y 5, confirmando que el ligante es un componente esencial para mejorar la resistencia al frote del estampado serigráfico.

De manera similar, Kantheti y Mohapatra (2024) evaluaron diferentes tipos de mordientes en serigrafía sostenible, encontrando que el alumbre y el sulfato de cobre obtuvieron los mejores resultados en solidez al frote. Este hallazgo es concordante con los resultados obtenidos en este trabajo, donde el incremento en la concentración de mordiente (ácido acético del 3% al 10%) mejoró significativamente la solidez al frote, posicionándose como el factor dominante con 57.84% de contribución. Ambos estudios confirman que tanto el tipo como la concentración del mordiente son determinantes para optimizar la resistencia a la abrasión en procesos serigráficos con insumos naturales.

Asimismo, Mottillo (2021) reportó en su desarrollo de tintas serigráficas naturales valores de solidez al frote de 3 a 4 para colores oscuros y de 4 a 5 para colores claros, utilizando alumbre de potasio como mordiente y almidón de maíz como ligante. Los resultados de la presente investigación (4.5-5 en seco) son comparables con los mejores valores reportados por Mottillo, lo que valida que la combinación de mordiente al 10% con ligante de 0.15 g genera una fijación óptima del colorante, alcanzando estándares de calidad similares o superiores en estampado serigráfico con insumos ecológicos sobre tela de bayeta de lana de oveja.

4.6.3 Discusión de los resultados para la solidez de color a la luz

La solidez de color a la luz, el análisis de varianza (ANOVA) reportó un p-valor de 0.000, confirmando que los factores evaluados afectan significativamente la resistencia a la decoloración solar. El análisis de contribución identificó al Mordiente (%) como el factor crítico, con un dominio del 71.11% de la variabilidad, mientras que el ligante aportó un 18.52%. Notablemente, la interacción entre ambos no resultó significativa ($p = 0.242$), lo que confirma que el mordiente actúa de manera independiente para estabilizar el color frente a la radiación UV.

La prueba de Tukey por tratamientos Tabla 29, mostró que el Tratamiento 5 (10% de mordiente y 0.15 g de ligante) alcanzó la mayor solidez con una media de 4.50 (Grupo A), diferenciándose claramente de los niveles inferiores. Estos resultados demuestran que una alta concentración de mordiente maximiza la solidez a la luz, alcanzando calificaciones de 4.5 en la escala de grises.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Mottillo (2021), el uso de insumos ecológicos de origen natural y el ligante de origen vegetal resina de pino, confiere mejores resultados en la solidez a la luz, ya que obtuvieron datos muy buenos de entre 4 a 5 en la escala de grises debido a que el mordiente juega un papel muy importante en la facilitación de la unión química del colorante y el sustrato textil, mientras que en el caso del ligante forma una capa superficial dando como

resultado la protección del color frente a la radiación, de la misma manera Kerolin Paula Freire Sousa (2019) registró resultados satisfactorios al incluir taninos vegetales y resinas naturales enfatizando que la adición del ligante natural incrementa la solidez a la luz que se sitúa entre 4 y 5. Lo que coincide con el resultado del presente estudio al adicionar 0.15g de resina de pino como ligante obtuvo medias superiores.

Por otro lado, AlTahsin et al. (2025) evidenciaron que la aplicación de biopolímeros ligantes como el quitosano y el alginato de sodio en el estampado serigráfico refuerza la solidez a la luz mostrando valores de 6 y 7 evaluada en la escala de lana azul que va desde 1 a 8, este estudio también evidencia que el uso del ligante natural contribuye significativamente a la resistencia frente a la solidez del color a la luz.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se concluye que el estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos tiene efectos estadísticamente significativos sobre la solidez de color, esto según los resultados obtenidos de análisis de varianza (ANOVA) realizados a las pruebas de solidez al lavado, al frote y a la luz. Los factores mordientes (ácido acético al 3%, 5% y 10%) y la adición del factor ligante (0.15 g), y en algunos casos su interacción, influyen de manera distinta frente a la solidez de color, lo que hace posible el uso de insumos ecológicos para el estampado en materia prima producida en la región Puno.

La solidez del color al lavado, el análisis de varianza ANOVA registró un p-valor = 0.004, menor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$, por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, revela que el estampado serigráfico en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos tiene efectos estadísticamente significativos en la solidez al lavado. La puntuación más alta fue de 4.0 según la escala de grises, demostrando buena resistencia ante el proceso de lavado; de igual manera. El análisis de efectos de medios y significancia evidenció que el ligante es el factor que domina el proceso, con una contribución de 50.07%, seguido por la interacción mordiente-ligante con 21.11%, en tanto el mordiente de manera independiente no tiene efectos significativos. La prueba de comparaciones múltiples permitió identificar que el nivel de 0.15 g de ligante registra los mejores resultados en comparación con los tratamientos sin ligante.

La solidez de color al frote, el análisis de varianza evidenció un p-valor=0.000 para el modelo general menor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$, evidenciando que el estampado serigráfico textil con insumos ecológicos tiene efecto estadísticamente significativos en la solidez al frote, de igual manera el análisis de efectos de medios y significancia evidenció que el factor mordiente es el que domina el proceso, con una contribución de 57.84%, seguido por el ligante con 30.13 %, evidenciando que el incremento de porcentaje de mordiente y la adición de 0.15 g de ligante mejora significativamente la resistencia de solidez al frote.

Para la solidez del color a la luz, el análisis de varianza (ANOVA) registró un p-valor = 0.000, inferior al nivel de significancia $\alpha = 0.05$; por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, confirmando que el estampado serigráfico en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos tiene efectos significativos frente a la solidez a la luz. La media más alta corresponde a 4.5 de acuerdo con la escala de grises; de igual manera, el análisis de efectos medios y significancia evidencia que el mordiente es el factor que domina el proceso, con una contribución del 71.11%, seguido por el ligante con 18.52%, mientras que la interacción de ambos no fue significativa. La prueba de comparaciones múltiples confirmó que la concentración de mordiente al 10% presenta diferencias estadísticamente significativas frente a los niveles de 3% y 5%, demostrando que el incremento del mordiente mejora sustancialmente la solidez del color a la luz.

