UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

"EFECTIVIDAD DEL TEÑIDO NATURAL CON MATERIAL VEGETAL MISIKO *(Bidens andicola)* EN LA SOLIDEZ DEL COLOR EN HILADO ARTESANAL DE LANA DE OVINO CRIOLLO *(Ovis aries)*, PUNO 2024."

Lourdes Alejandrina Paye Mamani

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES

ASESOR: Mtra. Roxana Tacuri Robles
CO-ASESOR: Dr. Eber Apaza Zanana

Juliaca, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

"EFECTIVIDAD DEL TEÑIDO NATURAL CON MATERIAL VEGETAL MISIKO *(Bidens andícola)* EN LA SOLIDEZ DEL COLOR EN HILADO ARTESANAL DE LANA DE OVINO CRIOLLO *(Ovis aries)*, PUNO 2024."

Lourdes Alejandrina Paye Mamani

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES

ASESOR: Mtra. Roxana Tacuri Robles

CO-ASESOR: Dr. Eber Apaza Zapana

Juliaca, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERIA DE PROCESOS INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

"EFECTIVIDAD DEL TEÑIDO NATURAL CON MATERIAL VEGETAL MISIKO (*Bidens andícola)* EN LA SOLIDEZ DEL COLOR EN HILADO ARTESANAL DE LANA DE OVINO CRIOLLO (*Ovis aries*), PUNO 2024."

Lourdes Alejandrina Paye Mamani

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES

ASESOR: Mtra. Roxana Tacuri Robles

CO-ASESOR: Dr. Eber Apaza Zapana

Juliaca, 2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Paye, L. (2026). *Efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (Bidens andícola) en la solidez del color en hilado artesanal de lana de ovino criollo (Ovis aries), Puno 2024.* (Tesis de pregrado en ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca.

AUTOR: Lourdes Alejandrina Paye Mamani.

TÍTULO: Efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) en la solidez del color en hilado artesanal de lana de ovino criollo (*Ovis aries*), Puno 2024."

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2026.

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (173)

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

CÓDIGO: 04-000043-04/P32

NOTA: Incluye Bibliografía.

ASESOR: Mtra. Roxana Tacuri Robles

CO-ASESOR: Dr. Eber Apaza Zapana

PALABRAS CLAVE: Colorante natural, hilo de ovino criollo, Misiko (*Bidens andícola*) y solidez de color.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

"EFECTIVIDAD DEL TEÑIDO NATURAL CON MATERIAL VEGETAL MISIKO (*Bidens andícola*) EN LA SOLIDEZ DEL COLOR EN HILADO ARTESANAL DE LANA OVINO CRIOLLO (*Ovis aries*), PUNO 2024."

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES

PRESENTADA POR:

Bach. Lourdes Alejandrina Paye Mamani

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Dominga Micaela Cano Ccoa

PRESIDENTE DE JURADO

M.Sc. Luz Delia Quina Quina

JURADO (Secretario)

2° MIEMBRO

Dr. Jesus Arias Escobar

JURADO (Vocal)

3° MIEMBRO

Mtra. Roxana Tacuri Robles

ASESOR

Dr. Eber Apaza Zapana

CO- ASESOR

Lourdes Alejandrina Paye Mamani

EFECTIVIDAD DEL TEÑIDO NATURAL CON MATERIAL VEGETAL MISIKO (Bidens andícola) EN LA SOLIDEZ DEL COL...

Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:637984085

Fecha de entrega
12 oct 2026, 4:43 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
12 oct 2026, 4:46 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
EFECTIVIDAD DEL TEÑIDO NATURAL CON MATERIAL VEGETAL MISIKO (Bidens andícola) EN LA SO....pdf

Tamaño del archivo
2.5 MB

173 páginas

40.378 palabras

214.110 caracteres

Firmado digitalmente por HUANCA SUAQUITA JHON RICHARD
DNI 40818674
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 13/10/2026 00:30:59 -05:00

12% 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

12%	Fuentes de Internet
1%	Publicaciones
0%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

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.

Firmado digitalmente por HUANCA SUACALITA JHON RICHARD DNI 42818674
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 13.10.2024 00:31:25 -05:00

DEDICATORIA

A Diosito por brindarme vida y guiarme siempre.

Con mucho amor a mis papás Octavio Paye y Maura Mamani, pilares fundamentales en mi vida, por sus valiosos consejos, por inculcarme principios sólidos y por ser un ejemplo constante de esfuerzo, valentía y superación.

A mis hermanos por el respaldo moral y por su afecto sincero que me acompañó durante todo este proceso.

A mis amigas de la universidad Summy, Yesica, Sandra, Miriam y Nayely por su apoyo y su amistad verdadera durante mi etapa universitaria, mis pitufiamigas.

Y con especial afecto, dedico estas palabras a una persona noble, sincera y generosa que conocí al iniciar este proyecto: Jhon. Él me enseñó que, a pesar de las dificultades que la vida presenta, siempre vale la pena mantener una sonrisa y seguir adelante con esperanza y determinación. Gracias por inspirarme a nunca abandonar mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Diosito darme salud para concluir con informe de tesis, por brindarme salud y ser mi guía espiritual. A mi alma mater Universidad Nacional de Juliaca y a sus autoridades y con mucho cariño a la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones, al coordinador, la plana de docentes y al Ing. Percy y el Ing. Alexander, los encargados de laboratorios de la escuela sede Ayabacas.

A la Mtra. Roxana Tacuri Robles asesor de la investigación, por guiarme y por su apoyo en el procedimiento de este informe de tesis desde el proyecto de tesis hasta la finalización.

Al Dr. Eber Apaza Zapana, quien participó como co-asesor en esta investigación, por la disposición y tiempo brindado en el proceso del presente estudio.

A los miembros jurados de tesis, Dr. Dominga Cano Ccoa, M.Sc. Luz Delia Quina Quina y Dr. Jesus Aries Escobar por su tiempo en la revisión del informe y agradecer por las sugerencias emitidas.

Al M.Sc. Jhony Adalith Arisaca Parillo por tener la paciencia y profesionalismo de guiar y dar sugerencias en la parte de presentación del informe de tesis.

Al Dr. Jhon Richar Huanca Suaquita por tener la paciencia y profesionalismo por las correcciones en el borrador de tesis.

A mi familia, compañeros y amigas que fueron parte de mi vida universitaria, a mis docentes que impartieron su conocimiento durante 5 años, en especial al Dr. Julio Huanca Marín, quien con una virtud imparte su conocimiento.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE GENERAL iii

ÍNDICE DE TABLAS ix

ÍNDICE DE FIGURAS xi

ÍNDICE DE ANEXOS xii

RESUMEN xiv

ABSTRACT xv

INTRODUCCIÓN xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 3

1.2.1. PROBLEMA GENERAL 3

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 3

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 3

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 3

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

1.4. JUSTIFICACIÓN 4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 7

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES 7

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES. 10
2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES. 11
2.2. BASES TEÓRICAS 13
2.2.1. PLANTAS TINTOREAS 13
2.2.2. EXTRACCIÓN DE COLORANTE 14
2.2.3. PLANTA MISIKO (BIDENS ANDÍCOLA) 15
2.2.4. RAZAS DE OVINO EN EL PERÚ 19
2.2.5. HILO DE OVINO 19
2.2.6. OVINO CRIOLLO 19
2.2.7. COMPOSICIÓN DEL REBAÑO DE OVINO 20
2.2.8. CARACTERÍSTICA DE HILO DE OVINO 20
2.2.9. HILATURA 21
2.2.10. TEÑIDO 21
2.2.11. MORDIENTE 25
2.2.12. COLORIMETRÍA 27
2.2.13. CONTROL DE CALIDAD EN TEÑIDOS 28
2.2.14. ESCALA DE GRISES 29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN 31
3.2. ESTRUCTURA METODOLÓGICO 31
3.2.1. NIVEL DE INVESTIGACIÓN 31
3.2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN 31
3.2.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN 31
3.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 32

3.3.1. HIPÓTESIS GENERAL 32
3.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 32
3.4. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN 32
3.5. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN 33
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 35
3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN 37
3.7.1. POBLACIÓN 37
3.7.2. MUESTRA 37
3.8. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 38
3.8.1. TÉCNICA 38
3.8.2. INSTRUMENTOS 38
3.9. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS 38
3.9.1. MATERIAL VEGETAL Y MATERIAL TEXTIL 38
3.9.2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN 39
3.9.2. MATERIALES DE LABORATORIO 41
3.9.3. REACTIVOS Y PRODUCTOS AUXILIARES 44
3.10. METODOLOGÍA DE PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTAL 44
3.10.1. PROCEDIMIENTO PARA LA EXTRACCION DE COLORANTE DE LA PLANTA MISIKO (*BIDENS ANDÍCOLA*) 44
3.10.2. ACONDICIONAMIENTO DEL HILO DE OVINO CRIOLLO PARA EL TEÑIDO 49
3.10.3. TEÑIDO NATURAL DEL HILADO DE OVINO CRIOLLO *(OVIS ARIES*) CON MATERIAL VEGETAL MISIKO (*BIDENS ANDÍCOLA*) 56
3.10.4. EVALUACIÓN DE LA SOLIDEZ AL COLOR EN EL TEÑIDO DE LANA DE OVINO CRIOLLO CON MISIKO *(BIDENS ANDÍCOLA).* 60

3.11. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....69

3.11.1. DISEÑO EXPERIMENTAL 69

3.11.2. VARIABLE DEL TEÑIDO DE LANA DE OVINO CRIOLLO.....70

3.11.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS 73

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.....74

4.1.1. RESULTADO PARA EL OBJETIVO GENERAL.....73

4.1.2. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ AL LAVADO 82

4.1.3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE 95

4.1.21.RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZA LA LUZ 105

4.2. DISCUSIONES.....116

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....120

5.2. RECOMENDACIONES 122

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 123

ANEXOS.....128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía del misiko *(Bidens andícola)* 16

Tabla 2: Marcha fitoquímica teórica del misiko *(Bidens andícola)*..... 18

Tabla 3: Selección de solventes para extracción. 18

Tabla 4: Pruebas químicas sugeridas para marcha experimental..... 18

Tabla 5: Operacionalización de Variable. 36

Tabla 6: Tamaño de muestra según diseño de experimento factorial 38

Tabla 7: Dimensiones de las muestras para el cálculo de titulación. 53

Tabla 8: Cantidad de baño tintóreo y de mordiente..... 55

Tabla 9: Tabla de condiciones de la prueba. 62

Tabla 10: Tablas de componentes de variación cromática. 65

Tabla 11: Tamaño de Muestra Según el Diseño de Experimento Factorial..... 71

Tabla 12: Dimensiones de teñido..... 72

Tabla 13: Dimensiones de respuesta del proceso de teñido natural..... 72

Tabla 14: Matriz del diseño con los Experimentos Conformados..... 73

Tabla 15: Prueba de normalidad entre factores 77

Tabla 16: Prueba de normalidad entre factores. 78

Tabla 17: Prueba de homogeneidad de Levene..... 79

Tabla 18: Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez al color..... 82

Tabla 19: Estadísticas descriptivas 83

Tabla 20: Prueba de Kruskal-Wallis. 84

Tabla 21: Resultados descriptivos de la solidez del color al lavado 87

Tabla 22: Prueba de normalidad entre factores. 88

Tabla 23: Evaluación de la homogeneidad de Levene 89

Tabla 24: Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez al color..... 92

Tabla 25: Estadísticas descriptivas 93

Tabla 26: Prueba de Kruskal-Wallis. 94

Tabla 27: Estadísticas descriptivas 96

Tabla 28: Análisis descriptivos de la solidez al frote en seco y húmedo. 98

Tabla 29: Prueba de normalidad entre factores con un margen de significancia del 5% 99

Tabla 30: Prueba de homogeneidad de Levene.....100

Tabla 31: Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez del color al frote..... 103

Tabla 32: Estadísticas descriptivas 104

Tabla 33: Prueba de Kruskal-Wallis. 105

Tabla 34: Estadísticas descriptivas 107

Tabla 35: Análisis Descriptivos de la Solidez del Color a la Luz.....109

Tabla 36: Prueba de normalidad entre factores. 110

Tabla 37: Prueba de homogeneidad de Levene.....111

Tabla 38: Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez del color a la luz.....114

Tabla 39: Estadísticas descriptivas 115

Tabla 40: Prueba de Kruskal-Wallis. 116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Órganos de la planta utilizado como tintóreo. 13

Figura 2: Planta Misiko (*Bidens andícola*) 16

Figura 3: Estructura del Flavonoide del misiko 17

Figura 4: Colores de síntesis aditiva 27

Figura 5: Colores de síntesis sustractiva. 28

Figura 6: Elementos del color 28

Figura 7: Escala de grises. 31

Figura 8: Máquina Rotacolor 41

Figura 9: Máquina Gyrowash (lauderometro) 41

Figura 10: PH-metro. 42

Figura 11: Madejadora eléctrica 43

Figura 12: Cámara xenoter 43

Figura 13: Abrasímetro simple Crockmeter 44

Figura 14: Diagrama de flujo de extracción del colorante de misiko (*Bidens andícola*) 48

Figura 16*:* Diagrama de Flujo del procesamiento de la lana de ovino criollo 50

Figura 17: Curva de Lavado de Pre-tratamiento del hilo de ovino criollo 56

Figura 18: Diagrama de Flujo del proceso de teñido de lana de ovino criollo 58

Figura 19: Curva de teñido natural de hilado de ovino criollo con misiko *(Bidens andícola).* 60

Figura 20: Diagrama de Flujo del proceso de la prueba de solidez al lavado 63

Figura 21: Diagrama de Flujo del proceso de la prueba de solidez al frote……..…..66

Figura 22: Diagrama de Flujo del proceso de la prueba de solidez al frote a la luz 69

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Receta teñido natural con Misko (*Bidens andícola*) en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*) de color blanco. 130

ANEXO 2: Lavado de la Planta Misiko (*Bidens andícola*). 132

ANEXO 3: Extracción de colorante Planta Misiko (*Bidens andícola*). 132

ANEXO 4: Preparación de muestras de madeja de hilado de ovino criollo. 133

ANEXO 5: Pesado de cada muestra de madeja. 133

ANEXO 6: Adición de la muestra en cada vaso preparado. 134

ANEXO 7: Muestra en colorante mordentado. 134

ANEXO 8: Muestras en proceso de teñido en la máquina Rotacolor. 135

ANEXO 9: Enjuagado de las muestras teñidas. 135

ANEXO 10: Secado bajo sombra cada muestra 136

ANEXO 11: Muestras secas cada una mantiene su codificación previa. 136

ANEXO 12: Muestras divididas de acuerdo a su codificación. 136

ANEXO 13: Tejido de las muestras para la prueba de color al lavado. 137

ANEXO 14: Multifibra 5*10 cm. 137

ANEXO 15: Multifibra y algodón para adicionar a las muestras de lavado. 137

ANEXO 16: Muestras para la prueba de solidez al lavado. 137

ANEXO 17: Detergente para la prueba de solidez al lavado- máquina Gyrowash. 138

ANEXO 18: Medición del detergente. 138

ANEXO 19: Cada vaso es enumerado para evitar confusiones. 138

ANEXO 20: Sellado herméticamente cada vaso de la máquina Gyriwash. 139

ANEXO 21: Villas para la prueba de solide al color. 139

ANEXO 22: Muestra después de pasar por el proceso de solidez al lavado. 140

ANEXO 23: Escala de grises de la prueba de solidez al lavado. 140
ANEXO 24: Preparación de la muestra para la prueba de solidez al frote. 140
ANEXO 25: Máquina Abrasímetro Crockmeter. 141
ANEXO 26: Muestra colocada en la máquina Abrasímetro Crockmeter. 141
ANEXO 27: Muestra en marcha de la prueba de solidez al frote en seco y húmedo. 141
ANEXO 28: Inspeccionando cada proceso de la solidez al frote. 142
ANEXO 29: Material para la prueba de solidez al frote en seco y húmedo. 142
ANEXO 30: Tela testigo después de la prueba de solidez al frote en seco. 142
ANEXO 31: Tela testigo después de la prueba de solidez al frote en húmedo 143
ANEXO 32: Evaluación en la escala de grises las muestras de solidez al frote. 143
ANEXO 33: Colocación de las muestras en la máquina Xenoterm. 143
ANEXO 34: Programación de la maquina Xenoterm. 144
ANEXO 35: Evaluación de las muestras de la prueba de solidez a la luz 144
ANEXO 36: Comparación de las muestras del antes y después de la solidez a la luz 144
ANEXO 37: Fichas de validación de instrumento de investigación. 145
ANEXO 38: Hoja de recolección de datos para la prueba de solidez al color al lavado. 148
ANEXO 39: Hoja de recolección de datos para la prueba de solidez al del color al frote en seco y húmedo. 149
ANEXO 40: Hoja de recolección de datos para la prueba de solidez al color la luz. 150
ANEXO 41: Datos de la prueba de solidez al color al lavado. 151
ANEXO 42: Datos de la prueba de solidez al del color al frote en seco y húmedo. 152
ANEXO 43: Datos de la prueba de solidez al color la luz. 153
ANEXO 44: Matriz de consistencia. 154

RESUMEN

La presente investigación se planteó con el objetivo de determinar la efectividad del teñido vegetal Misiko (*Bidens andícola*) en la solidez del color en hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*), Puno 2024, bajo un enfoque cuantitativo-explicativo y diseño experimental puro factorial completo 2^K. La población está conformada por 18 libras de lana blanca de ovino criollo que posteriormente fue hilado artesanalmente con la puska y 8 kg. de Misiko de la comunidad de Llachahui, Coata, Puno, un tamaño muestral de 256, la extracción del colorante fue por decocción. Al no tener datos con una distribución normal y homogeneidad de varianza se aplicó el análisis estadístico de la prueba de Kruskal Wallis bajo un margen de error admisible de 5%. Los factores evaluados fueron: relación de planta/sustrato (1/5-2/5Kg/L), cantidad de mordiente (3-5gL), temperatura (85-95ºC) y tiempo (45-55min). Los resultados evidenciaron que el factor tiempo presentó un efecto significativo en la solidez general del color (p=0.024), respecto a la prueba de solidez al lavado no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En la solidez al frote, la temperatura mostró influencia cercana al nivel de significancia (p=0.05), mostrando una buena solidez al frote. Para la solidez a la luz, los resultados estadísticos indican que la temperatura (p=0.049) y el tiempo (p=0.003) tienen efectos significativos. En conclusión, se determinó que la planta Misiko es efectivo como colorante natural en hilado artesanal de ovino criollo independientemente de los factores evaluados en el proceso de teñido, logrando superar el control de calidad de las normas AATCC (Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles), el teñido natural Misiko posee alto poder tintóreo y proporciona buena solidez del color en el sustrato estudiado.