5.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere ampliar las pruebas de proceso serigráfico con insumos ecológicos a más materiales característicos de la región de Puno. Incluyendo materiales como la fibra de alpaca, de llama o combinaciones de fibras artificiales. De esta manera, se contribuirá en la producción textil artesanal de la región, impulsando la sostenibilidad y el uso de los recursos regionales

Para futuras investigaciones se recomienda evaluar variedad de insumos ecológicos, con distintos mordientes a diferentes concentraciones, de igual manera se recomienda evaluar con más diversidad de ligantes de origen natural a diferentes concentraciones. Permitiendo de esta manera comparar los insumos utilizados en esta investigación frente a los insumos que se utilicen, Fomentando el desarrollo de alternativas más sostenibles en el ámbito textil.

Se propone evaluar más parámetros que influyen en el proceso de estampado serigráfico, entre ellos controlar el pH en la pasta serigrafía, el tiempo de curado del diseño impreso, la viscosidad de la pasta, número de pasadas de la racleta. El análisis de estos parámetros permitirá la fijación del color y que el diseño estampado tenga mayor calidad, ayudando en la formulación y estandarizando los procesos de estampado serigráfico con insumos ecológicos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Andina. (2022). Puno: capacitan a asociaciones textiles en teñido de fibra de alpaca con tintes naturales. Recuperado 12 de octubre de 2025, de <https://andina.pe/agencia/noticia-puno-capacitan-a-asociaciones-textiles-tenido-fibra-alpaca-tintes-naturales-876213.aspx>
- Agüero Servín, M. de G. (2017). *Manual de técnicas experimentales para la creación de telas de corto metraje*. Universidad Iberoamericana. Recuperado de <https://ibero.mx/web/filesd/publicaciones/ManualTecnicasFinal.pdf>.
- Al Tahsin, A., Saha, T., Saha, S., Saha, S., & Ahamed, F. (2025). Development of a biodegradable and eco-friendly novel printing composite using biomaterials on textile substrate and assessing the characterization. *Scientific Reports*, *15*(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99507-6>
- Alegbe, E. O., & Uthman, T. O. (2024). A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes. *Heliyon*, *10*(13). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33646>
- Alonso, J. (2015). Manual control de calidad en productos textiles y afines. En *Manual Control De Calidad En Productos Textiles Y Afines*. Madrid, España. Recuperado de <http://oa.upm.es/38763/1/Binder1.pdf>
- Amigo, V. M. (2020). *La serigrafía como técnica artística , evolucion y desarrollo*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior de Formación Artística Pública “Ancash”, Huaraz, Perú. Recuperado de <https://zagan.unizar.es/record/97764>
- Angulo Castillo, D., & Pérez Morales, A. L. (2022). *Definición a través de una revisión bibliográfica, los métodos de estampado de prendas de vestir que ofrezcan mejoras en la calidad de los productos y la competitividad para la empresa Ohana en la ciudad de Bogotá*.

- (tesis de pregrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Arias Fidias, G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.^a ed.). Caracas: Editorial Episteme.
- Benli, H. (2024). Bio-mordants: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(14), 20714-20771. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32174-8>
- Bernal Contreras, D. M., & Núñez Gallego, B. L. (2022). *Programa de gestión de riesgo químico para microempresas de estampación de textiles* (Trabajo de grado). Corporación Universitaria Minuto de Dios. Recuperado de <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/c84a497a-ed25-43a5-905b-6bdb03f2ba1d/content>
- Cárdenas, M. L. V., Luis Eduardo Hidalgo Almeida, Mónica Elva Vaca Cárdenas, & Kimberly Amada Núñez Mazza. (2020). *Aplicación de diferentes tintes naturales para la obtención de hilo orgánico de lana de ovino*. 5(08), 1095-1113. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1646>
- Celestino Antúnez, S. L. (2020). *La serigrafía*. Escuela Superior de Formación Artística Pública “Ancash”, Huaraz, Perú. Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/2884>
- Che, J., & Yang, X. (2022). A recent (2009–2021) perspective on sustainable color and textile coloration using natural plant resources. *Heliyon*, 8(10), e10979. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10979>
- CITE Textil Camélidos. (2023). *Colorantes naturales para la industria textil a partir de residuos agroindustriales [Boletín informativo AT-001-2023]*. Ministerio de la Producción. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5304196/4760299-boletin-vei-at001-2023-colorantes-naturales-para-la-industria-textil.pdf>
- Clima de Cambios. (2020). Los impactos ambientales de la moda: ¿Qué alternativas sostenibles

existen? Recuperado 12 de octubre de 2025, de <https://pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/los-impactos-ambientales-de-la-moda-que-alternativas-sostenibles-existen/>

Condori, G. T. (2022). *Teñido con colorante natural de hojas de eucalipto (eucalyptus globulus labill.) para solidez de color en hilo de ovino, Juliaca 2022* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Juliaca. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14845/82>

Esparza Encalada, D. J. (2016). *Estudio comparativo del nivel de contaminación de las aguas residuales generadas por los procesos textiles de tintura de lana, utilizando colorantes naturales y sintéticos* (Tesis de maestría, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.). Recuperado de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2441>

Estudio, N. (2018). Teoría del color aplicada al diseño (parte I).

Eyupoglu, S., Eyupoglu, C., Merdan, N., & Karakuş, O. (2024). Investigation of Dyeing Characteristics of Merino Wool Fiber Dyed with Sustainable Natural Dye Extracted from *Aesculus hippocastanum*. *Sustainability (Switzerland)*, 16(22). <https://doi.org/10.3390/su162210129>

Fabregas, M. (2021). *Tintes textiles fabricados a partir del microorganismo Serratia Marcescens* (Tesis de pregrado). Universidad Siglo 21, Córdoba, Argentina. Recuperado de <https://docplayer.es/47883466-Diccionario-textil-telas-procesos-estampados.html>

Galván Agudelo, V. (2022). *Producción en masa de vestuario sin agentes contaminantes (Trabajo de grado en Tecnología en Diseño de Vestuario)* (Institución Universitaria Pascual Bravo). Recuperado de <https://repositorio.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/1524>

García Lay, E. (2025). En Puno la artesanía textil es un potencial en el país, advierte funcionaria del MINCETUR. Recuperado 12 de octubre de 2025, de La Decana website:

<https://ladecana.pe/en-puno-la-artesania-textil-es-un-potencial-en-el-pais-advierte-funcionaria-del-mincetur/>

García, R. (2013). Aprendiendo serigrafía – El fotolito. Recuperado 16 de octubre de 2025, de <https://pulpoensutinta.com/blogs/serigrafia/8208375-aprendiendo-serigrafia-el-fotolito>

Garrampa. (s. f.). Así funciona: el Transfer Digital. Recuperado 15 de octubre de 2025, de <https://www.garrampa.es/blog/asi-funciona-el-transfer-digital>

Garrido Alejandro, J. L. (2019). *Técnicas de los estampados en la asignatura de Emprendimiento y Gestión. Talleres educativos* (Vol. 8). (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Guayaquil, Ecuador.

GESTER Instruments. (2019). Método de prueba estándar para la resistencia de los tejidos a la luz solar. Recuperado 17 de octubre de 2025, de https://es.gester-instruments.com/standard-test-method-for-fastness-to-sunlight-of-fabrics_n168

GESTER Instruments. (2021). Discusión sobre la solidez del color al frote. Recuperado 17 de octubre de 2025, de https://es.gester-instruments.com/discussion-on-color-fastness-to-rubbing_n215

Gomez Castro, I. (2025). La bayeta andina conquista Europa y Ayacucho con diseños tejidos a mano. Diario Jornada. Recuperado 12 de octubre de 2025, de <https://jornada.com.pe/la-bayeta-andina-conquista-europa-y-ayacucho-con-disenos-tejidos-a-mano/>

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2019). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1.^a ed.). México.

Hooda, S. (2025). Eco-friendly advances in textile printing: A review. *International Journal of Home Science*, 11(1), 585-588. <https://doi.org/10.22271/23957476.2025.v11.i1h.1829>

Huaire Inacio, E. J. (2019). Método de investigación. *Métodos de investigación*. Recuperado de

<https://www.aacademica.org/edson.jorge.huaire.inacio/35>

JARP. (s. f.). Greyscale. Recuperado 17 de octubre de 2025, de <https://jarp.nl/products/greyscale/>

Kantheti, P., & Mohapatra, S. (2024). Embracing eco-friendly textiles: Sustainable screen printing with Piper betel L. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(4), 237-277.

<https://www.doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i4d.949>

Kiron, M. I. (2021). Gray scale for color change and color staining. Recuperado 17 de octubre de 2025, de <https://textilelearner.net/gray-scale-for-color-change/>

Kiron, M. I. (2022). Natural dyes: Properties, classification, production, advantages and disadvantages. Recuperado 16 de octubre de 2025, de <https://textilelearner.net/natural-dyes-properties-types-production/>

Kumar, R. (2021). Dynamics of Sublimation Printing. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, 5(6), 397-401. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd46353>

Laura, M. G. J. (2018). *Extracción y caracterización de flavonoides a partir de las flores de Misiq'ó (Bidens Andicola)*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Altiplano Puno. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8534>

Mamani, D. M. Q. (2023). *Evaluación del efecto del PH y la concentración según el tipo de mordiente sobre la calidad del teñido con cochinilla sobre fibra de alpaca y oveja, Puno – 2022 (Tesis Pregrado)*. Universidad Nacional de Juliaca. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14845/81>

Marín Castillo, S. E., & Mejía Castillo, C. M. (2012). *Extracción de colorante natural a partir de la flor de jamaica* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://ribuni.uni.edu.ni/id/eprint/619>

- Melgarejo, G. R., & Espinoza, N. P. (2008). *Evaluación del teñido de fibras naturales con tintes extraídos de la manzanilla (Matricaria chamomilla)*. 05(01), 27-31. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2008.5.1203>
- Moldovan, S. (2016). *Investigación del proceso de tintura sobre tejidos de algodón con colorantes naturales extraídos de micro y macro algas: Arthrospira platensis, Synechococcus sp., Ulva sp.* (Tesis de maestría). Universitat Politècnica de València, Alcoy, España. Recuperado de <https://riUNET.upv.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN - COLORANTES NATURALES PARA FIBRAS TEXTILES A PARTIR DE ALGAS.pdf?sequence=1>
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos* (2ª). México D.F.: Limusa Wiley.
- Moscoso Molina, K. F. (2023). Significado de la indumentaria de la danza Challpas de Pisacoma del distrito de Pisacoma 2021 (Escuela Superior de Formación Artística Pública de Puno). Recuperado de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/6916>
- Mottillo, F. (2021). *Desarrollo de tinta textil serigráfica a partir de insumos de origen natural*. (Tesis de pregrado). Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Obando Portillo, R. E. (2013). *Hilos De Lana Con Colorantes*. Recuperado de [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/2/Reporte Técnico en Español-Inglés.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/2/Reporte_Técnico_en_Español-Inglés.pdf)
- Pampañaupa Cutipa, R., Quispe Pucho, E., & Pucho Cahuausanco, M. (s. f.). *Prendas de vestir teñido con tintes naturales en el distrito de Checacupe*. Lima. Recuperado de [https://geoportal.cultura.gob.pe/assets/patinmaterial/archivos/doc/Pampañaupa Cutipa Rebeca final.pdf](https://geoportal.cultura.gob.pe/assets/patinmaterial/archivos/doc/Pampañaupa_Cutipa_Rebeca_final.pdf)
- Parlamento Europeo. (2020). El impacto de la producción textil y de los residuos en el medio ambiente. Recuperado 12 de octubre de 2025, de

<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20201208STO93327/el-impacto-de-la-produccion-textil-y-de-los-residuos-en-el-medio-ambiente>

Parra Andrade, J. D., González Acevedo, F. A., & Morán Montaña, E. J. (2022). *Propuesta de mejoramiento del proceso de estampado por Screen en la microempresa Gmatt Publicidad*. (tesis de pregrado). Institución Universitaria Antonio José Camacho, Cali, Colombia.