Palabras claves: Colorante natural, hilo de ovino criollo, Misiko (*Bidens andícola*) y solidez de color.

ABSTRACT

This study was conducted with the objective of determining the effectiveness of Misiko (Bidens andícola) plant dye in ensuring colorfastness in artisanal yarn made from Creole sheep (Ovis aries), Puno 2024, using a quantitative-explanatory approach and a pure complete factorial experimental design 2^K. The population consisted of 18 pounds of white wool from Criollo sheep, which was subsequently hand-spun using the puska technique, and 8 kg of Misiko from the community of Llachahui, Coata, Puno, for a sample size of 256; the dye was extracted by decoction. Since the data did not follow a normal distribution and did not exhibit homogeneity of variance, the Kruskal-Wallis test was applied with an acceptable margin of error of 5%. The factors evaluated were: plant-to-substrate ratio (1/5–2/5 kg*L), amount of mordant (3–5 gL), temperature (85–95°C), and time (45–55 min). The results showed that the time factor had a significant effect on overall color fastness (p = 0.024); however, no significant differences were found among treatments regarding wash fastness. For rub fastness, temperature showed an influence close to the level of significance (p = 0.05), indicating good rub fastness. In conclusion, it was determined that the Misiko plant is effective as a natural dye for artisanal Creole sheep's wool yarn, regardless of the factors evaluated during the dyeing process. It met the quality control standards of the AATCC (American Association of Textile Chemists and Colorists); Misiko natural dyeing exhibits high dyeing power and provides good colorfastness on the substrate studied.

Keywords: Natural dye, Creole sheep wool, misiko (*Bidens andIcola*), and colorfastness.

INTRODUCCIÓN

El uso actual de tintes naturales es una opción que contribuye a disminuir la contaminación, ya que estos tintes se descomponen fácilmente al ser liberados en el agua de desecho de los procesos de tintura (Obando, 2018). Los tintes naturales tienden a adherirse mejor a las fibras naturales debido a sus características químicas; entre las fibras más comúnmente teñidas se encuentran las provenientes de la oveja, la alpaca y el algodón (Palacios, 2020), por otro lado, se escucha hablar de los colorantes artificiales y lo perjudicial que es, sin embargo, en el ámbito textil, a menudo se priorizan sus propiedades técnicas sin considerar el impacto ambiental, dejando de lado los colorantes naturales, que son más amigables con el medio ambiente. Desde tiempos ancestrales, el ser humano ha empleado tintes naturales, sin embargo, con el paso del tiempo, su empleo ha reducido debido a aspectos como la menor intensidad del color y una solidez baja en la evaluación de la calidad. A pesar de estas limitaciones, los tintes naturales ofrecen una rica gama cromática que merece ser valorada. Este estudio quiere mirar atrás para mirar adelante, busca entender cuán efectivo puede ser el teñido natural con una planta andina como el misiko (*Bidens andícola*), aplicado a una fibra que es parte de nuestra identidad: la lana de ovino criollo, usada en las comunidades andinas, criada por manos que saben del frío, de la montaña, del teñido natural y del tejido.

El teñido va acompañado de parámetros establecidos para su posterior control de calidad de la solidez del color, los primordiales son: solidez al lavado, frote y luz. La evaluación de la solidez del color se realiza a través de métodos de prueba estandarizados a nivel internacional, la organización encargada, mediante diversos comités técnicos, crea, revisa y actualiza las pruebas que miden la resistencia del color frente a distintos factores (Lockuán, 2012). Se encuentra compuesto por V capítulos:

El Capítulo I despliega la descripción y el planteamiento del problema; detalla el motivo que impulsa la investigación, formulando las preguntas centrales del estudio, los objetivos propuestos y la justificación desde las perspectivas social, práctica, económica y ambiental. Así mismo, los alcances y limitaciones, se plantea las hipótesis, y se identifican las variables involucradas. El objetivo principal es determinar la efectividad del teñido natural con misiko en la solidez del color en el hilado artesanal de lana de ovino criollo. Recalquemos que el teñido natural de lana criollo es mínimo, a pesar de que, según el MINAGRI, el ovino criollo constituye aproximadamente el 70% de la población ovina

peruana, lo que lo convierte en un recurso clave para comunidades rurales. La investigación considera cuatro factores clave en el procedimiento del teñido natural: relación planta/sustrato, cantidad de mordiente, tiempo y temperatura, buscando mejorar el procedimiento del tinturado y su aplicabilidad en la artesanía nacional.

El capítulo II despliega la búsqueda de la bibliográfica, tales como los antecedentes más cercanos a mi tema y base teórica que es parte fundamental de la investigación sobre el tinturado natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*). Así mismo, se describen las máquinas, materiales y equipos empleados en el procedimiento del tañido natural, junto con las pruebas de solidez realizadas, las cuales son esenciales para medir la calidad y la resistencia del teñido a lo largo del tiempo.

El capítulo III despliega los materiales y la metodología; especifica tipo y nivel de estudio, alcance explicativo experimental, población y muestra, seguido de los instrumentos, técnicas y fichas para recolectar de información utilizados. El muestreo utilizado es no probabilístico de selección intencional, se aplicó el diseño experimental factorial completo 2^k con (k=4). Se utiliza como instrumento una ficha de registro, y se detalla todo el procedimiento desde la elaboración del hilado artesanal en la comunidad de Llachahui, provincia de Puno hasta la evaluación de pruebas de solidez.

El capítulo IV detalla resultados y discusiones del análisis de solidez del color, considerando los: relación planta/sustrato, cantidad de mordiente, tiempo de teñido y temperatura. Cada muestra fue codificada debido a los diferentes factores de cada una. Incluye una receta de teñido con los factores y parámetros establecidos, esta receta busca servir como base para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas.

Finalmente, el capítulo V detalla conclusiones y recomendaciones, cabe destacar que las conclusiones se fundamentan en los objetivos planteados, así mismo, las recomendaciones se formulan en función de los resultados; los resultados son de vital importancia para todos pobladores o el sector textil que trabaja con el teñido natural en lana de ovino. La investigación resalta la relevancia de valorar y apreciar los recursos locales, con lo nuestro y con lo que tenemos a nuestro alcance.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los tintes naturales en el teñido de la lana de ovino criollo, no solo son como una forma de agregar valor a los productos textiles, sino también como parte de un proyecto orientado a rescatar métodos ancestrales de coloración textil. Los tintes naturales cobran especial relevancia debido a su versatilidad, ya que pueden utilizarse en el teñido de hilos de algodón, lana y otros materiales de origen natural. A diferencia de los tintes artificiales de origen químico y con alto impacto ambiental, mientras los colorantes naturales representan una opción ecológica y menos perjudicial para el medio ambiente, se conoce muy poco hoy en día de los tintes naturales debido a muchos factores como la falta de promocionarlos, falta de conocimiento sobre plantas tintóreas, y el olvido.

Los colorantes naturales se están revalorando en la industria textil, es un compuesto obtenido principalmente de vegetales y minerales, también pueden derivarse de diversas partes de organismos como semillas, raíces, hojas, tallos, así como de insectos, algas, hongos y bacterias. Debido a su composición química, poseen la capacidad de adherirse eficazmente a fibras de origen vegetal como yute, algodón, lino, bambú y cáñamo, también tenemos fibras animales, tales como lana, seda, alpaca, vicuña y guanaco. Su principal ventaja radica en su carácter ecológico y sostenible, lo que los convierte en una alternativa segura para la salud humana y el medio ambiente según el Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Cusco (CITEtextil Cusco, 2020). El misiko (*Bidens andícola*) es una planta tintórea que contiene compuestos del tipo flavonoide, a pesar de su alto poder tintóreo, su uso en la industria textil es aún poco frecuente. Esto se debe, en gran parte, a la escasa y el desconocimiento de los métodos de extracción del colorante.

Asimismo, la ausencia de parámetros técnicos adecuados para su aplicación en procesos de teñido impide obtener colores estables, limitando su aprovechamiento en productos artesanales o industriales.

La lana de ovino es uno de los primeros sustratos textiles utilizados para vestir al hombre. Según Soto (2018), menciona que la crianza de ovinos criollos en muchas zonas toma relevancia especialmente por la contribución de lana, pieles y la carne. Sin embargo, a causa de que la lana no tiene buen precio ya no hay rentabilidad y los pobladores prefieren vender en carne y no lana. A pesar de sus limitaciones, la lana de ovino criollo puede convertirse en un recurso valioso si se trabaja con procesos adecuados de limpieza, hilado y teñido. Su transformación no solo agregaría valor a la materia prima, sino que también abre nuevas oportunidades de comercialización. Para lograrlo, es indispensable aplicar técnicas de teñido que aseguren una buena solidez del color y se ajusten a las especificaciones de calidad para su comercialización.

Según Aguilar et al. (2022), existe una escasa información sobre investigaciones que apliquen métodos científicos para establecer cantidades precisas de mordiente, específicamente alumbre, así como tiempos definidos en el procedimiento de teñido de hilos de ovino y alpaca utilizando tintes naturales. La determinación de los parámetros es fundamental en garantizar la calidad tinturado final, asegurando una solidez del color que cumpla con las exigencias de la industria textil. Con la investigación se busca aportar en cuanto al método de teñido con los parámetros respectivos bajo norma con métodos científicos en el procedimiento del teñido en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*) con Misiko (*Bidens andícola*), se emplearon proporciones precisas en la aplicación de mordientes, así como temperaturas y tiempos controlados durante el proceso, con el fin de obtener una buena solidez y resistencia frente a las auditorias de solidez del teñido, garantizando su adecuación para su incorporación en la industria textil, pero los textiles deben cumplir ciertos requisitos para su inserción al mercado como es la prueba de solideces. Por ello, este estudio plantea el siguiente cuestionamiento: ¿Cómo determinar la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola)* en la prueba de solidez de color en el hilado artesanal de la lana ovino criollo (*Ovis aries)*, Puno 2024?

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola)* en la prueba de solidez del color en el hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), Puno 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andicola*) en la prueba de solidez al lavado en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*)?
- ¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) en la prueba de solidez al frote en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*)?
- ¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) en la prueba de solidez a la luz en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*)?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Determinar la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola)* en la prueba solidez del color en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries),* Puno 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) en la prueba de solidez del color al lavado en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- Determinar la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) en la prueba de solidez del color al frote en seco y húmedo en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- Determinar la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) en la prueba de solidez del color a la luz en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

1.4. JUSTIFICACIÓN

La razón de ser de esta investigación es apoyar a los artesanos empíricos para que trabajen con datos precisos para obtener la gama de colores requeridas en todas las madejas y no cometer el error de que cada teñido tenga un tono mayor o menor a lo que se requiere, asimismo, se basa en que existe una información escasa sobre teñidos naturales en lana de ovino criollo (*Ovis aries*) con material vegetal, es habiendo no encontrado la información con parámetros establecidos con cantidades exactas para de lograr un buen teñido con buena solidez al lavado, solidez al frote y la solidez a la luz. Esta investigación busca aportar datos precisos mediante la aplicación de estándares internacionales, en particular los establecidos por la norma AATCC (Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles), con el fin de obtener resultados confiables que aporte un fundamento para investigaciones posteriores, así mismo busco revalorar la lana de ovino criollo, se sabe que en muchas regiones la lana de ovino criollo es percibida como una materia prima de bajo valor comercial en comparación con la lanas de ovino de raza y fibras, pero al teñir la lana de ovino criollo se convierte en un producto artesanal de valor agregado y más aún si se tejen en artesanías, preservar el teñido natural con plantas locales vas más allá de identidad cultural, es herencia que debemos mantener viva, además tiene un impacto ambiental mínima y protege la salud de los artesanos que trabajan en entornos sin protección, el resultado final es un producto 100% natural alineado con las exigencia del mercado internacional.

En la parte social, este estudio aporta al conocimiento de los pobladores y artesanos interesados en el uso de colorantes naturales con plantas al alcance de cada uno. El aprovechamiento del hilado de ovino criollo y de la planta Misiko conocido también como K'ello T'ika, ambas presentes en diversas regiones de nuestro Perú, también representa una oportunidad para revalorizar nuestra cultura textil. Tal como menciona Pampañaupa (2021) en la comunidad de Chari, las tejedoras plasman costumbres y tradiciones andinas en cada una de sus piezas, manteniendo viva la herencia ancestral. En esta comunidad, 8 de cada 10 tejedoras son mujeres, lo que evidencia que el tejido es también una práctica con fuerte arraigo y relevancia para

el empoderamiento femenino en las zonas rurales.

A nivel práctico, esta investigación constituye un aporte directo para artesanos dedicados al teñido, quienes podrán mejorar sus procesos mediante el uso de parámetros técnicos definidos, aplicables a nivel nacional y a los pobladores criadores de ovino criollo, brindándoles la posibilidad de trabajar con materiales disponibles en su entorno inmediato. Además, se busca motivar a más investigadores y emprendedores a explorar otras plantas tintóreas que se encuentren al alcance, evitando depender de insumos importados. Cabe destacar que, según el MIDAGRI, el 70% del ganado ovino en el Perú pertenece a la raza criolla, lo que ofrece un sustrato textil abundante y poco aprovechado.

Económicamente, esta propuesta también tiene impacto positivo, ya que permite transformar un recurso subvalorado, como la lana trasquilada, en productos artesanales con valor agregado. Al garantizar la calidad del teñido, mediante un proceso técnico con mordientes y parámetros definidos, el producto final puede alcanzar un precio superior en el mercado. La planta misiko ofrece una variedad cromática que abarca desde el amarillo al rojo, según el mordiente utilizado, lo que amplía las posibilidades cromáticas y de diseño para los artesanos.

Por otro lado, el contexto turístico y comercial respalda el potencial de esta iniciativa. Según cifras del diario El Peruano entre el año 2001 y 2018, el turismo en el Perú experimentó un crecimiento extraordinario, pasando de 1.4 a 4.4 millones de visitantes. Este notable incremento no solo impulsó los destinos tradicionales, sino que también revalorizó la riqueza cultural del país, un claro ejemplo es el auge del turismo vivencial, donde los viajeros quedan cautivados por las artesanías elaboradas con lana o fibra, tejidas a mano y coloreadas mediante técnicas ancestrales de teñido natural a base de plantas y minerales locales. Aunque el turismo disminuyó tras la pandemia, para 2021 ya se reportaron 2 millones de visitantes y se espera una recuperación progresiva (Lindo, 2018). Además, las exportaciones artesanales peruanas alcanzaron un promedio de US$ 60 millones, siendo Estados Unidos el principal mercado. Estas cifras evidencian una oportunidad concreta para comercializar productos textiles artesanales a nivel regional y nacional, favoreciendo a la generación ingresos sostenibles para las familias productoras.