Pérez González, K. G. (2025). La otra teoría del color. *Revista 925 Artes y Diseño*. Recuperado de <https://revista925taxco.fad.unam.mx/index.php/2025/11/25/la-otra-teoria-del-color/>

PROLANA. (2018). *Manual de acondicionamiento de lanas*. Argentina.

QIMA. (2025). Pruebas de solidez del color para textiles: Guía de métodos de pruebas de solidez del color. Recuperado 17 de octubre de 2025, de <https://blog.qima.es/textile/colorfastness-test-methods-for-textiles-guide>

Radio Onda Azul. (2022). Puno: Hasta 80 céntimos pagan por libra de lana de oveja. Recuperado 12 de octubre de 2025, de https://radioondaazul.com/puno-hasta-80-centimos-pagan-por-libra-de-lana-de-oveja/#google_vignette

Raimondo Costa, M. (2010). *Las fibras textiles y su estampación* ([s.n.], Ed.). Lima.

Ramos Galarza, C. (2020). Los Alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1-5. <http://orcid.org/0000-0001-5614-1994>

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 Pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Recuperado de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13309>

Reina A., G. A., & Velasco P., A. E. (2012). *Estudio de factibilidad para la creación de una pequeña empresa de serigrafía en la ciudad de Atuntaqui, cantón Antonio Ante* (Tesis de


- pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1337>
- Ríos Donato, N., Carranza Marmolejo, R. de J., García Lemus, R. C., Blanco Aquino, A., García Gaytán, B., & Mendizabal Mijares, E. (2013). Eliminación de colorantes de disoluciones acuosas utilizando sulfato de quitosano. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 14(5), 256–263. Recuperado de <http://www.ehu.es/reviberpol/SEPT13/rios.pdf>
- Rivas Cuentas, R. F. (s. f.). *Implementación del área de embellecimiento textil (serigrafía), para la empresa manufacturera textil “Brannai” de prendas para niñas* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21538/TES-952.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas Lazo, O., Mavila Hinojoza, D., & Rojas Pérez, N. (2011). Insumos ecológicos en la serigrafía textil: Caso peruano. *Industrial Data*, 14(1), 34-41. Recuperado de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=81622582006>
- Saldarriaga Lescano, M. A. (2022). *Centro de producción textil para la comunidad de artesanos y productores de Vilque, Puno* (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/25094>
- Saray, H. H. (s. f.). Tintas para serigrafía: tipos y diferencias. Recuperado 16 de octubre de 2025, de <https://www.elinvernaderocreativo.com/tintas-para-serigrafia-tipos-y-diferencias/>
- Sierra y Selva Exportadora. (2022). Informe de mercado de lana de oveja: 2017–2022. En *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. Recuperado de [https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1660/1/Análisis del mercado de lana de Ovino.pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1660/1/Análisis%20del%20mercado%20de%20lana%20de%20Ovino.pdf)

- 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, Huancavelica, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14597/1082>
- Sousa, K. P. F. (2019). *Insumos ecológicos aplicados à estamparia têxtil como alternativa para um processo sustentável*. (Tesis de pregrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, Brasil.
- Stanciuc Stanciuc De Palma, V. (2020). *Teñido mordentado de fibras naturales con colorante extraído de las hojas de nogal (*Juglans neotrópica*)*. Callao. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12952/5159>
- Sucasaca, Q. A. (2022). *Efectos del colorante natural inflorescencia de colli (*Buddleja Coriacea*) en la solidez de color del teñido de fibras de alpaca, Puno 2021 (Tesis pregrado)*. Universidad Nacional de Juliaca. Recuperado de <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/handle/UNAJ/213>
- Taípe de la Cruz, J. (2022). *Influencia del tiempo y mordiente en el teñido de lana de ovino (*Ovis aries*) con imillay (*Hypseocharis bilobata*)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Tamayo y Tamayo, M. (1994). El proceso de la investigación científica. En *Limusa* (3.^a ed.). Limusa. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf
- TESTEX Textile. (2017). ¿Qué es la solidez del color de las telas teñidas, cómo probar la solidez del color al lavado? Recuperado 17 de octubre de 2025, de <https://www.testertextile.com/es/introduction-dye-color-fastness-washing-color-fastness/>

- Tinoco Gómez, Ó. (2014). Cadena productiva de lana de oveja en el sector textil y de confecciones. *Industrial Data*, 17(1), 73-80. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81620150010>
- Toaquiza Anguisaca, R. M. (2025). *Evaluación de la calidad de la lana de ovinos 4M en cantón Saquisilí*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/14723>
- Vázquez Figueroa, C. G. (2016). Serigrafía. En *Red Tercer Milenio S.C.* Recuperado de https://ailat.click/BibliotecasDigitales/disenio_y_edicion_digital/Serigrafia/Serigrafia-Parte1.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de recolección de datos de la solidez del frote en seco

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE SOLIDEZ A LA LUZ	
Lugar de ejecución	Universidad Nacional de Juliaca
Laboratorio	Resistencia de materiales
Muestra	Tela bayeta de oveja estampado
Tesista	Figuroa Mamani Mariluz Brisaida
Encargado de laboratorio	Ingeniero Mamani Mamani Percy Waldir


PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD								
Prueba: AATCC TM16								
Material: Tela bayeta de oveja estampados con insumos ecológicos								
Equipo: modelo TF422								
Criterio de evaluación: Escala de DDD: 1 = muy baja solidez, 5 = excelente solidez.								
TRATAMIENTO	Parámetros		Solidez de color al frote en seco					
	Porcentaje de mordiente (%)	Ligante (gr)	REPLICA 1		REPLICA 2		REPLICA 3	
1	3	0.15	M1	3.4	M7	3.4	M13	3
2	3	0	M2	3	M8	3	M14	3
3	5	0.15	M3	4	M9	3.4	M15	4
4	5	0	M4	3	M10	3.4	M16	3
5	10	0.15	M5	4.5	M11	4.5	M17	4.5
6	10	0	M6	4	M12	4	M18	4

Juliaca, agosto 2025



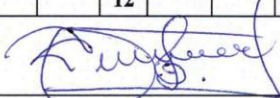
 Ing. MAMANI MAMANI, Percy Waldir
 Laboratorista Textil

Anexo 2: Ficha de recolección de datos de la solidez al lavado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE SOLIDEZ A LAVADO	
Lugar de ejecución	Universidad Nacional de Juliaca
Laboratorio	Teñido de fibras
Muestra	Tela bayeta de oveja estampado
Tesista	Figuroa Mamani Mariluz Brisaida
Encargado de laboratorio	Laboratorista: Zevallos Curro Juan Praxides

PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD																										
Prueba: Norma Técnica 231.008:2015(revisada 2022)																										
Material: Tela bayeta de oveja estampados con insumos ecológicos																										
Equipo: Gyrowash																										
Criterio de evaluación: Escala de calificación: 1 = muy baja solidez, 5 = excelente solidez.																										
TRATAMIENTO	PARÁMETROS		SOLIDEZ DE COLOR AL LAVADO																							
	Mordiente (%)	Ligante (gr)	REPLICA 1								REPLICA 2								REPLICA 3							
1	3	0.15	M1	3	4.5	5	3.4	3.4	4.5	4	M7	3.4	4.5	4.5	4	3	4.5	4	M13	3	4	4.5	3	3.4	5	3.8
2	3	0	M2	3.4	4.5	4.5	3.4	3	4.5	3.9	M8	3	4.5	4.5	3.4	3.4	5	4	M14	3.4	4	4.5	3.4	3	4.5	3.8
3	5	0.15	M3	3	4.4	5	3.4	3.5	5	4.1	M9	3.4	5	4.5	3	3.5	5	4.1	M15	3	4.5	5	4	3	4.5	4
4	5	0	M4	3	4	4.5	3.4	3.4	4.5	3.8	M10	3	4.5	4	3	3	4	3.6	M16	3	4.5	4	3	3	4	3.6
5	10	0.15	M5	3	4.5	5	4	3	5	4.1	M11	3.4	4	4.5	3	4	5	4	M17	3	4.5	4.5	4	3.4	4.5	4
6	10	0	M6	4	4	4.5	3	3	4.5	3.8	M12	3	4	4	3	3.5	4	3.6	M18	3.4	4.5	5	3	3	4.5	3.9

Juliaca, agosto 2025


 Ing. ZEVALLOS CURRO, Juan Praxides
 Laboratorista Textil

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

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE SOLIDEZ A LA LUZ	
Lugar de ejecución	Universidad Nacional de Juliaca
Laboratorio	Resistencia de materiales
Muestra	Tela bayeta de oveja estampado
Tesista	Figueroa Mamani Mariluz Brisaida
Encargado de laboratorio	Ingeniero Mamani Mamani Percy Waldir

PRUEBA DE CONTROL DE CALIDAD								
Prueba: AATCC TM16								
Material: Tela bayeta de oveja estampados con insumos ecológicos								
Equipo: modelo TF422								
Criterio de evaluación: Escala de DDD: 1 = muy baja solidez, 5 = excelente solidez.								
TRATAMIENTO	Parámetros		Solidez de color al frote en seco					
	Porcentaje de mordiente (%)	Ligante (gr)	REPLICA 1		REPLICA 2		REPLICA 3	
1	3	0.15	M1	3.4	M7	3.4	M13	3
2	3	0	M2	3	M8	3	M14	3
3	5	0.15	M3	4	M9	3.4	M15	4
4	5	0	M4	3	M10	3.4	M16	3
5	10	0.15	M5	4.5	M11	4.5	M17	4.5
6	10	0	M6	4	M12	4	M18	4