A nivel ambiental, la industria textil figura entre las más contaminantes a nivel mundial, siendo catalogada como la segunda después de la industria petrolera (Silva,

2024). Según el Banco Mundial, esta industria contribuye aproximadamente con un 20 % a la contaminación global del agua potable, este impacto se debe en gran parte, al uso excesivo de tintes artificiales y productos químicos durante los procesos productivos.

Ante esta situación, es necesario adoptar alternativas que sean ambientalmente responsables. En este contexto, el teñido natural utilizando sustratos vegetales, como la planta Misiko (*Bidens andícola*), se presenta como una opción viable y eco-amigable. En contraste con los tintes sintéticos, los colorantes de origen natural no generan residuos tóxicos ni afectan negativamente los ecosistemas acuáticos o terrestres.

Según CITEtexil Cusco, (2023), el aprovechamiento de pigmentos naturales en la producción textil y de la moda representa una respuesta directa al impacto climático, promoviendo procesos más responsables y respetuosos con el entorno. Por ello, es fundamental promover su uso como una estrategia para transformar el rubro textil desde una perspectiva ambientalmente consciente.

La conservación del medio ambiente requiere del compromiso de toda la sociedad, iniciativas como esta investigación buscan generar un cambio desde lo más básico, promoviendo la producción de textiles sostenibles que, además de generar ingresos económicos, estén alineados con la conservación de nuestro entorno natural.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Constanza (2014), en su investigación que llevó a cabo dentro del marco del Programa Ondas Colciencias, bajo la coordinación de la Universidad de la Amazonia en Florencia, Caquetá. La investigación lo enfocó en la extracción de pigmentos flavonoides mediante un medio metanólico. La caracterización de los extractos incluyó su identificación cualitativa a través de ensayos colorimétricos y cromatográficos, complementada con la cuantificación espectrofotométrica de flavonoides totales en flores de pomo (*Syzygium jambos*), recolectadas en el campus San Juan Bosco de la IEAR. El tamizaje fitoquímico reveló la presencia de metabolitos secundarios. Finalmente, la concentración de flavonoides totales se cuantificó en miligramos de catequinas por gramo de extracto seco, fue 3.580,8614 mg.

Palacios y Ullauri (2020), su propósito fue salvaguardar y consolidar el patrimonio cultural inmaterial, en su investigación planteó la revalorización de las tecnologías ancestrales de tintura natural. Tras mapear las regiones geográficas donde estas prácticas permanecen vigentes, se procedió a la recuperación y optimización de los procesos mediante la estandarización de variables operacionales críticas: temperatura, tiempo, pH, naturaleza del mordiente y concentración del material bioactivo. El diseño experimental integró 21 tratamientos basados estrictamente en el saber artesanal tradicional, complementados con 50 tratamientos adicionales orientados a la variación de los factores más influyentes. Las tinturas se aplicaron sobre sustratos de alpaca y lana ovino, consolidando una paleta de 71 tonalidades que

abarcaron desde el amarillo intenso hasta matices rosa, carmesí, anaranjado y marrón oscuro. Los extractos provenientes de Brachyotum confertum, Juglans neotropica y Dactylopius coccus destacaron por su alta saturación. Finalmente, los ensayos de solidez frente a la fotodegradación, lavado manual y frote arrojaron índices satisfactorios evaluados mediante la escala de grises para el cambio cromático.

Andrade (2016), en su investigación introduce una alternativa ecológicamente viable para el teñido de lana ovino mediante el aprovechamiento de la chilca (*Baccharis* sp.). En el ámbito andino, es habitual el empleo de especies como el nogal, eucalipto, shanshi y lengua de vaca para la tintura de fibras naturales; sin embargo, el uso de la chilca mitiga la explotación de recursos maderables y reduce la huella ambiental. La revitalización de estos fitopigmentos es crucial en la actualidad por sus ventajas ecosistémicas y el valor agregado. Metodológicamente, el estudio rescata los procesos artesanales prehispánicos preservados por las comunidades de la sierra norte para la extracción, teñido y confección de indumentarias. Finalmente, el documento complementa el desarrollo técnico con un análisis de diseño de modas examinando su evolución histórica y las tendencias locales, detallando la propuesta de colecciones y concluyendo con la viabilidad financiera del proyecto.

Vaca (2020), Desde una perspectiva histórica, el empleo de fitopigmentos y colorantes orgánicos por parte del ser humano se remonta a la prehistoria, manteniendo su vigencia hasta la actualidad. Bajo este precepto, el estudio evaluó el potencial tintóreo de tres fuentes naturales amaranto (T1), remolacha (T2) y nogal verde (T3) en lana de ovino (*Ovis aries*), contrastándolos con un testigo químico convencional (T0). La fase experimental contempló 10 muestras de 0.20 kg. por tratamiento (con un consolidado de 8 kg. de sustrato) dispuestas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Las evaluaciones físicas y sensoriales se ejecutaron en los laboratorios de la ESPOCH, analizando la solidez a la luz, el porcentaje de elongación (%) y la resistencia por lastometría (mm), junto con atributos de intensidad cromática, tacto y blandura. Aunque las pruebas mecánicas y de foto degradación no revelaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, el análisis sensorial (procesado mediante ANOVA, Tukey y Kruskal-Wallis) mostró discrepancias altamente significativas. El amaranto (T1) exhibió el rendimiento óptimo con puntuaciones sobresalientes en intensidad (4.80) y tacto (4.40), además

de una blandura de nivel excelente (4.60 puntos). Se concluyó que el extracto de amaranto representa la alternativa más viable debido a su notable afinidad con el hilo de lana de ovino.

Palacios (2021), en su investigación evaluó la solidez tintórea en textiles de lana y alpaca empleando fitopigmentos extraídos de especies nativas de la provincia del Azuay (Ecuador): Lomatia hirsuta (garau), Baccharis latifolia (chilca), Juglans neotropica (nogal), Brachyotum confertum (killuyuyo), junto con el colorante de origen insectil Dactylopius coccus (cochinilla). Tras ejecutar el teñido mediante técnicas ancestrales, los hilados se transformaron en muestras de tejido de punto para ser sometidos a ensayos de degradación por luz artificial, frote (húmedo y seco) y lavado manual bajo condiciones neutras y alcalinas. La cuantificación de la pérdida cromática se realizó de forma instrumental con un colorímetro, determinando la variación global a través del cálculo de la diferencia total de color (ΔE). Los resultados evidenciaron que el lavado en medio alcalino indujo la mayor alteración del color, mientras que el resto de los ensayos registraron variaciones mínimas. Homologadas bajo la escala de grises, la mayor parte de las muestras exhibió calificaciones satisfactorias, confirmando la estabilidad y resistencia de estos pigmentos naturales frente a agentes externos de desgaste.

Gustavo y Medina (2018), sostiene que, en el sector textil contemporáneo, se observa una marcada tendencia hacia la recuperación y uso de colorantes de origen biológico. No obstante, su viabilidad comercial está condicionada al cumplimiento de normativas de calidad, donde la solidez tintórea frente a agentes degradantes es un parámetro crítico. Bajo este contexto, el estudio evaluó la estabilidad del color en sustratos de lana y algodón teñidos con extracto de subproductos de cacao (*Theobroma cacao*). El diseño metodológico contempló la aplicación del fitopigmento en tres niveles de concentración (50 %, 75 % y 100 %), sometiendo las muestras a ensayos estandarizados de lavado industrial (altas temperaturas), lavado doméstico, frote en seco, foto-irradiación artificial y reactivos químicos (ácidos y álcalis). La cuantificación de la degradación cromática se realizó de forma instrumental determinando la diferencia total de color. Los resultados analíticos revelaron que el tratamiento térmico por lavado a temperaturas elevadas fue el factor más crítico para la pérdida de color, mientras que la exposición a la luz artificial demostró los mayores índices de resistencia y fijación molecular.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Según Mendoza (2018), en su trabajo de investigación denominado “Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (Vicugna pacos) con aliso (Alnus acuminata H.B.K)” el cual se centra en la optimización técnica de la solidez al color y saturación tintorea en la fibra de alpaca, por otro lado con perspectiva comercial y social, con esta investigación analizo el impacto de esta actividad en el desarrollo sostenible local mediante una metodología mixta de diseño no experimental. El estudio recopilo 13 asociaciones, seleccionando a los presidentes de cada asociación como representantes, dada su experiencia y conocimiento sobre sus respectivos grupos de trabajo.

Rojas y Lescano (2018), examinaron las limitaciones existentes para la producción de hilos de ovinos teñidos con tintes natural que cumplan con los estándares de calidad del mercado internacional, además de identificar los medios de comercialización más adecuados para facilitar la distribución de dichos productos. Optaron por una investigación básica que combino encuestas dirigidas a los representantes de los artesanos, entrevistas en profundidad a entidades relacionadas con la producción enfocadas en asociatividad y exportación de lana de ovino. También realizaron un análisis documental que permitió establecer la relación entre la producción y exportación de lana teñida y el desarrollo sostenible de las asociaciones involucradas. Finalmente se concluyó que la exportación de estos textiles impulsa directamente el desarrollo sostenible local, resaltando que la adopción de los principios del biocomercio contribuye una estrategia clave para incorporar valor agregado a los productos destinados a la comercialización.

Aguilar et al. (2022), señalan que la solidez del color es un factor crucial en el rubro textil. Analizan la influencia del tipo y tiempo de mordentado en la solidez del teñido de hilos de ovino Corriedale y alpaca Suri empleando colorante de flores de manzanilla (Matricaria chamomilla L). El procedimiento se ejecutó mediante mordentado directo, evaluando diferentes concentraciones de alumbre de 2, 3 y 4 gramos, junto con variaciones los tiempos de teñido. Para evaluar la calidad del teñido como la solidez al color (lavado, frote y a la luz) se determinaron bajo normativa de la Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas (AATCC) y de la Organización Internacional de Normalización (ISO), utilizando un

espectrofotómetro Konica Minolta 700D. Los resultados mostraron que, para el hilado de ovino alcanzó una concentración del 20% de mordiente y un tiempo de teñido de 40 minutos proporcionaron buena resistencia a la solidez, mientras que, para el hilo de alpaca, la mejor solidez se alcanzó con un 30% de mordiente y 60 minutos de teñido. Se concluye que las diferentes fibras requieren distintas concentraciones y tiempos de mordentado para obtener óptimos resultados en la solidez del color.

Según Soto (2017), evaluó el impacto del tiempo de ebullición en la intensidad y solidez cromática al teñir lana de ovino (Ovis aries) con ayrampo (Berberis sp), utilizando el método directo con agua destilada como solvente y suero de leche como mordiente constante. La experimentación evaluó dos secciones anatómicas de la planta la corteza (floema) y el tallo (xilema), bajo dos intervalos térmicos (40 y 60 min). Los análisis estadísticos indicaron que tanto la parte de la planta como el tiempo de ebullición, así como su interacción, modificaron significativamente la luminosidad (L*), las coordenadas cromáticas a* y b*, y el croma (C*), mientras que en el tono (H*) no se vio afectado por el factor tiempo. La mejor calidad del teñido se obtuvo utilizando la corteza (floema) del ayrampo con 40 minutos de ebullición, logrando valores óptimos en los parámetros de color y una buena solidez a la luz con 4 puntos. Se concluyó que la corteza de ayrampo puede ser utilizada como una alternativa ecológica para el teñido de lana de ovino.

2.1.3. Antecedentes regionales.

Según Mamani (2021), evaluó el proceso de tinturado con un total de 38 muestras de 40 m cada una, considerando cuatro factores experimentales en el proceso del tinturado: la relación planta/sustrato (18 % y 9 %), la concentración del mordiente (1 g/L y 3 g/L), la temperatura de teñido (85 °C y 98 °C), y el tiempo de teñido (30 y 50 min). El análisis estadístico demostró que la relación planta/sustrato, la temperatura y el tiempo de teñido inciden significativamente en la solidez del color ante el lavado y el frote en seco ($p<0.05$). Asimismo, la solidez a la luz se vio influenciada de forma significativa ($p=0.03$) de la relación planta/sustrato y la temperatura de teñido. En conclusión, se valida que la cúrcuma (*Curcuma longa*) funciona como un colorante natural efectivo, cuyo impacto es determinante en la solidez del teñido en hilo de alpaca.

Sucasaca (2022), se planteó una investigación cuantitativa-experimental donde demostró la eficiencia del colorante natural de collí (Buddleja coriácea) en el teñido

de hilados de alpaca. Tras evaluar 16 unidades experimentales en la Universidad Nacional de Juliaca, se determinó que los factores operativos afectan de manera significativa a la solidez cromática ($p = 0.006$). El comportamiento del teñido estuvo dominado en un 80.5 % por el tiempo y la interacción de la concentración del mordiente, los factores evaluados que mostraron mayor influencia son el tiempo de teñido con un valor de $p= 0.008 < 0.05$, temperatura con un valor de $p = 0.001 < 0.05$. En su experimentación logró obtener teñidos con una amplia gama de tonalidades amarillas, caracterizadas por presentar buenas solideces de color. En conclusión, los parámetros óptimos recomendados para el teñido de hilado de alpaca con el colorante natural son: 3,5 g/L de crémor tártaro como mordiente, 75 min de tiempo de teñido y temperatura de ebullición, para obtener un buen acabado con buena solidez de color y apariencia visual agradable.

Según Sucasaca y Guevara (2022), el objetivo que se propusieron para su investigación fue llevar a cabo el procedimiento del tinturado de hilo de alpaca utilizando colorantes naturales obtenidos de la col morada, con el propósito de obtener tonalidades cromáticas variadas y una adecuada solidez del color. Para la obtención del pigmento se empleó el método infusión acuosa tradicional, y posteriormente se procedió al teñido del hilado aplicando distintos tipos de mordientes La evaluación se centró en la solidez del color frente a la exposición solar. Los resultados en la escala AATCC oscilaron entre 3 y 4.5 el sulfato de aluminio destaco por tener un mínimo desangrado del tinte durante el enjuague, lo que confirma una fijación superior, se concluye que el sulfato de aluminio tiene una mejor afinidad tintorea con la fibra de alpaca, consolidando tonos azulados altamente estables. También valida su viabilidad como un sustituto ecológico frente a los colorantes.

Según Castillo y Guevara (2023), el teñido natural se caracteriza por utilizar fuentes renovables y ser biodegradable, lo que conlleva un bajo impacto ambiental. No obstante, la limitación que encontraron es común es la baja o moderada solidez del color, problema que, según Singhee (2020), se debe a la falta de un procedimiento estandarizado. La investigación tuvo como finalidad analizar cómo cuatro factores afectan la solidez del color, empleando un diseño experimental factorial, con enfoque cuantitativo y corte transversal, realizando dos réplicas. Se evaluaron efectos de la proporción tintórea, midiendo la solidez conforme a las normas NTP 231.183:1986

y NTP 231.005:2014. El análisis estadístico reveló que la proporción tintorea fue la única variable con un impacto significativo sobre la solidez al color (p = 0.048), mientras que el resto de los factores evaluados y sus interacciones carecieron de relevancia estadística. Con base a estos hallazgos se sugiere que en futuras investigaciones exploren variables operacionales adicionales como el pH, también incorporar el método de extracción por ebullición.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Plantas tintoreas

Definición

En la lejanía del Peru andina y amazónicas, la utilización de plantas tintóreas es una práctica ampliamente conocida y forma parte integral de su cultura. Actualmente, esta actividad se concentra principalmente en las mujeres artesanas, quienes la emplean como una fuente de ingreso familiar. El legado cultural de las comunidades muestra de ello es la preservación y añoranza a sus técnicas artesanales para extraer pigmentos y fijarlos en textiles. El estudio documenta 51 especies nativas vinculadas con este saber ancestral, reconociendo que el conocimiento es propiedad exclusiva de cada comunidad. Los colores más comúnmente obtenidos son el verde, amarillo y marrón (terciario), y se prefiere utilizar las plantas en estado fresco para la tintura (Albán et al., 2018).