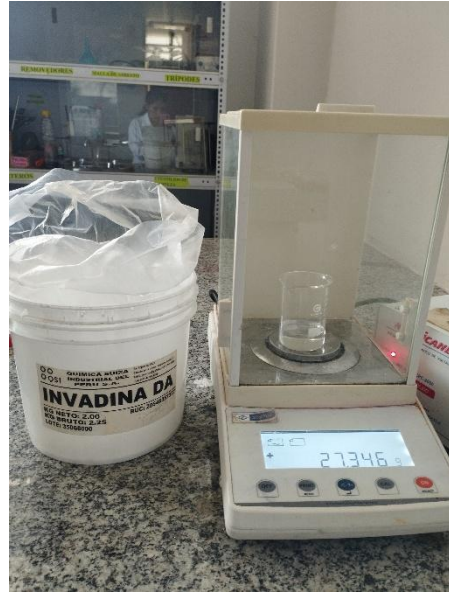
Juliaca, agosto 2025

 Ing. MAMANI MAMANI, Percy Waldir
 Laboratorista Textil

Anexo 4: Fotografías del proceso de humectación



Pesado de insumos para la humectación de la tela bayeta de oveja



Pesado del detergente Invadina DA para la humectación de la tela bayeta de oveja



Proceso de humectado de la tela bayeta de oveja

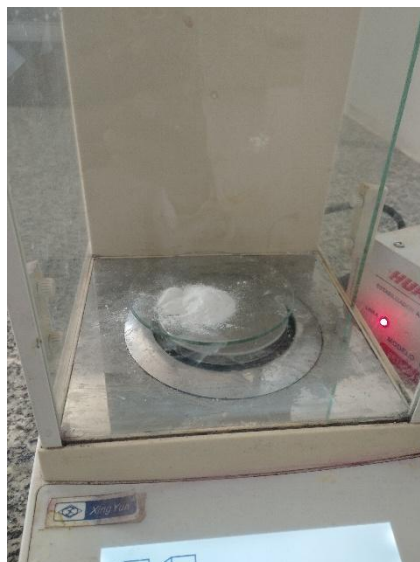


Enjugue del humectado de la tela bayeta de oveja

Anexo 5: Fotografías del proceso de premordentado



Molido de piedra de alumbre para el premordentado de la tela bayeta de oveja.



Pesado de bitartrato de potasio para el premordetado de la tela bayeta de oveja.



Proceso de premordentado de la tela bayeta de oveja con la solución de mordientes.



Enjuague para la eliminación de exceso de mordientes.

Anexo 6: Fotografías de extracción del tinte



maceración de pétalos de la flor sunila
(*Bidens andicola*) con alcohol



Tinte filtrado obtenido de la maceración con
alcohol



eliminación del alcohol

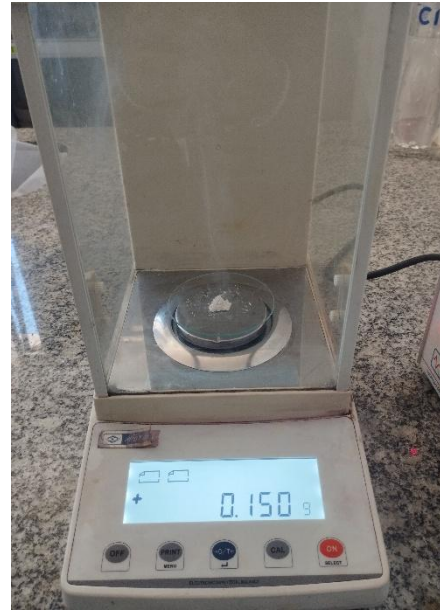


Reservado del tinte extraído

Anexo 7: Fotografías del proceso de obtención de la pasta serigráfica



Pesado de la maicena (Espesante 2 g)



Pesado de la resina de pino (Ligante 0.15g)



Incorporación mordiente ácido acético al tinte



Agitación de la mezcla para obtener la pasta.

Disolución de maicena en tinte acuoso



Pasta para la aplicación en la serigrafía.

Anexo 8: Fotografías del proceso de la impresión serigráfica



Pantalla para la aplicación de la serigrafía.



Aplicación de la pasta para la impresión serigráfica.



Impresión serigrafica en la tela bayeta de oveja.



Obtención de diseño mediante serigrafía.



Curado de la muestra en la estufa eléctrica.



Estampado obtenido mediante serigrafía con insumos ecológicos.

Anexo 9: Fotografías de la evaluación de solidez al lavado



Preparación de la solución para verter en los envases del equipo



Incorporación de las billas a los envases del equipo

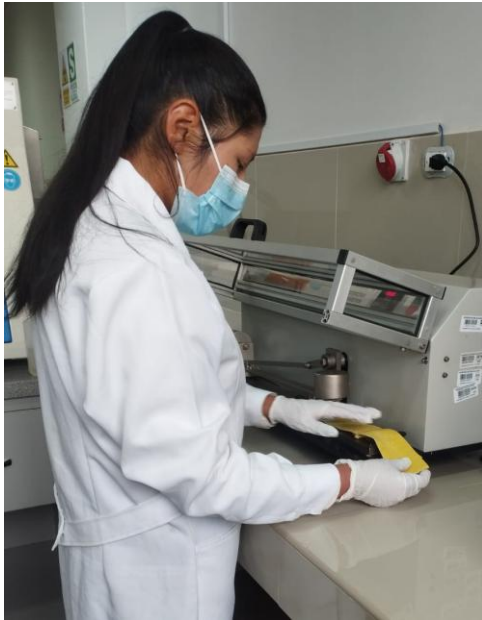


Programación de equipo Gyrowash

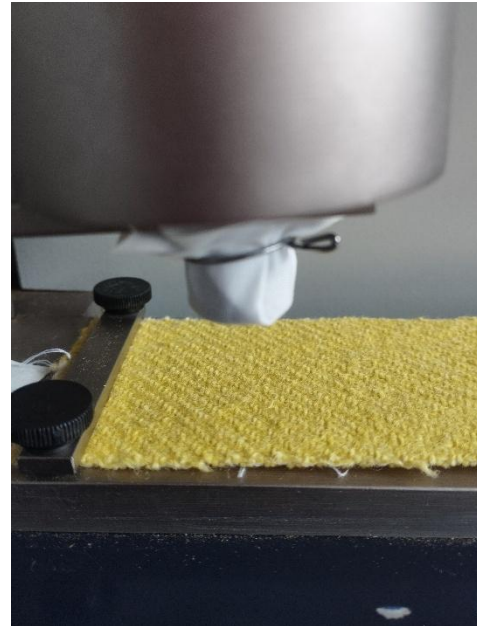


Enjuague de las muestras una extraídas del ensayo

Anexo 10: Fotografías de la evaluación de solidez al frote



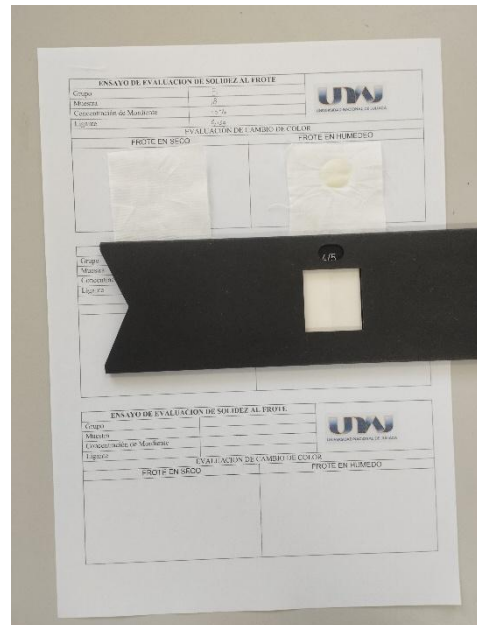
Ubicación de la muestra en el equipo
Abrasimetro Crocktomer



Ubicación de la tela testigo en el equipo

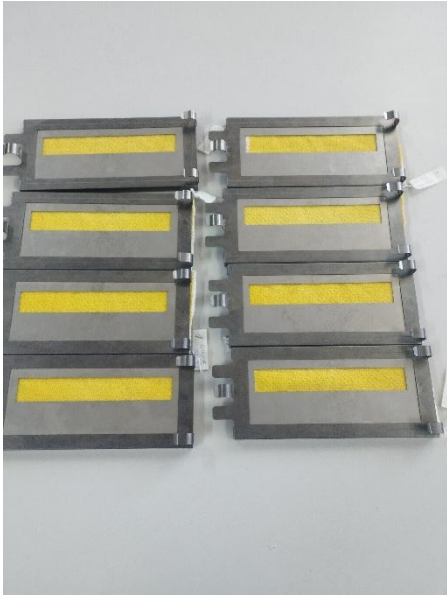


Muestras obtenidas del ensayo de solidez de
color al frote



Evaluación con la escala de grises para
transferencia de color

Anexo 11: Fotografías de la evaluación de solidez a la luz



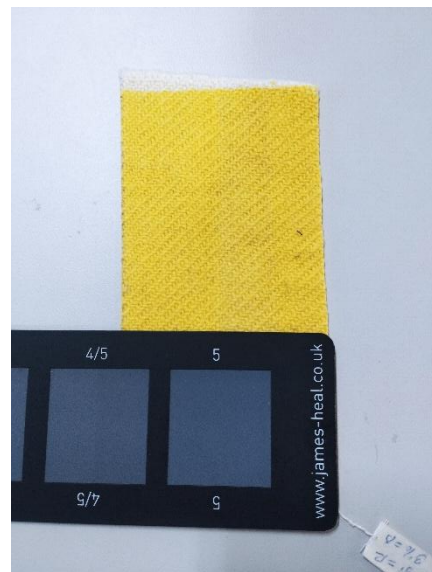
Acondicionamiento de la para el ensayo de solidez a la luz



Ubicado de la muestra en el equipo



Programación de tiempo y temperatura



Evaluación con escala de grises para cambio de color

Anexo 12: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	METODOLOGÍA
<p>Pregunta general ¿Cuáles son los efectos del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez del color en el estampado Puno, 2025?</p> <p>Preguntas específicas •¿Cuál es el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez al frote? •¿Cuál es el efecto del estampado serigráfico textil en la tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez a la luz? •¿Cuál es el efecto del estampado serigráfico textil en la tela de bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos sobre la solidez al lavado?</p>	<p>Objetivo general Evaluar los efectos del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez del color en el estampado, Puno 2025.</p> <p>Objetivos específicos •Determinar el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez al frote del estampado •Determinar el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez a la luz del estampado •Determinar el efecto del estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, sobre la solidez al lavado del estampado.</p>	<p>Hipótesis general El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez del color en el estampado, Puno 2025.</p> <p>Hipótesis específicas •El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez al frote del estampado. •El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez a la luz del estampado. •El estampado serigráfico textil en tela de bayeta de lana de oveja, utilizando insumos ecológicos, tiene efectos significativos sobre la solidez al lavado del estampado.</p>	<p>(Variable independiente) Estampado serigráfico con insumos ecológicos</p> <p>(Variable dependiente) Solidez al color</p>	<p>Mordiente</p> <p>ligante</p> <p>Solidez de color al frote</p> <p>Solidez de color a la luz</p> <p>Solidez de color al lavado</p>	<p>3% 5% 10%</p> <p>0g 0.15g</p> <p>Grado de transferencia de color a la tela testigo</p> <p>Grado de cambio de color</p>	<p>ml</p> <p>g</p> <p>Las variaciones se ubican en una escala de 1 al 5, donde 1 es negativo y 5 positivo</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental Factorial 2*3</p> <p>Población: Compuesta por telas de bayeta de lana de oveja disponibles en Puno para serigrafía</p> <p>Muestra: 54 unidades</p> <p>Instrumento: Hoja o ficha de registros</p> <p>Técnicas: Pruebas de laboratorio observaciones</p>

Anexo 13: Validación por juicio de expertos del Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- d) Apellidos y Nombres: *MAMANI MAMANI PERCY WALDIR*
- e) Grado académico: *Ingeniería Textil y de Confecciones*
- f) Cargo e institución donde labora: *Laboralista - Universidad Nacional de Juliaca.*
- d) Título del proyecto de tesis: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.
- e) Autor (a) del instrumentó: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- f) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ AL LAVADO	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las NTP textiles					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis				✓	
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil				✓	
Sub total					16	30
Total						46

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *18.4*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


Firma y post firma del experto
DNI: ...70072299.....