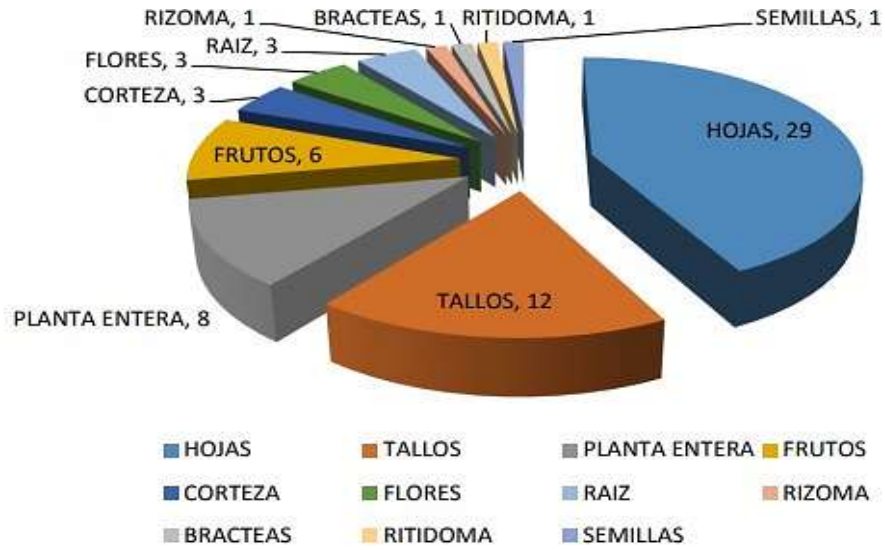


***Figura 1*:** Órganos de la planta utilizado como tintóreo.
FUENTE: Órgano de la planta tintoreo adaptado a Viorica, 2020.

2.2.2. Extracción de colorante

- **Definición**

La lixiviación es una técnica utilizada para separar un compuesto orgánico mediante técnicas conocidos en su ámbito. Consta en separar un componente de la mezcla mediante el uso de un solvente, aprovechando las diferencias en la solubilidad de los compuestos, generalmente en un solvente orgánico en el que otros componentes son insolubles. Este proceso puede llevarse a cabo tanto en mezclas sólidas como liquidas donde la sustancia requerida se encuentra disuelta en un medio como agua u otro líquido, con el objetivo de extraer el colorante (Hipatia, 2013).

- **Métodos de extracción**

Los métodos de extracción de colorantes naturales varían según el tipo de pigmento y el material de origen, tenemos en método de extracción por maceración que consiste en el remojo del material tintórea en alcohol, método de extracción por decocción este consiste en someter a reflujo térmico la biomasa tintoreo en agua en un periodo cronometrado, y el método más avanzado como la extracción Soxhlet, ultrasonido o fluidos supercríticos para obtener pigmentos más concentrados y eficientes de frutas, verduras o microorganismos.

La decocción es un método común para extraer colorantes de las plantas utilizando agua como medio. Consiste en hervir la planta, ya sea fresca o seca, en agua en un período de 30 a 45 min para liberar los pigmentos, en algunos casos, se emplea la planta triturada, ya sea en forma de cataplasma, jugo o polvo seco, para facilitar la extracción (Cano Morales, Cano Díaz, y De León, 2007). El método que se está empleando en la extracción de colorante del misiko (*Bidens andicola*) es la decocción debido a que muestra una mayor eficiencia en la liberación de compuestos colorantes termoestables, como los flavonoides y otros pigmentos presentes en las partes vegetales de la planta. La aplicación de calor prolongado permite romper las paredes celulares y facilita la disolución de los compuestos activos en el medio acuoso, resultando en un extracto más concentrado y uniforme.

2.2.3. Planta Misiko (*Bidens andícola*)

- **Definición**

Su nombre común es misiko y su nombre científico es *Bidens andícola*, es conocida también como K'ello T'ica, T'ica T'ica o Misiko, es una planta silvestre de ciclo anual que presenta un porte herbáceo de 20 y 30 cm de altura. Su distribución fitogeográfica abarca los ecosistemas altoandinos de varios departamentos del Peru como Puno, Cusco, Arequipa, Apurímac y Ayacucho, así como en países vecinos como Bolivia, Venezuela y Ecuador. Sus flores amarillas son ampliamente utilizadas en la medicina tradicional para mitigar diversas inflamaciones, incluyendo insolación, fiebre, ardor estomacal, resfriados, cólera y diarrea infantil. Además, esta planta se utiliza como material tintoreo para teñir sustratos (Solis et al., 1991)

- **Habitad**

Se adapta a lugares fríos y cálidos, crece en temporadas de lluvia en la sierra.

Figura 2: Planta Misiko (*Bidens andícola*).
FUENTE: Elaboración propia.

- **Identificación taxonómica del Misiko (*Bidens andícola*)**

Tabla 1: ***Taxonómia del Misiko (Bidens andícola).***

Taxonómia del misiko (*Bidens andícola*)	
Reino	Plantaae
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsyda
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfam.	Asteroideae
Tribu	Coreopsideae

FUENTE: Tabla adaptado de Solis et al. (1991).

- **Estudio fitoquímico de Misiko (*Bidens andícola*)**

El flavonoide aislado se presenta como cristales en forma de agujas finas de coloración anaranjado rojiza, al reaccionar con Mg/HCl, produce un matiz de morado intenso; con NaOH de mordiente genera un tono rojo intenso, asimismo con ácido sulfúrico de mordiente concentrado muestra un color anaranjado, preparado manualmente, se comporta como sustancia pura utilizando el sistema n-butanol, ácido acético, agua (3:4:2), obteniendo un valor de Rf de 0.92. Asimismo, en una placa preparada con acetato de sodio 0.3 M, empleando el sistema acetato de etilo, ácido fórmico, agua, metanol (10:2:2:1), el valor de Rf fue 0.86. El espectro 'H-RMN (300 MHz, CD3 -CO-CD3), presenta señales a δ:8.52, 8.13, 8,09 (OHx4 singueletes anchoa, intercambiables con D2O), 7.31 (H-5, doblete, J=8.1 Hz), 7.05 (H-2'; doblete, J =1.8 Hz), 6.91-6.87 (H-5', H-6', multiplete), 6.63 (H-6, doblete, J=8.1 Hz), 5.42-5.37 (H-2, doble doblete, J=12.6 y 3 Hz), 3.08-2.99 (H-3, doble doblete, J=16.8 y 12.6 Hz), 2.70-2.63 (H-3,doble doblete, J=16.8 y 3 Hz). (Solis et al., 1991).

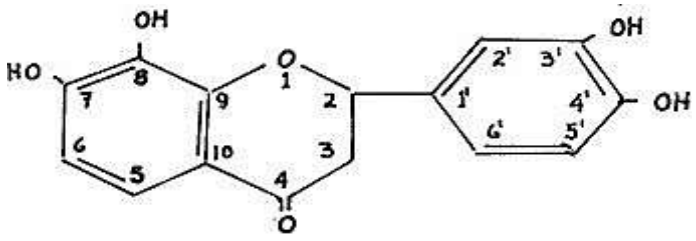


Figura 3: Estructura del Flavonoide del Misiko.

FUENTE: Estructura del flavonoide del misiko según Solis et al. (1991).

El material biológico, consistente en pétalos de *Bidens andicola*, se recolectó durante el periodo de floración (febrero y marzo) en el distrito de Santa Rosa, provincia de Melgar (Puno, Perú). Una alícuota de 14g de la muestra seca y pulverizada se desengrasó en un sistema Soxhlet utilizando hexano como solvente durante 58 horas. Posteriormente, la biomasa remanente se sometió a una extracción exhaustiva con etanol absoluto por un lapso de 80 horas. El licor etanólico se concentró a presión reducida hasta la obtención de un residuo resinoso pardo-amarillento, el cual fue particionado en un sistema bifásico agua-hexano. La fracción acuosa resultante se sometió a hidrólisis ácida (HCI al 4 %) durante 4 horas bajo reflujo y se lavó nuevamente con hexano. Los flavonoides libres de la fase acuosa ácida se recuperaron mediante partición con éter etílico. Este extracto etéreo fue tratado con una solución saturada de bórax, ajustando posteriormente el pH a acidez moderada para una segunda extracción con éter etílico, obteniéndose un fluido amarillo claro. Tras la eliminación del solvente, el residuo se purificó mediante disolución selectiva en acetona y posterior extracción con acetato de etilo, medio en el cual ocurrió la cristalización del flavonoide purificado, registrando un rendimiento global del 1.13 % respecto al peso de la muestra húmeda.

Marcha fitoquímica teórica del Misiko (*Bidens andícola*)

Tabla 2: ***Marcha fitoquímica teórica del Misiko (Bidens andícola).***

Grupo de compuestos	Presencia esperada	Referencias comunes
Flavonoides	Alta	Colorantes, antioxidantes
Taninos	Moderada	Actividad astringente
Saponinas	Moderada	Propiedades espumantes
Terpenoides	Moderada	Actividad biológica diversa
Alcaloides	Baja o nula	Poco frecuentes en Asteraceae

FUENTE: Elaboración propia.

Nota. Presencia de metabolitos en Misiko (*Bidens andícola*).

Tabla 3: ***Selección de solventes para extracción.***

Metabolito esperado	Solvente adecuado
Flavonoides	Etanol, metanol, agua caliente
Taninos	Agua, etanol
Saponinas	Agua, etanol
Terpenoides	Hexano, etanol

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 4: ***Pruebas químicas sugeridas para marcha experimental.***

Compuesto	Prueba química	Resultado esperado
Flavonoides	Prueba de Shinoda	Prueba de Shinoda
Taninos	Reactivo de cloruro férrico	Precipitado azul-negro
Saponinas	Prueba de espuma	Espuma persistente > 1 min
Terpenoides	Prueba de Liebermann-Burchard	Coloración verde o azul

FUENTE: Elaboración propia.

En conclusión, la marcha fitoquímica teórica de *(Bidens andícola)* permite identificar a los flavonoides como compuestos clave, lo que justifica el uso del **método de decocción** para su extracción, dada su solubilidad en agua caliente y estabilidad térmica. Esta información orienta el diseño experimental y evita pruebas innecesarias.

2.2.4. Razas de ovino en el Perú

La crianza de ovinos en Perú consta de un papel relevante desde las perspectivas económica, social y ecológica. En términos ecológicos, destaca que aproximadamente el 79.9% de la cabaña ovina nacional se encuentra en la región andina, sustentándose de manera primaria en pastizales nativos que no son aptos para la actividad agrícola. Estos ovinos son aprovechados en la producción de carne, lana, pieles y leche, contribuyendo al sustento humano.

En el país existen diversas razas ovinos, entre las que se encuentran: el ovino criollo, utilizado principalmente para carne y lana de baja calidad; el ovino Corriedale,

reconocido por su alta producción de lana y carne, con una finura media en su fibra; el Hampshire Down, raza de cara negra, con alta producción orientada principalmente a carne; el ovino Assaf, resultado del cruce entre la raza Awassi de Israel y la East Friesian de Alemania, destinado a la producción lechera, con una lana gruesa utilizada principalmente en la confección de alfombras; el ovino Assblack, segunda raza sintética creada en el Perú mediante el cruce de Assaf y Black Belly; y finalmente, el ovino East Friesian, originario del norte de Alemania y adaptado al Perú, dedicado a la producción de leche (Ganado, 2019).

2.2.5. Hilo de ovino

El sustrato de ovino es un producto obtenido mediante el procesamiento de la puska o hilatura de lana, se origina en la secreción de los folículos pilosos de la oveja. Este hilo destaca por características esenciales como la finura y la longitud de la fibra, que suele presentar una ondulación de aproximadamente 60 a 80 cm, otorgándole suavidad. Estas propiedades hacen que el hilo de ovino sea altamente valorado y muy demandado en la industria textil. (Lockuán, 2012).

2.2.6. Ovino criollo

El ovino Criollo peruano, cuyo origen filogenético se remonta a los especímenes introducidos por los colonizadores españoles en el siglo XVI, se encuentra distribuido de manera ubicua en la ecozona altoandina, bajo sistemas de producción pecuaria predominantemente de base familiar. Este biotipo exhibe una notable heterogeneidad fenotípica, una prolificidad moderada y, fundamentalmente, una elevada rusticidad adaptativa frente al estrés ambiental de la altura. Desde el punto de vista demográfico, este recurso genético constituye el pilar del sector, representando aproximadamente el 70 % de la población ovina nacional. Los rebaños de la sierra manifiestan un polimorfismo cromático polivalente que abarca desde vellones pigmentados (negros, marrones y escalas de gris) hasta fibras blancas. Aunque sus índices de desempeño productivo en carne y lana son discretos en comparación con razas especializadas, se reportan valores biométricos promedio de 1.5 Kg. para el peso del vellón, así como una masa corporal de 27 kg en hembras adultas y 35 kg en corderos, ratificando su estatus como la población ovina predominante del país (Ganado, 2019).

2.2.7. Composición del rebaño de ovino

El rebaño ovino se encuentra organizado de manera jerárquica y conformado por animales de diferentes edades, sexos y estados fisiológicos. Las categorías que conforman el rebaño son las siguientes:

- **Carnero o semental:** adulto macho mayor a un año de edad, encargado de la reproducción.
- **Oveja:** hembra adulta de un año o más, que participa en la producción de crías.
- **Oveja primeriza:** hembra joven hasta antes de parir.
- **Cordero lactante:** cualquier sexo desde su nacimiento hasta que se desteta.
- **Cordero destetado:** macho destetado apto para ser enviado al abasto o para el proceso de engorde.

Esta clasificación permite una adecuada gestión reproductiva y productiva dentro del manejo del rebaño.

2.2.8. Característica de hilo de ovino

El valor comercial de la lana está determinado principalmente por su rendimiento y el diámetro promedio de la lana, No obstante, existen otras variables cruciales que condicionan su calidad y precio en el mercado, tales como la longitud y resistencia del mechón, la ubicación de su punto de ruptura, y la proporción de residuos vegetales. Además, la presencia de lanas de otro color también son aspectos que afectan la calidad y el valor comercial de la lana (Ramírez, 2013).

2.2.9. Hilatura

- **Definición**

En el ámbito textil, el propósito del proceso de hilatura consiste en consolidar una masa densa de fibras cortas para estructurar una sección circular, este producto final debe presentar una sección transversal, dispuestas de manera aproximadamente paralela y unidas mediante torsión. Existen dos procedimientos principales para la hilatura: Hilatura manual: que utiliza herramientas tradicionales como el uso, la rueca, la bergadana y la Hilatura mecánica: que emplea máquinas más avanzadas como la mule-Jenny, la selfactina, máquinas que facilitan el hilado y otros equipos modernos (Lockuán , 2012).

- **Titulo**

En los sistemas de titulación conocidos como sistemas directos, la longitud se mantiene constante, mientras que el peso varía. Dentro de esta clasificación destacan como: Título tex (tex), denier (Td o De), Micronaire (Mc) y Cuartos de onza (Nco). Asi mismo tenemos algunos sistemas de titulación menos recurrentes, estos son: Lana cardada (catalán), Lana cardada (estadounidense), grain (estadounidense), Grex y Seda (inglés y estadounidense) (Lockuán Lavado, 2012).

2.2.10. Teñido

- **Definición**

El proceso de tinturado consiste en la transferencia de un colorante en solución o dispersión hacia el sustrato textil, logrando ser absorbido por la fibra de manera que se mantenga adherido con cierta resistencia, evitando que se libere nuevamente al baño de tintura. La efectividad de esta fijación está supeditada a las interacciones fisicoquímicas moleculares entre el tinte y el polímero del sustrato textil. En efecto para que este procedimiento sea efectivo, es importante que el colorante se fije adecuadamente al material textil. Asimismo, esta operación es versátil en la cadena de producción, pudiendo ejecutarse en la fibra disgregada (floca), en hilados (conos o madejas), en estructuras tejidas o directamente en prendas terminadas (Viorica, 2020).

- **Preparación del sustrato textil**

Los pretratamientos textiles tienen como finalidad preparar las fibras o tejidos para que adquieran las condiciones adecuadas de hidrofilia, capilaridad y limpieza, necesarias para obtener resultados óptimos en los procesos de tintura o estampado. Este objetivo se alcanza mediante el uso de productos como humectantes, detergentes, secuestrantes, estabilizadores y solventes, los cuales pueden combinarse con soda cáustica y peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), según el caso. Cuando estos insumos se emplean en las proporciones correctas, es posible lograr procesos eficientes y de alta calidad. Por esta razón, la empresa A. Montenegro y Cía. ofrece una línea especializada de productos que permiten alcanzar los estándares necesarios para garantizar resultados superiores en el tratamiento textil (Montenegro, 2019).

El descrude es un procedimiento destinado a eliminar de los materiales textiles sustancias como grasas, ceras y otros compuestos que impiden que la fibra adquiera

las condiciones adecuadas para una tintura o acabado eficiente. Para llevar a cabo esta limpieza profunda, se emplean agentes tensoactivos, entre los cuales se encuentran jabones. Dentro de este químico conocido como sales sódicas, el carbonato de sodio (Na_2CO_3), es comúnmente utilizado; comercialmente se conoce como soda Salvo o sodio ash. Dicha sustancia se presenta como un sólido blanquecino con alta solubilidad acuosa, utilizado de manera habitual en el ennoblecimiento y procesamiento textil. En contraparte, el hidróxido de sodio (NaOH), denominado comercialmente como soda cáustica, constituye un álcali fuerte de amplio uso y trascendencia en el sector industrial. Se presenta como un sólido blanco, higroscópico y de tacto resbaladizo, que se disuelve fácilmente en agua. Debido a su naturaleza corrosiva, se deben tomar precauciones especiales en su manipulación, debido a que puede ser muy peligroso causando irritaciones y quemaduras en la piel.