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: *Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.*

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- g) Apellidos y Nombres: *MAMANI MAMANI PERCY WALDIR.*
- h) Grado académico: *INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES*
- i) Cargo e institución donde labora: *LABORATORISTA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA*
- g) Título del proyecto de tesis: *Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color puno-2025.*
- h) Autor (a) del instrumento: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- i) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-09)	(10-12)	(12-15)	(15-18)	(18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las AATCC					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis				✓	
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil				✓	
Subtotal					16	30
Total						46

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *18.4*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


Firma y post firma del experto
 DNI: *70078229*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- a) Apellidos y Nombres: *MAMANI MAMANI PERCY WALDIR*
- b) Grado académico: *INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES*
- c) Cargo e institución donde labora: *LABORATORISTA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA*
- a) Título del proyecto de tesis: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.
- b) Autor (a) del instrumentó: Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.
- c) Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-09)	(10-12)	(12-15)	(15-18)	(18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las NTP textiles					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis					✓
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil				✓	
Sub total					<i>12</i>	<i>35</i>
Total						<i>47</i>

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *18.8*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


 Firma y post firma del experto
 DNI: *70079299*.....



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y

su solidez al color, Puno - 2025.

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR
 JUICIO DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES:

- d) Apellidos y Nombres: *Mullisaca Torres Francely Celoste*
- e) Grado académico: *Magister*
- f) Cargo e institución donde labora: *Universidad Nacional de Juliaca. - Docente*
- d) Título del proyecto de tesis: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.
- e) Autor (a) del instrumentó: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- f) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ AL LAVADO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-09)	(10-12)	(12-15)	(15-18)	(18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las NTP textiles					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis					✓
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil					✓
Sub total					8	40
Total					48	

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *19.2*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


 Firma y post firma del experto
 DNI: *71788813*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y

su solidez al color, Puno - 2025.

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR
 JUICIO DE EXPERTOS**

I. DATOS GENERALES:

- a) Apellidos y Nombres: *Mullisaca Torres Francely Celeste*
- b) Grado académico: *Magister*
- c) Cargo e institución donde labora: *Universidad Nacional de Juliaca - Docente*
- a) Título del proyecto de tesis: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.
- b) Autor (a) del instrumentó: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- c) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las NTP textiles					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis					✓
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil					✓
Sub total					6	40
Total						48

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *19.2*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)

Firma y post firma del experto

DNI: *71788813*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: *Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.*

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- g) Apellidos y Nombres: *Hullisaca Torres Francely Celeste*
- h) Grado académico: *Magister.*
- i) Cargo e institución donde labora: *Universidad Nacional de Juliaca - Docente*
- g) Título del proyecto de tesis: *Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color puno-2025.*
- h) Autor (a) del instrumentó: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- i) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

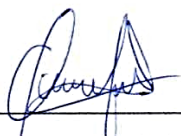
INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las AATCC					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis					✓
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil					✓
Subtotal					8	40
Total						48

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *19.2*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, mejorar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


Firma y post firma del experto
 DNI: *71788813*.....



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y

su solidez al color, Puno - 2025.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- d) Apellidos y Nombres: *Farfan Flores Juan Americo*
- e) Grado académico: *Magister*
- f) Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad - Nacional de Juliaca*
- d) Título del proyecto de tesis: *Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.*
- e) Autor (a) del instrumentó: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- f) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ AL LAVADO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-09)	(10-12)	(12-15)	(15-18)	(18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las NTP textiles					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis					✓
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil					✓
Sub total					8	40
Total						48

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *19.2*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


 Firma y post firma del experto
 DNI: *23911342*.....



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y

su solidez al color, Puno - 2025.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- a) Apellidos y Nombres: *Farfan Flores Juan Americo*
- b) Grado académico: *Magister*
- c) Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad Nacional de Juliaca*
- a) Título del proyecto de tesis: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color, Puno - 2025.
- b) Autor (a) del instrumento: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- c) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:


INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (12-15)	Muy bueno (15-18)	Excelente (18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las NTP textiles					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicada para lograr responder las hipótesis					✓
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil					✓
Sub total					8	40
Total						

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *19.2*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


 Firma y post firma del experto
 DNI: *23911342.....*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

Escuela profesional de Ingeniería Textil y de confecciones

Título del proyecto: Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y

su solidez al color, Puno - 2025.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- g) Apellidos y Nombres: *Farfan Flores Juan Americo*
- h) Grado académico: *Magister*
- i) Cargo e institución donde labora: *Docente - Universidad Nacional de Juliaca*
- g) Título del proyecto de tesis: *Estampado serigráfico textil en tela bayeta de lana de oveja utilizando insumos ecológicos y su solidez al color puno-2025.*
- h) Autor (a) del instrumentó: *Tesista Figueroa Mamani Mariluz Brisaida.*
- i) Nombre del instrumento motivo de evaluación: *Ficha de recolección de datos*

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:


INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZA LA LUZ	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		(01-09)	(10-12)	(12-15)	(15-18)	(18-20)
		01	02	03	04	05
CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible				✓	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las AATCC					✓
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y a las necesidades reales de la investigación				✓	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica en la ficha de recolección de datos					✓
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos de las normas esenciales					✓
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables independientes y dependientes					✓
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y /o científicos					✓
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema, objetivo, hipótesis, variable e indicadores					✓
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodologia aplicada para lograr responder las hipótesis					✓
PERTINENCIA	El diseño muestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil					✓
Subtotal					8	40
Total						48

Valoración cuantitativa (total x 0.4): *19.2*

Valoración cualitativa: *EXCELENTE*

Opinión de aplicabilidad: *APLICABLE*

ESCALA DE VALORACIÓN	
Deficiente	De 1 a 9 (no valida, reformar)
Regular	De 10 a 12 (no valida, modificar)
Bueno	De 12 a 15 (valido, mejorar)
Muy bueno	De 15 a 18 (valido, precisar)
Excelente	De 18 a 20 (valido, aplicable)


 Firma y postfirma del experto
 DNI: *23911342*.....

UNW