- **Teñido vegetal**

Los colorantes obtenidos de plantas, frutos, y raíces. Estos colorantes han sido empleados desde la antigüedad para el teñido natural de tejidos, hilos y diversos materiales. En esta demostración, mostraremos cómo extraer estos tintes cómo utilizarlos en diferentes procesos de teñido. Nuestro objetivo es que entiendan la importancia de los tintes vegetales en la cultura, el medio ambiente, y que puedan aplicar este conocimiento de manera práctica (Viorica, 2020).

- **Proceso de teñido**

Las fibras de origen vegetal o animal pueden ser sometidas a procesos de teñido antes de ser empleadas en la fabricación de productos finales según lo requerido. Además, el equipo utilizado para la coloración es de funcionamiento sencillo, y los recipientes que contienen los colorantes, sean estos neutros o básicos, están fabricados generalmente de acero inoxidable. En el caso del teñido de hilos, estos se insertan en un huso por el cual se hace circular la solución colorante a presión, lo que garantiza una distribución homogénea en todo el carrete. Alternativamente, los hilos pueden teñirse dispuestos en madejas o rollos (Albán et al., 2018).

- **Clasificación de colorantes**

Según Obando (2019), los colorantes utilizados en las ciencias biológicas para la visualización de estructuras como órganos, tejidos y células, han sido clasificados de

manera arbitraria en diversas formas. La clasificación más habitual es la que toma en cuenta de donde provienen:

Colorantes naturales. Estos pueden derivarse de origen animales, así como el carmín extraído de la cochinilla del nopal, o de fuentes vegetales, como la safranina, la orceína y la hematoxilina. Esta última es uno de los colorantes naturales más empleados, incluso superando en uso a muchos colorantes sintéticos, debido a su eficacia en la tinción de núcleos, diversas estructuras celulares, parásitos, metales y tejidos vegetales (Albán et al., 2018).

Colorantes sintéticos. Provienen de compuestos minerales y, principalmente, orgánicos como las anilinas y las cianinas. Este grupo incluye una gran variedad de tonalidades del espectro visible y se emplea en múltiples aplicaciones, en general, salvo algunas excepciones de compuestos inorgánicos utilizados en campos específicos como la citoquímica, la mayoría de los colorantes aplicados en investigaciones biológicas son de origen orgánico sintético (Albán et al., 2018).

- **Parámetros en el teñido**

Según Lockuán (2012), la calidad de un teñido depende directamente de diversos parámetros y condiciones técnicas que pueden ser evaluadas de manera inmediata como la reproducibilidad del proceso o que requieren de pruebas específicas en laboratorio, particularmente en lo que respecta a la estabilidad o solidez del color ante factores externos como al uso a distintos tipos de procesos (secos o húmedos). La elección de la maquinaria de teñido se realiza según el tipo de material a procesar, y debe cumplir con criterios fundamentales como priorizar la protección del sustrato, la repetibilidad de los análisis y la viabilidad económica del proceso, considerando factores como el tiempo además de factores clave como el grado de tecnología y automatización, la relación de baño utilizada, el valor comercial de los insumos y la gestión ambiental de las aguas residuales generadas.

El proceso del tinturado, en términos técnicos, requiere una serie de pasos esenciales: en primer lugar, la preparación del baño colorante, que implica la disolución o dispersión del colorante en agua utilizando cocinas de teñido manuales, semiautomáticas o automáticas; posteriormente, se debe filtrar y adicionar colorante a la máquina mediante tanques o dispositivos de cada una de ellas. Luego, el pigmente es transferido a la fibra mediante baño, distribuido de manera homogénea

sobre la superficie del material, y se debe asegurar su penetración y fijación dentro de la estructura fibrosa, lo cual depende del control de temperatura y tiempo. Finalmente, es imprescindible lavar el sustrato con agua limpia para eliminar cualquier exceso de pigmento que no esté adherido al sustrato.

- **pH de colorante**

El pH-metro es un instrumento fundamental en los laboratorios químicos modernos, ya que permite determinar con precisión el grado de acidez o alcalinidad. Esta medición es clave para caracterizar soluciones y comprender sus propiedades químicas, lo cual resulta especialmente relevante en procesos donde el control del pH influye directamente en la eficiencia de reacciones, la estabilidad de compuestos o la calidad de productos elaborados (Ramón y Sánchez, 2017).

- **Relación de baño**

Se conoce a la simetría que existe entre los kilogramos del sustrato textil y la cantidad de agua necesaria para el proceso del tinturado. En términos prácticos, indica cuántos litros de solución de tintura se necesitan por cada kilogramo de sustrato. Por ejemplo, para procesar un lote de 50 kilogramos de hilo en una máquina con una R/B de 1:10, se necesitarán 500 litros de baño. Un mayor valor de R/B implica un aumento proporcional del volumen de baño, lo que conlleva consecuencias tanto económicas como ambientales. Esto incluye un mayor consumo energético para alcanzar la temperatura de operación, incremento en el uso de insumos químicos, y una mayor generación de aguas residuales, lo cual impacta negativamente en el medio ambiente.

Históricamente, la maquinaria textil de teñido operaba con relaciones de baño elevadas (1:20 hasta 1:50) para evitar defectos como veteados o desigualdades en la tintura. No obstante, gracias a los avances tecnológicos, hoy existen equipos diseñados para funcionar eficientemente con relaciones de baño inferiores (1:6 o 1:4), e incluso ultra bajas (1:2), sin comprometer la calidad del teñido. Es fundamental considerar que la relación de baño debe ser adecuado para asegurar la operatividad optima y correcto desempeño del sistema. Además, al calcular el volumen total, se deben contemplar las posibles adiciones de productos químicos a lo largo del proceso (Lockuán, 2012).

2.2.11. Mordiente

- **Definición**

El concepto de mordiente abarca a todo agente de la naturaleza orgánica o sintética cuya función es consolidar un enlace químico estable entere el colorante y la fibra, otorgando solidez frente a la degradación del lavado y a la luz. En tiempos antiguos, esta función se cumplía con materiales naturales como cenizas, vegetales, hojas de palta o cortezas; no obstante, la práctica contemporánea prioriza la utilización de sales metálicas solubles derivadas del aluminio, cobre, hierro o estaño. Este proceso de mordentado puede ejecutarse de manera previa o posterior a la tintura, y usualmente consiste en sumergir la fibra junto con el mordiente en agua caliente.

Además, los mordientes se emplean para modificar los tonos del color cuando se agregan al final del proceso de teñido (Galindo y Pardo, 2014).

- **Tipos de mordientes en el teñido**

En este proceso, el metal se libera en forma de catión (un ion con carga positiva), el cual se adhiere al sustrato textil y se combina con las partículas del pigmento, formando un complejo. La naturaleza química del catión metálico coordinado en dicho complejo coordinativo determina de forma directa la longitud de onda absorbida y, por ende, afecta el matiz cromático final del sustrato textil. Esto significa que, usando el mismo colorante y la misma fibra, la aplicación de distintos mordientes puede generar tonos o colores diferentes (Galindo y Pardo, 2014).

Mordentado directo

El mordentado directo consiste en sumergir directamente el sustrato textil en el colorante según su baño correspondiente, lo que permite evaluar su capacidad de absorción y fijación del color sobre la fibra (Galindo y Pardo, 2014).

Pre – Mordentado

El pre mordentado es un proceso que implica en sumergir el sustrato en agua tibia, asegurándose de que quede completamente cubierta. El agua del recipiente tienes que tener un tipo de mordiente, y la mezcla debe calienta durante un periodo de entre 30 minutos y 1 hora, manteniéndose en agitación constante durante todo el proceso (Galindo y Pardo, 2014).

Post - Mordentado

Este método se lleva a cabo una vez finalizado el teñido, añadiendo el mordiente posteriormente. Para este tipo de mordentado, el hilo se introduce al tinte sin utilizar algún tipo de fijador, y al terminar el teñido, al sustrato se coloca en un baño que contiene mordiente. Luego, se calienta durante una hora a una temperatura de 80 °C. La preparación del baño de mordiente es la misma que en el proceso de pre mordentado, con la diferencia de que aquí se aplica sobre el hilo ya teñido (Galindo y Pardo, 2014).

2.2.12. Colorimetría

- **Definición**

Es la especialidad orientada al estudio de los mecanismos y propiedades del color, representándolos a través de valores numéricos. Al cuantificarlos, es posible analizarlos, prever los resultados de sus combinaciones y determinar las proporciones necesarias de colores primarios para obtener un tono específico (Silva, 2024).

- **Estudios del color** (Lockuán,2012).

La investigación en torno al color constituye un campo vasto y multidisciplinario que involucra áreas que van desde la física óptica y la neurofisiología hasta la psicología, la sociología del arte y la ingeniería industrial. La comprensión convencional del color, difundida comúnmente en la educación básica, se restringe al concepto de color-pigmento derivado de los postulados tradicionales de la Academia Francesa de Pintura, los cuales establecen al rojo, amarillo y azul como la tríada fundamental para la síntesis de mezclas. No obstante, el análisis científico contemporáneo distingue rigurosamente dos modelos de síntesis de primarios: el cromatismo por emisión lumínica y el cromatismo por sustracción pigmentaria. Asimismo, el blanco y el negro se clasifican formalmente como estímulos acromáticos debido a la inexistencia de saturación cromática en su percepción

Síntesis aditiva. Se refiere a los colores que se crean con luz (Color luz) como los que se ven en las pantallas de computadoras cine o televisión. Sus colores primarios son el verde y azul. Al mezclar estos colores forman los demás colores secundarios, incluso el color blanco, cuando se combinan parcialmente, produce la mayoría de los

colores que podemos ver al combinar dos colores primarios de luz se obtienen los colores secundarios.

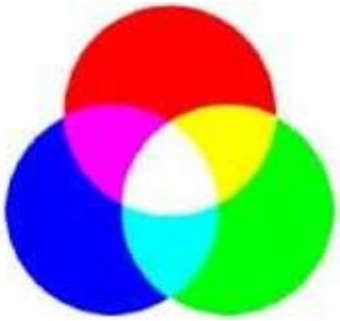


Figura 4: Colores de síntesis aditiva.

FUENTE: Lockuán (2012).

Síntesis sustractiva. En base a la luz blanca, es posible generar esa percepción de distintos colores al eliminar selectivamente algunas de sus radiaciones. Esto se logra mediante diferentes métodos que actúan como filtros, dejando pasar únicamente ciertas longitudes de onda, lo que da lugar a un color específico. También los colores que complementan de la síntesis aditiva como: magenta, amarillo y cian, por ello han reemplazado en muchos contextos a primarios pigmento.

Figura 5: Colores de síntesis sustractiva.

FUENTE: Lockuán (2012).

- **Elementos del color**

Para que exista el color se necesitan estas cosas importantes que produzca cuando la luz es modificada por un objeto y luego interpretada por un observador. Por lo tanto, el color depende de tres elementos fundamentales si alguno de estos tres factores varía, el color percibido también cambia.

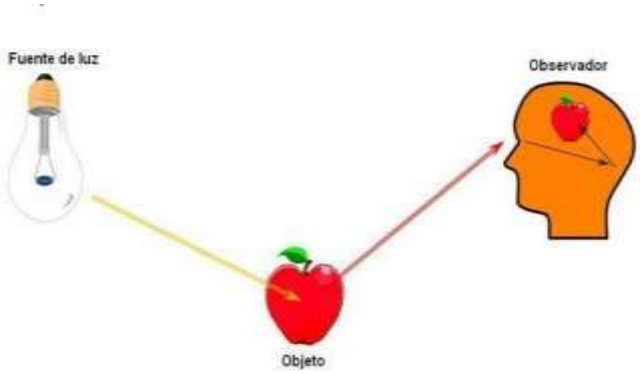


Figura 6: Elementos del color.

FUENTE: Lockuán (2012).

2.2.13. Control de calidad en teñidos

- **Definición**

La evaluación de la solidez del color se realiza a través de métodos de prueba estandarizados a nivel internacional, desarrollados por la Asociación Americana de Químicos Textiles (AATCC). Esta organización, mediante diversos comités técnicos, crea, revisa y actualiza las pruebas que miden la resistencia del color frente a distintos factores. Además, establece métodos para medir la solidez del color en cada muestra o producto. Actualmente, se utilizan equipos modernos, como el espectrofotómetro, que proporcionan resultados más objetivos, que la escala de grises, la cual puede ofrecer evaluaciones más subjetivas sobre el cambio de color (Lockuán, 2012).

- **Solidez a la luz**

La evaluación de la solidez del color ante la radiación lumínica se lleva a cabo mediante la exposición de fibras textiles a fuentes de luz artificial en ensayos acelerados o en condiciones naturales. Este procedimiento permite determinar, de manera optimizada en el tiempo, la resistencia cromática de los hilos. Para simular el impacto ambiental, se utiliza una cámara de envejecimiento acelerado que reproduce variables como la radiación solar, las corrientes de viento y los niveles de humedad, facilitando así la medición precisa de la degradación del color (Mejia, 2015).

- **Solidez al lavado**

La evaluación de la prueba de solidez al lavado es la capacidad de absorber color aplicado en una fibra textil para mantenerse intacto sin desvanecerse o perder intensidad durante los procesos de lavado, ya sean domésticos o industriales. Esta

propiedad es importante porque determina cuánto tiempo conservará el tejido su color original tras múltiples lavados, asegurando así la durabilidad y calidad de las prendas teñidas (Lockuán, 2012).

- **Solidez al frote**

La evaluación o examinación de la prueba de solidez al frote es la capacidad que tiene un pigmento adherido a una fibra textil para no desprenderse ni transferirse cuando la tela se frota o roza contra otra superficie. Esta propiedad mide cuánto resiste el color al contacto, tanto en condiciones secas como húmedas, y es esencial para garantizar que la prenda mantenga su aspecto y no manche otras telas o superficies durante su uso (Mejia, 2015).

2.2.14. Escala de grises (Lockuán, 2012).

- **Definición**

Para medir la resistencia del color en los materiales textiles se emplean láminas de cartón especiales. Esta propiedad se clasifica en nueve niveles distintos: 1, 1-2, 2, 2-3, 3, 3-4, 4, 4-5 y 5. En esta estructura, el grado 1 indica la menor tolerancia al cambio de color, mientras que el grado 5 representa la máxima solidez. Básicamente, se utilizan dos tipos de escalas:

La escala de grises para evaluar el cambio de color, esta escala compara el color original de un sustrato teñido con su color después de someterse a procesos como lavado, frote, a la luz o sudor. Cada nivel muestra dos áreas: el lado izquierdo muestra el color original en un gris neutro, y a la derecha, el color que resultó al final tras someterse en el proceso, también en gris neutro.

La escala de grises para evaluar la transferencia de color, esta escala mide cuánto color ha pasado de un sustrato pigmentado a una tela testigo o un tejido de color blanco para después de un proceso similar al de pigmentado. Aquí, la izquierda hace ver el color original del tejido blanco y la derecha hace ver el tono gris neutro que el tejido ha adquirido después del procedimiento.

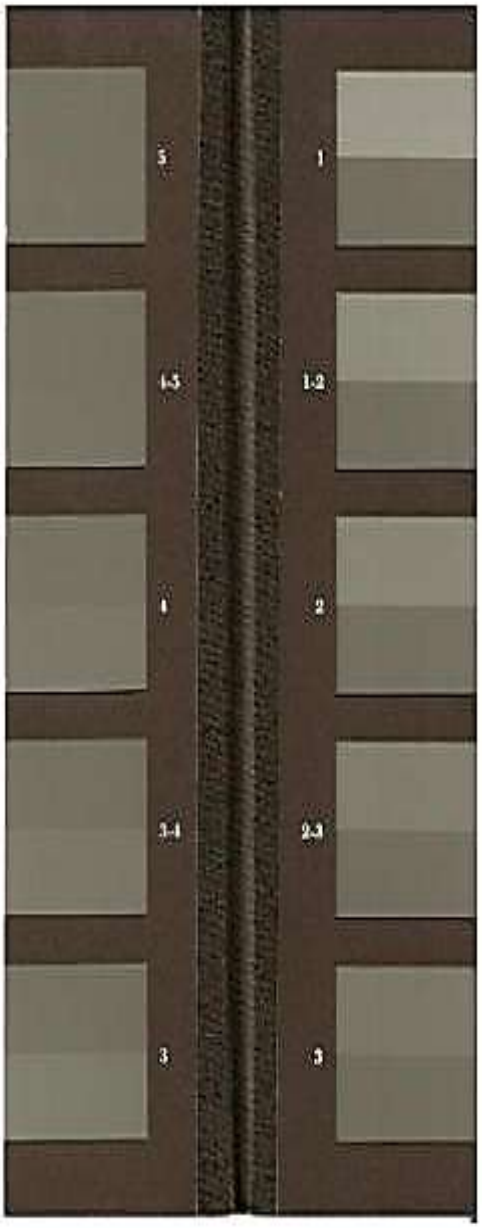


Fig. 199 Escala de grises para la evaluación del cambio de color

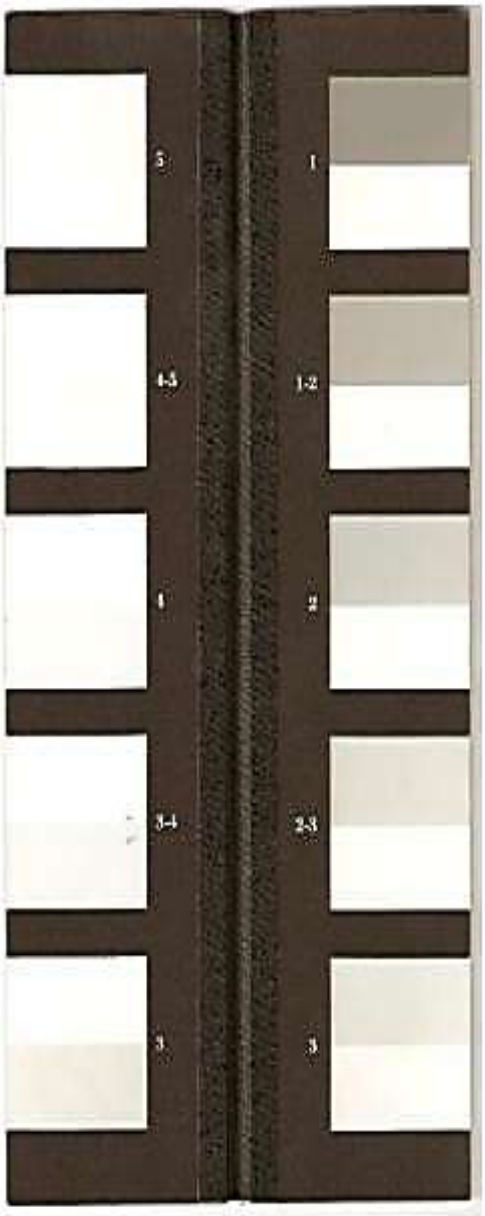


Fig. 200 Escala de grises para la evaluación de la transferencia de color

Figura 7: Escala de grises.

FUENTE: Lockuán (2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La fase del experimento de esta investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y Confecciones de la Universidad Nacional de Juliaca, sede Ayabacas, está ubicada en el distrito de San Miguel, en la carretera Juliaca-Azángaro, Perú.

3.2. ESTRUCTURA METODOLÓGICO

3.2.1. Nivel de investigación

La investigación es de nivel explicativo, porque no se limita a describir variables o hallar correlaciones. Su propósito fundamental es determinar las causas de los fenómenos físicos y sociales, esclareciendo el porqué de su ocurrencia, las condiciones en las que se manifiestan y la razón detrás de las relaciones entre sus componentes (Hernández et al., 2014).

3.2.2. Tipo de investigación

El estudio se basó en un diseño experimental puro o básica, caracterizado por la manipulación intencional de una o más variables independientes. En este enfoque, el investigador construye un entorno controlado para observar y analizar el efecto directo que dicha manipulación produce sobre las variables dependientes (Hernández et al., 2014). Se utilizo específicamente el diseño experimental factorial completo 2^k.

3.2.3. Enfoque de la investigación

La investigación suscribe un enfoque cuantitativo, donde la validación de las hipótesis descansa en la recolección de datos numéricos y su posterior análisis estadístico. Este método se caracteriza por un proceso deductivo y lineal: inicia con la delimitación de una idea de la que emergen los objetivos luego las preguntas de investigación; después, se investiga acerca del tema para fundamentar el marco

teórico. A partir de allí, se formulan las hipótesis y se operacionalizan las variables, diseñando una estrategia empírica para medir el fenómeno en su contexto, procesar los resultados estadísticamente y concluir el estudio (Hernández et al., 2014).

3.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis general

El teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) influye significativamente en la solidez del color en hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*), Puno 2024.

3.3.2. Hipótesis específicas

- El teñido natural con materia vegetal Misiko (*Bidens andícola*) influye significativamente en la prueba de solidez al lavado, en hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*).
- El teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) influye significativamente en la prueba de solidez al frote en seco y húmedo, en hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*).
- El teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) influye significativamente en la prueba de solidez a la luz, en hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*).

3.4. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La técnica de teñido natural del hilado de ovino criollo (*ovis aries*) con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*), con las pruebas preliminares como oficiales, se realizó en la Universidad Nacional de Juliaca, específicamente en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones. Durante el proceso se establecieron parámetros técnicos específicos, seleccionados a partir de los resultados más favorables en las pruebas preliminares son: relación planta/sustrato 1/5 y 2/5 Kg/L, cantidad de mordiente 3 y 5g/L, temperatura 85 y 95 ºC y tiempo de 45 y 55 minutos. Las muestras textiles consistieron en pequeñas madejas de hilo de 50 metros, pesando aproximado de 8 a 9 gramos cada una. En el blanqueo previo de la lana se empleó invadina da, en una concentración de 3 g/L.

El trabajo fue realizado siguiendo las normas técnicas establecidas por la Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles (AATCC). Se utilizaron los métodos

de prueba AATCC 61 para evaluar la solidez al lavado, AATCC 8 para medir la solidez al frote, y AATCC 16 para analizar la solidez a la luz, con el propósito de obtener resultados consistentes y confiables. Se efectuaron réplicas experimentales que ayudaron a perfeccionar el procedimiento y comprobar la eficacia del proceso. Además, se llevaron a cabo cuatro ensayos clave de solidez del color al lavado, al frote en condiciones secas y húmedas, y a la luz considerados fundamentales para asegurar la competitividad del producto en el mercado textil. Para la evaluación, se empleó la escala de grises, tanto en el cambio de color como para la transferencia.

3.5. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

3.5.1. Variable independiente

Variable: Teñido natural con material vegetal Misiko *(Bidens andícola)*

Definición conceptual: El teñido natural es un proceso de acabado que añade color a los sustratos textiles. En esta investigación, el colorante se obtiene de la planta Misiko (*Bidens andícola*) y se aplica sobre la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), para lograr una fijación adecuada del tono y un buen nivel de solidez del color, se consideró diversas dimensiones de la variable de estudio, específicamente los componentes del teñido. El teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*) se realizó bajo las condiciones establecidas y aprobadas con las experimentaciones previas.

Definición de la variable y operacional: En la parte operacional se tiene datos ya establecidos con las pruebas previas a la experimentación oficial, se toma en cuenta las dimensiones de la variable que son los dos niveles que tienen que ver en el proceso de teñido natural estos son: Relación planta/sustrato (1/5 y 2/5K g/L), Cantidad de mordiente (3 y 5 g/L), Temperatura (85 y 95ºC) y Tiempo de teñido (45 y 55 minutos).

3.5.2. Variable dependiente

Variable: Solidez del color

Definición: Para determinar la durabilidad del color, se llevaron a cabo varios tratamientos, incluyendo la exposición a luz artificial, el lavado utilizando jabón neutro y jabón alcalino, así como pruebas de resistencia al frote en condiciones húmedas y secas (Palacios, 2021).

Definición de la variable y operacional: Cada prueba de solidez está sustentada bajo norma American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC) para obtener una prueba solidez al color eficiente, para posteriormente trabajar bajo condiciones en la medición con la escala de grises, tienen valores de malo siendo 1 hasta muy bueno teniendo un valor de 5.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 5: ***Operacionalización de Variable.***

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente Teñido natural con misiko (*Bidens andícola*)	El teñido es un proceso de acabado y popular que añade color a los textiles. De la panta Misiko (*Bidens andícola*) se obtiene el colorante para teñir la lana de ovino criollo (ovis aries) teniendo en cuenta las dimensiones de la variable como factores del teñido, para fijar el tono del matiz.	En la parte operacional se tiene datos ya establecidos con las pruebas previas al experimente oficial, se toma en cuenta las dimensiones de la variable que son los dos factores que tienen que ver en el proceso de teñido natural.	Relación planta/sustrato	Cantidad de misiko/ de lana de ovino criollo.	1/5 K/L 2/5 K/L
			Cantidad de mordiente	Gramos de mordiente en relación al volumen de baño de teñido.	3g/L 5 g/L
			Temperatura	Grados centígrados del teñido	85 ºC 95 ºC
			Tiempo	Minutos del teñido	45 minutos 55 minutos

Variable dependiente Solidez al color	Para determinar la durabilidad del color, se llevaron a cabo varios tratamientos, incluyendo la exposición a luz artificial, el lavado utilizando jabón neutro y jabón alcalino, así como pruebas de frote en condiciones húmedas y secas (Palacios, 2021).	Cada prueba de solidez este trabajado bajo norma AATCC para obtener una buena solidez al color, para posteriormente trabajar bajo condiciones en la medición con la escala de grises, tenemos la escala de grises de transferencia y cambio de color, tienen valores de malo hasta muy bueno.	Solidez al lavado	Nivel de transferencia de color.	5-Muy Buena 4-Bueno 3-Suficiente 2-Regular 1-Escasa
			Solidez al frote en seco	Nivel de transferencia de color.	5-Muy Buena 4-Bueno 3-Suficiente 2-Regular 1-Escasa
			Solidez de color al frote en húmedo	Nivel de transferencia de color.	5-Muy Buena 4-Bueno 3-Suficiente 2-Regular 1-Escasa
			Solidez del color a la luz	Nivel de cambio de color.	5-Muy Buena 4-Bueno 3-Suficiente 2-Regular 1-Escasa

FUENTE: Elaboración propia.

3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. Población

La población objeto de estudio está conformada por 18 libras de lana de ovino criollo que posteriormente fue hilado artesanalmente con la Puska en la comunidad de Llachahui, distrito de Coata, región Puno, y 8 Kg. de material vegetal de planta de Misiko (*Bidens andícola*) de 15 a 20 cm aproximadamente que son de mayor longitud y con flores intactas, la extracción del colorante es de las hojas, flores y raíces.

3.7.2. Muestra

El muestreo realizado en esta investigación fue de tipo no probabilístico, basado en una selección intencional. El tamaño de la muestra se estableció conforme al diseño experimental factorial completo 2^k, la muestra considero cuatro factores relación planta/sustrato (A), concentración de mordiente (B), temperatura (C) y tiempo de teñido (D). Se utilizo un diseño experimental factorial completo 2^k, 4 factores con 2 niveles, resultando16 tratamientos por cada prueba de solidez, a esto se multiplica 4 réplicas, haciendo un total de 64 muestras por cada factor, sumando un total de 256 muestras. Cada madeja tenía una longitud de 50 metros y un peso entre 8 y 9 gramos.

Según Hernández et al. (2014), el muestreo no probabilístico por conveniencia se realizó por que lo datos se recopilan en un período determinado, dependiendo del acceso que tenga el investigador a las unidades de análisis.

Tabla 6: ***Tamaño de muestra según diseño de experimento factorial completo.***

Pruebas de solidez del color	**Nº de tratamientos**	**Nº de replicas**	**Total, tratamientos**
Solidez al lavado	16	4	64
Solidez al frote en seco	16	4	64
Solidez al frote en húmedo	16	4	64
Solidez a la luz	16	4	64
TOTAL			256

FUENTE: Elaboración propia.

Nota: Tiene 4 réplicas cada prueba de solidez, en total 256 especímenes.

3.8. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.8.1. Técnica

La técnica empleada en este trabajo es de observación experimental, debido a que realiza experimentaciones desde la extracción de colorante hasta la prueba de solideces al color en hilado de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), esta técnica no solo es la de observar sino también tomar nota de todos los datos para después analizar estadísticamente. Por otro lado, se busca perfeccionar la técnica de teñido natural dentro del marco científico.

3.8.2. Instrumentos

El presente estudio evalúa la eficacia del tinte natural obtenido del material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) sobre la solidez del color en la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), analizando específicamente la resistencia al lavado, al frote (en seco y húmedo) y a la degradación por luz. La evaluación de las propiedades de solidez se rigió bajo los estándares de la AATCC (Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles), empleando la escala de grises para determinar el cambio de color y la transferencia cromática. Los datos cuantitativos se recopilaron mediante fichas de registro estructuradas de acuerdo con los requerimientos técnicos de cada prueba y los parámetros de la escala grises.

Hoja o ficha de registros: La ficha de registro de datos ha sido elaborada conforme a la información que se recopilará a partir de la escala de grises, el número de réplicas y los datos.

3.9. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.9.1. Material vegetal y material textil

Tallos y flores de la planta Misiko (*Bidens andícola*)

Los tallos y flores de la planta Misiko (*Bidens andícola*) fueron recolectados en el mes de enero de 2025, cuando alcanzaron su punto óptimo de madurez, se recolectaron 8 kilogramos de material vegetal fresco para la extracción del colorante, debido a su naturaleza perecedera, esta planta no puede almacenarse por largos periodos, ya que al

cabo de 2 o 3 días empieza a marchitarse y desarrollar espinas que son las semillas de esta planta, lo cual dificulta su almacenamiento, manipulación y uso en el teñido a futuro. Por ello, se procedió a extraer el colorante inmediatamente después de la cosecha.

Cabe destacar que misiko es una planta de temporada, característica de la región de Puno, que germina con las primeras lluvias y se desarrolla durante toda la época de precipitaciones. Es una de las primeras especies en brotar con la llegada de la temporada húmeda, lo que facilita su disponibilidad natural en esta zona del altiplano andino.

Lana de ovino criollo (*ovis aries*)

Se trabajó con 18 libras de lana de ovino criollo (*Ovis aries*) gracias al apoyo de mi madre Maura, una artesana empírica domiciliada toda su vida en la comunidad de Llachahui, ubicada en la región de Puno. Esta lana se procesó de manera artesanal utilizando la puska (uso andino en la preparación de hilado de forma artesanal), siguiendo técnicas tradicionales y años de experiencia empleadas. El hilado se realizó de manera continua para asegurar la uniformidad en el diámetro del hilo para garantizar su posterior uso y la calidad del sustrato textil destinado al teñido natural.

3.9.2. Equipos utilizados en la investigación

los equipos de laboratorio que fueron utilizados:

- **Rotacolor**

Este equipo cuenta con una configuración de 6 estaciones de trabajo que integran autoclaves de acero inoxidable de 300 ml con sellado hermético. El sistema automatizado incorpora un microprocesador con interfaz gráfica, el cual permite programar de forma precisa el gradiente térmico (rango de 0 °C a 135 °C) y la duración de los ciclos de proceso. Adicionalmente, posee un mecanismo de enfriamiento indirecto gestionado por electroválvulas. Su aplicación principal se centra en el desarrollo de muestras a menor escala para procesos de tintura y blanqueo de fibras, hilados y tejidos. Para los procesos de blanqueo y teñido a escala piloto, se utilizó un equipo de teñido de muestras de laboratorio de seis posiciones, equipado con vasos de acero inoxidable de 300 ml y tapas herméticas. El instrumento cuenta con un microprocesador con pantalla gráfica que permite programar los ciclos de teñido,

regular la temperatura, controlar el tiempo mediante un temporizador y activar un sistema de enfriamiento automático indirecto por agua regulado por electroválvula.

Figura 8: Máquina Rotacolor.

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Nacional de Juliaca.

- **Máquina Gyrowash (lauderometro**)

Las evaluaciones de solidez del color al lavado y a la limpieza en seco se realizaron en un equipo GyroWash (James Heal, Reino Unido), permite determinar la capacidad de retención del colorante en la fibra y evaluar el grado de transferencia cromática o 'sangrado' sobre tejidos testigo. Para los ensayos que requirieron temperaturas superiores a 60 °C, se emplearon tapas de alta temperatura herméticas diseñadas para prevenir fugas del licor de lavado. El equipo cuenta además con un sistema frontal de drenaje y llenado rápido que optimiza la reproducibilidad y eficiencia del proceso operativo.

Figura 9: Máquina Gyrowash (lauderometro).

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Nacional de Juliaca.

- **PH-metro**

Para la determinación de la acidez o alcalinidad de las soluciones se empleó un pH-metro, instrumento utilizado para calcular la actividad de los iones de H expresada en la escala de pH. El aparato opera mediante la cuantificación del potencial eléctrico generada entre un electrodo de pH y uno de referencia, permitiendo obtener lecturas precisas del estado químico de las muestras acuosas.

Figura 10: PH-metro.

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Nacional de Juliaca.

- **Balanza analítica**

Las balanzas analíticas son dispositivos de pesaje manual que emplean la gravedad para medir la masa. Cuentan con un solo receptor de carga, conocido como plato, sobre el cual se coloca el objeto a pesar.

- **Madejadora eléctrica**

El proceso permite la producción de madejas de hilo con una longitud predeterminada y un número específico de vueltas, facilitando así el conteo y la evaluación precisa de la resistencia de la madeja en el sector textil, el objetivo del aspe de precisión es preparar madejas o troquillones con la finalidad de poder calcular el número de un hilo, existen dos sistemas de numeración de hilos; el sistema directo (tex, denier) y el sistema indirecto (Nm, Nec, Nc), la formación del hilo se da a partir de la operación de hilatura.

Figura 11: Madejadora eléctrica.

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Nacional de Juliaca.

- **Cámara xenoterm**

La solidez a la luz puede evaluarse de manera rápida mediante equipos de laboratorio, dado que los ensayos acelerados son necesarios para medir la resistencia de los materiales, superando la lentitud de las pruebas que se exponen naturalmente. Para ello, se emplean dispositivos con fuentes de luz artificial que aceleran el desgaste de las pruebas realizadas. Estos equipos utilizan una fuente de luz que es una lámpara de xenón refrigerada o enfriada por agua. El arco largo de xenón, siempre que esté correctamente filtrado, simula la radiación ultravioleta y la luz solar visible con mayor precisión que cualquier otra fuente artificial.

Los equipos de arco de xenón son ampliamente utilizados en las industrias textil, de polímeros, pintura y automotriz. Aunque el tipo de refrigeración no afecta significativamente la potencia espectral de la lámpara.

Figura 12: Cámara xenoterm.
FUENTE: Laboratorio de la Universidad Nacional de Juliaca.

- **Abrasímetro simple Crockmeter**

Este apartado está diseñado para cuantificar la cantidad de pérdida de color en una tela específica cuando se somete a fricción. El equipo utiliza una tela especial de color blanco, destinada al análisis cromático, para determinar la cantidad de sangrado desde la muestra evaluada. Los resultados se interpretan mediante una tabla cromática que proporciona la evaluación final. La prueba a la solidez es el grado de sangrado de las telas teñidas tras la exposición a la fricción, ya sea en condiciones secas o húmedas. Esta propiedad se determina evaluando el grado de pigmentación sobre una tela blanca estándar y se divide en una escala de cinco niveles, donde un valor mayor indica una mejor resistencia al frote.

Figura 13: Abrasímetro simple Crockmeter.

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Nacional de Juliaca.

3.9.2. Materiales de laboratorio

Los materiales empleados en el laboratorio incluyen una tela multifibra de seis bandas, con dimensiones de 1.5cm de ancho por 10 cm de largo, tela testigo de 5x5 cm, mortero, estufa eléctrica para hervir agua para la extracción de colorante, jarras con medida, vasos de precipitados de diferentes tamaños como de 100 mL, 200 mL y 250mL, espátula, pipeta, varilla, villas para la prueba de solidez al lavado, recipientes de acero inoxidable, cernidor de plástico, hilo blanco, aguja, circular, tijeras, cinta masking y

utilices de mesa.

3.9.3. Reactivos y productos auxiliares

Los productos textiles para el mordentado o llamado también auxiliares para el antes, durante y después del teñido son: sulfato de alumino alumbre $KAl(SO_4)_{212}(H_2O)$ como mordiente, agua destilada para la extracción de colorante, invadina da para el descrude o pre-tratamiento, detergente especial para la prueba de lavado, cartulina negra.

3.10. METODOLOGÍA DE PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTAL

El Perú es un país con una rica tradición artesanal que nace desde lo más profundo de su serranía. Posee una flora diversa con un alto potencial tintóreo, así como sustratos naturales valiosos como la lana y otras fibras, y un conocimiento empírico ancestral transmitido por generaciones de artesanos.

La variedad y calidad de su producción textil es notable, para asegurar su inserción al mercado, es fundamental garantizar la calidad de los productos. Si bien se reconoce que muchos colorantes naturales presentan una baja solidez, esta limitación puede ser superada mediante el mejoramiento de los procesos de teñido. Para ello, es indispensable trabajar bajo parámetros estandarizados y con cantidades exactas, que permitan obtener resultados consistentes y técnicamente validables

3.10.1. Procedimiento para la extracción de colorante de la planta Misiko (*Bidens andícola*).

Misiko (*Bidens andícola*) es una planta nativa de la serranía peruana, reconocida por su alto poder tintóreo. Se desarrolla durante toda la temporada de lluvias y, una vez seca, sus tallos se endurecen y se convierten en espinas. Sus flores amarillas intensas, de gran belleza, adornan los campos andinos, aunque popularmente es conocida como “mala hierba” debido a su rápida propagación anual, lo que representa un problema para los pastizales. Además de su uso como planta tintórea, el misiko posee propiedades medicinales poco conocidas y emana un agradable aroma natural, lo que además le otorga relevancia desde una perspectiva etnobotánica y cultural.

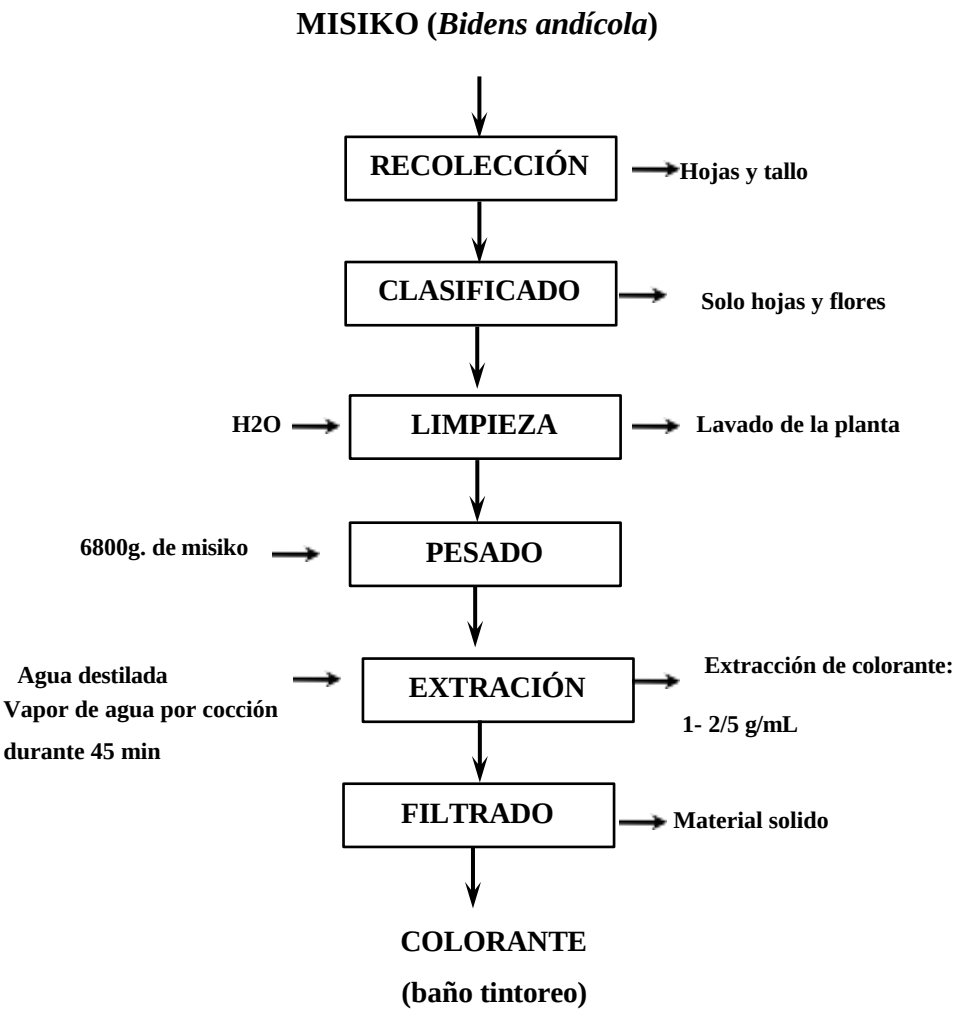


Figura 14: Diagrama de flujo de extracción del colorante de Misiko (*Bidens andícola*).

FUENTE: Elaboración propia.

a. Recolección de la planta Misiko (*Bidens andícola*)

Se recolectaron 8 kilogramos de Misiko (*Bidens andícola*) del campo de la comunidad de la Llachahui, distrito de Coata, región Puno, priorizando los tallos de mayor longitud y flores en óptimas condiciones, es decir, intactas y sin signos de deterioro. La recolección se realizó pocas horas antes del proceso de extracción del colorante, ya que esta especie presenta una rápida descomposición: tiende a marchitarse y secarse en corto tiempo, lo que afecta directamente su capacidad tintórea. Por ello, se utilizó de forma inmediata tras la cosecha, garantizando así la calidad del extracto vegetal.

b. Clasificado de la planta Misiko (*Bidens andícola*)

Se seleccionaron cuidadosamente las plantas de Misiko (*Bidens andícola*) que tenga flores intactas, tallos de mayor longitud y un grado óptimo de madurez, evidenciado por sus colores vivos y aspecto saludable. Posteriormente, se realiza la limpieza manual del material vegetal, eliminando toda clase de impurezas, tales como restos de otras plantas, tierra e insectos adheridos a las hojas y tallos, con el fin de asegurar la pureza del colorante en el proceso de extracción.

c. Limpieza o lavado

El material vegetal seleccionado fue sometido al lavado con abundante agua, cuya finalidad principal fue eliminar la tierra, el polvo, insectos u otras impurezas adheridas a las hojas y tallos de la planta. Este paso es fundamental, ya que cualquier sustancia externa podría alterar la calidad y el rendimiento del colorante durante la extracción. Se lavó cuidadosamente hasta asegurar la total limpieza del material, garantizando así un extracto vegetal puro y libre de contaminantes.

d. Pesado

Una vez completados los procesos de selección y limpieza, se procedió al pesado del material vegetal, paso fundamental para asegurar la correcta proporción en la extracción del colorante. El peso total de la planta Misiko (*Bidens andícola*) fue de 6.8 kilogramos. Este procedimiento permitió trabajar con diferentes relaciones planta/agua, específicamente 1/5 y 2 /5Kg/L, según los parámetros establecidos para el estudio. Por ello, el pesado previo resulta crucial antes de colocar el material en los recipientes para su cocción y extracción del colorante, ya que depende de la relación que debe de mantenerse de planta/agua la concentración final del colorante.

e. Extracción

Extracción fue por el método de cocción. luego de realizar el pesado del material vegetal y calcular la cantidad correspondiente de agua, se procedió a utilizar agua de acuerdo a la relación de planta/ agua 1/5 y 2 /5 kg/L, es decir por un kilogramo de misiko se puso a hervir 5 litros de agua y así respectivamente. En una cocina eléctrica se colocó 3 ollas cada una con 5 litros de agua, una vez alcanzado el punto de ebullición se añadió la planta Misiko (*Bidens andícola*) de acuerdo a la relación y se mantuvo a hervor constante durante 45 minutos, con el objetivo de obtener un extracto concentrado de colorante. Transcurrido este tiempo se retiró la olla del fuego para enfriarlo naturalmente el

contenido para su posterior filtrado y tenerlo listo para uso en teñido de la lana de ovino criollo.

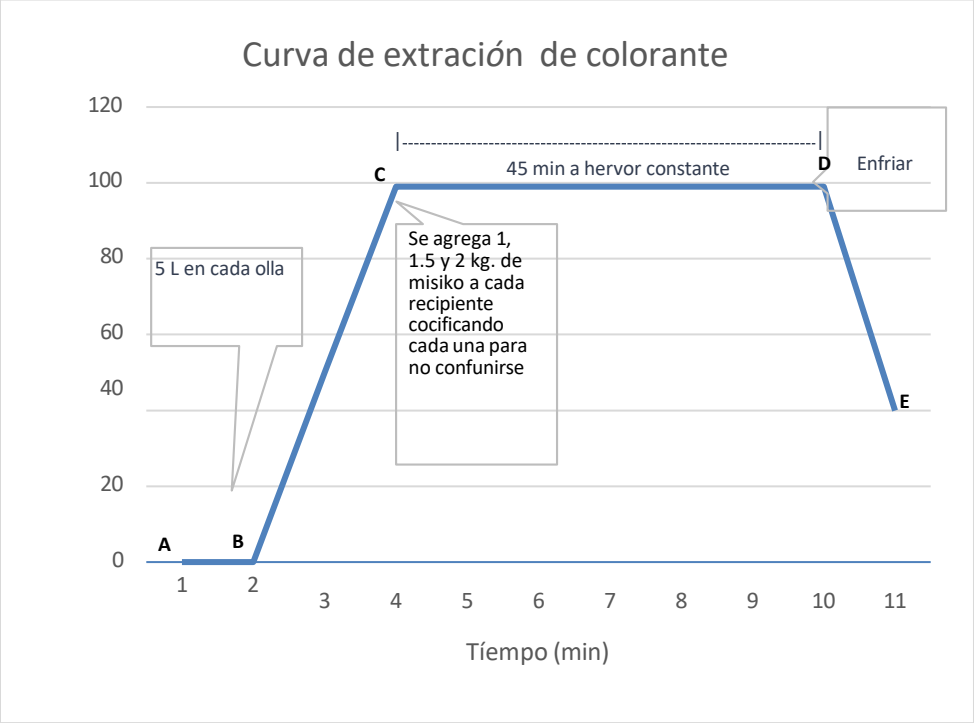


Figura 15: La curva de extracción de colorante del Misiko (*Bidens andícola*). FUENTE: Elaboración propia.

f. Filtrado

El líquido concentrado ya extraída se deja enfriar a temperatura ambiente de manera controlada. Una vez que ha alcanzado dicha temperatura, se procede a la separación del sólido vegetal de misiko del líquido tintóreo, utilizando un cernidor de plástico para remover las impurezas más gruesas. Posteriormente, el extracto líquido se transfiere a una botella de plástico limpia y seca, en la cual se almacena durante un período de 24 horas para permitir su reposo y estabilización antes del procedimiento de la pigmentación.

g. Colorante/ baño tintoreo

El pigmento extraído de la planta Misiko (*Bidens andícola*) presenta un característico tono anaranjado oscuro, el tiempo de almacenamiento permite que el colorante se estabilice, favoreciendo la sedimentación de posibles partículas sólidas y asegurando su homogeneidad. Antes de ser utilizado en el proceso de teñido, se realizó un cernido

meticuloso con una tela blanca fina. Este paso es fundamental, ya que su objetivo es eliminar cualquier impureza residual que pudiera afectar la calidad del colorante, garantizando un producto más puro y de mejor rendimiento durante el teñido. Es importante señalar que la cantidad de colorante final varía según el sustrato que se desea teñir. La intensidad del color obtenido depende de varios componentes como la relación entre la planta y el sustrato, cantidad de mordiente, temperatura y tiempo, así mismo tomar en cuenta el tipo de material textil a teñir, por lo que el volumen necesario puede ajustarse según las necesidades del procedimiento del tinturado.

3.10.2. Acondicionamiento del hilo de ovino criollo para el teñido

Este proceso comienza con la esquila de lana de ovino criollo, esta raza es de las más comunes en el país, destacándose por ser la que lidera en términos de cantidad de crianza. El ovino criollo se encuentra principalmente en las zonas altoandinas de la serranía peruana, adaptándose perfectamente a las condiciones de estas regiones.

A continuación, en el diagrama de flujo se da a conocer de manera detallada cada una de las etapas del proceso que culminan en el acondicionamiento del hilado de lana de ovino criollo. Este flujo de trabajo abarca desde la esquila inicial de la lana hasta los pasos de descrude o pretratamiento con el fin de obtener un hilo adecuado para su posterior uso en la producción textil.

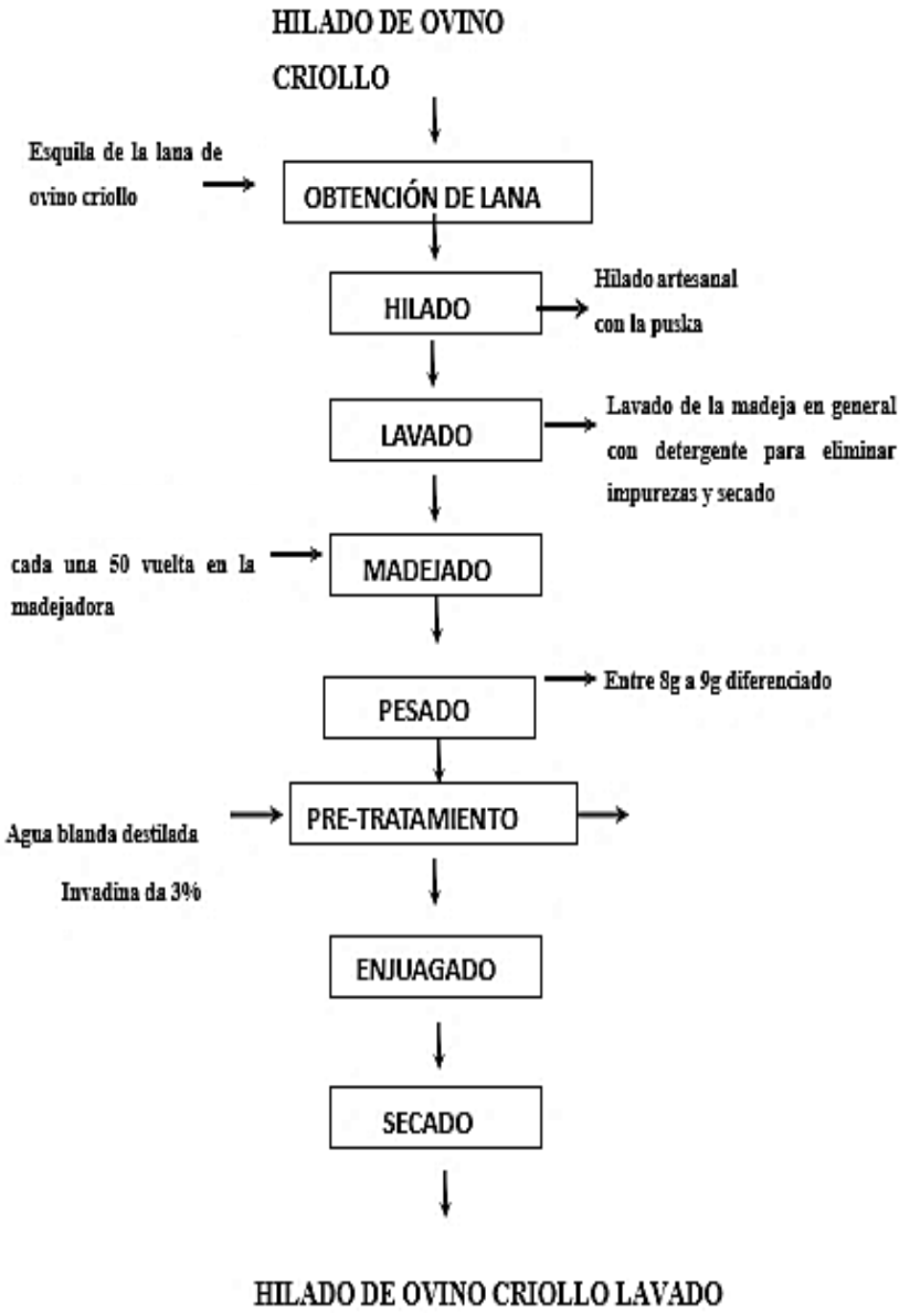


Figura 16: Diagrama de Flujo del procesamiento de la lana de ovino criollo para la obtención de hilado lavado.
FUENTE: Elaboración propia.

a. Obtención de lana de ovino criollo

La lana de ovino criollo (*Ovis aries*) que se usa en este proceso fue obtenida en la comunidad de Llachahui, ubicado en el distrito de Coata, perteneciente a la región de Puno, una región reconocida por la crianza de ovinos criollos. Este proceso comienza con la esquila de la lana, una etapa fundamental que requiere de un manejo adecuado para garantizar la calidad del material, tras la esquila, se realiza un proceso de clasificación de la lana, donde se separan las fibras según longitud y color, es muy importante el proceso de clasificación para asegurar que la lana obtenida cumpla con los requisitos necesarios para el proceso de hilado artesanal, tras este proceso de selección, la materia prima fue un total de 18 libras de lana de ovino criollo de color blanco, que fue utilizada en las siguientes etapas de preparación para transformar la materia prima en hilo, mediante el hilado artesanal.

b. Hilado

Se elaboró hilado de la lana de ovino criollo con la ayuda de mi madre experta en el hilado con la finalidad de obtener un hilo uniforme de diámetro. El procedimiento de hilado de lana de ovino criollo fue utilizando la tradicional puska, una herramienta manual empleada en la región para el hilado de lana y fibras, el objetivo principal de este proceso fue obtener un hilado de lana uniforme.

c. Lavado

En este proceso se hizo el lavado de la lana, una etapa fundamental para garantizar la limpieza de la lana, se eliminaron las impurezas naturales presentes como polvo, restos vegetales y, especialmente, la grasa que recubre la lana recién esquilada, para ello, se utilizó un detergente neutro disuelto en agua caliente, lo que facilitó la remoción efectiva de la suciedad sin dañar la estructura del hilado, posteriormente la lana fue enjuagada cuidadosamente en agua tibia para retirar cualquier residuo de detergente. Finalmente, se procedió al secado de la lana de forma natural, colocándola a la sombra y en un espacio ventilado, evitando la luz solar directa para conservar su suavidad.

d. Madejado

Se prepararon pequeñas madejas de hilo utilizando un madejero. Cada madeja se conformó mediante 50 vueltas, cada una tiene 50 metros, lo cual permitió mantener una medida estandarizada entre las muestras. El peso de las madejas obtenidas varió entre 8 y 9 gramos, considerando ligeras diferencias asociadas al grosor del hilo, y para asegurar

una correcta trazabilidad y evitar confusiones entre las muestras durante las etapas posteriores del proceso, cada madeja fue identificada individualmente mediante un código único, dicho código fue adherido utilizando cinta mascking, la cual permitió una fijación temporal pero segura, sin comprometer la integridad del material textil.

e. Pesado

Una vez finalizado el proceso de madejado y etiquetado respectivamente, se procedió a pesar individualmente cada madeja, esta etapa tuvo como propósito determinar con precisión el peso de cada muestra, lo cual es fundamental para calcular la titulación del hilo. Así mismo, este dato resultó esencial para establecer la relación de baño, ya que dicha relación depende directamente del peso del sustrato textil. Además, el peso exacto de las madejas permitió definir la cantidad adecuada de mordiente a emplear, ajustando su concentración en función del peso del hilo, a fin de asegurar condiciones reproducibles y coherentes durante el proceso de mordentado.

Formula operacional para obtener el título del hilo:

$$\boldsymbol{Nm = \frac{longitud\ del\ hilo}{peso\ del\ hio}}$$

$$\boldsymbol{Nm = Resultad\ en\ Nm}$$

Tabla 7: ***Dimensiones de las muestras para el cálculo de titulación.***

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Ayabacas

Laboratorio: EP de Ingeniería Textil y de Confecciones

N°. DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	LONGITUD DE MADEJA	PESO DE LA MADEJA N° DE REPLICAS				PARAMETROS DE TEÑIDO			
			I	II	III	IV	R. PLANTA/SUSTRTRO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA DE TEÑIDO	TIEMPO DE TEÑIDO
T01	1/20	50	8.64g	8.67g	8.43g	8.62g	2/5	3	85	45
T02	1/20	50	8.88g	8.78g	8.59g	8.49g	1/5	3	85	45
T03	1/20	50	8.56g	8.65g	8.67g	8.51g	2/5	5	85	45
T04	1/20	50	8.63g	8.80g	8.90g	8.88g	1/5	5	85	45
T05	1/20	50	8.78g	8.69g	8.48g	8.65g	2/5	3	95	45
T06	1/20	50	8.89g	8.97g	8.67g	8.61g	1/5	3	95	45
T07	1/20	50	8.56g	8.62g	8.59g	8.53g	2/5	5	95	45
T08	1/20	50	8.87g	8.66g	8.67g	8.75g	1/5	5	95	45
T09	1/20	50	8.56g	8.87g	8.66g	8.57g	2/5	3	85	55
T10	1/20	50	8.46g	8.61g	8.56g	8.58g	1/5	3	85	55
T11	1/20	50	8.85g	8.94g	8.62g	8.59g	2/5	5	85	55
T12	1/20	50	8.35g	8.61g	8.89g	8.91g	1/5	5	85	55
T13	1/20	50	8.76g	8.49g	8.49g	8.73g	2/5	3	95	55
T14	1/20	50	8.56g	8.69g	8.55g	8.84g	1/5	3	95	55
T15	1/20	50	8.98g	8.29g	8.58g	8.92g	2/5	5	95	55
T16	1/20	50	8.67g	8.89g	8.81g	8.85g	1/5	5	95	55
PROMEDIO			8.84375 g							

FUENTE: Elaboración propia

a. Cálculo de titulación de la lana de ovino criollo

$$\text{Nm} = \frac{50}{8.844}$$

$$\text{Nm} = 5.7 \rightarrow Nm = 6$$

Esto indica que tenemos un hilado de ovino criollo de titulación 6 Nm, es igual a 6/1 Nm por la cantidad de cabo.

- Determinación de los parámetros de relación de baño y cantidad de mordiente

Se trabajó con una relación de baño de 1/20, quiere decir que por 1 g sustrato se necesita 20mL de baño tintóreo.

Formulación:

RB (1/20) = (el peso de la muestra de madeja) x (20mL de baño tintoreo)

$$RB(1/20) = 8.64g * 20mL$$

$$RB(1/20) = 172.8\text{mL}$$

Para la muestra 1 (M1) necesitamos 172.8 mL de colorante, de acuerdo a la cantidad de colorante procedemos a determinar la cantidad de mordiente que se utilizó, en esta experimentación la concentración de mordiente difiere por ello consideramos nuestros datos planteados para sacar datos exactos, a continuación, observación la parte operación para la muestra 1 (M1).

Formulación:

Volumen de mordiente = (volumen tintóreo) * (c. de mordiente estimada)

3 g/L = 172.8 mL * (c. de mordiente estimada)

c. de mordiente = 0.1728 L*3g/L

Cantidad de mordiente = 0.5284g

Para la muestra 1 (M1) necesitamos 0.5284 gramos de mordiente, así sucesivamente calculamos para cada una de las muestras ya que el peso de las muestras varía, seguidamente, vemos en la siguiente tabla.

Tabla 8: ***Cantidad de baño tintóreo y de mordiente.***

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS											
Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Ayabacas											
Laboratorio: Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones											
		PARAMETROS DE TEÑIDO				PESO DE LA MADEJA		RELACION DE BAÑO (mL)		CANTIDAD DE MORDIENTE (g)	
N°. DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	R. PLANTA/SUSTRTRO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA DE TEÑIDO	TIEMPO DE TEÑIDO	N° DE REPLICAS		N° DE REPLICAS		N° DE REPLICAS	
						I	II	I	II	I	II
M1	1/20	20	3	85	45	8.64g	8.67g	172.8	173.4	0.5184	0.5202
M2	1/20	10	3	85	45	8.88g	8.78g	177.6	175.6	0.5328	0.5268
M3	1/20	20	5	85	45	8.56g	8.65g	171.2	173	0.856	0.865
M4	1/20	10	5	85	45	8.63g	8.80g	172.6	176	0.863	0.88
M5	1/20	20	3	95	45	8.78g	8.69g	175.6	173.8	0.5268	0.5214
M6	1/20	10	3	95	45	8.89g	8.97g	177.8	179.4	0.5334	0.5382
M7	1/20	20	5	95	45	8.56g	8.62g	171.2	172.4	0.856	0.862
M8	1/20	10	5	95	45	8.87g	8.66g	177.4	173.2	0.887	0.866
M9	1/20	20	3	85	55	8.56g	8.77g	171.2	175.4	0.5136	0.5262
M10	1/20	10	3	85	55	8.46g	8.61g	169.2	172.2	0.5076	0.5166
M11	1/20	20	5	85	55	8.85g	8.72g	177	174.4	0.885	0.872
M12	1/20	10	5	85	55	8.35g	8.61g	167	172.2	0.835	0.861
M13	1/20	20	3	95	55	8.76g	8.49g	175.2	169.8	0.5256	0.5094
M14	1/20	10	3	95	55	8.56g	8.61g	171.2	172.2	0.5136	0.5166
M15	1/20	20	5	95	55	8.98g	8.29g	179.6	165.8	0.898	0.829
M16	1/20	10	5	95	55	8.67g	8.89g	173.4	177.8	0.5202	0.5334

FUENTE: Elaboración propia

f. Pretratamiento

El proceso comenzó con el lavado del hilado de ovino criollo (*Ovis aries*) previo al teñido, con el propósito de eliminar impurezas, la grasa natural y otras sustancias adheridas al hilo que podrían interferir en la absorción del colorante. Para este pretratamiento se empleó Invadina DA, un detergente formulado específicamente para procesos de limpieza y blanqueo en sustratos textiles. Se preparó una solución a una concentración de 3 g/L, disolviendo 3 gramos de Invadina DA en un litro de agua. Posteriormente, esta solución fue fraccionada en volúmenes de 250 mL, los cuales se distribuyeron en los recipientes del equipo Rotacolor. En cada recipiente se introdujo una madeja previamente identificada, asegurando un tratamiento individual y uniforme. El pretratamiento se realizó en la máquina Rotacolor, a una temperatura de 40 °C durante un tiempo de 10 min. Este procedimiento permitió mejorar la hidrofilicidad del hilado, favoreciendo así su capacidad de absorción durante las etapas posteriores de mordentado y teñido. A continuación, se presenta la curva del pretratamiento, la cual muestra las condiciones térmicas y temporales aplicadas durante el proceso.

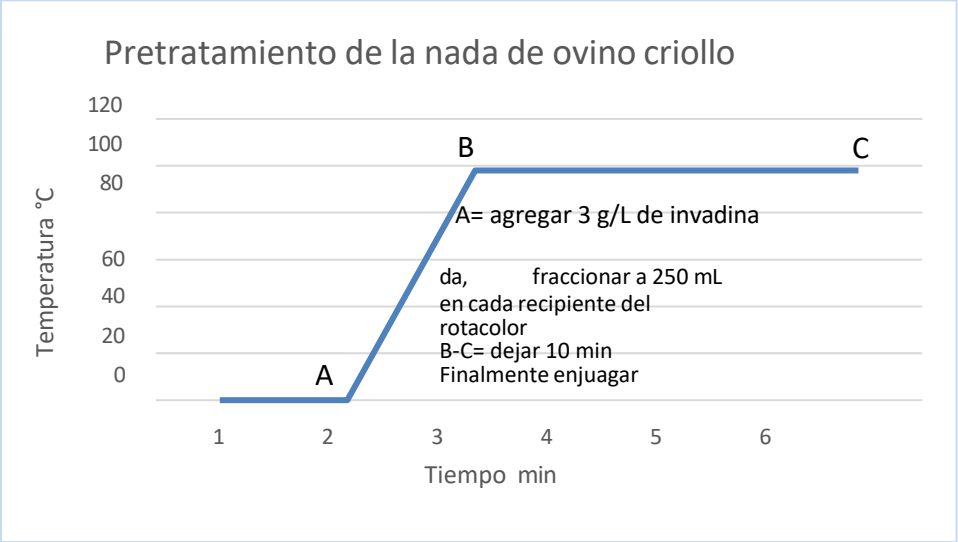


Figura 17: Curva de Lavado de Pre-tratamiento del hilo de ovino criollo.

FUENTE: Elaboración propia

g. Enjuague

Se procedió al enjuague de la madeja utilizando agua tibia, este proceso tuvo como finalidad eliminar por completo cualquier residuo de detergente que pudiera haber quedado adherido al sustrato, asegurando que la lana estuviera limpia y libre de agentes químicos antes de pasar al proceso de teñido, como resultado del lavado, la lana adquirió

un tono notablemente más blanco, lo cual permitió identificar con mayor claridad la presencia de impurezas remanentes. Estas fueron eliminadas manualmente durante el enjuague, garantizando que el material textil se encontrara en condiciones óptimas para recibir el mordiente y, posteriormente, el colorante.

h. Secado

Una vez finalizado el enjuague, se procedió al secado del hilado. Este procedimiento se ejecutó de forma natural, a la sombra, dentro del laboratorio, con el fin de no exponer la directamente al sol que pudiera alterar el hilo o afectar su coloración natural, este método de secado contribuye a preservar la calidad de la fibra y su uniformidad para los siguientes tratamientos. Finalmente, la lana de ovino criollo quedó completamente preparada para ser sometida al procedimiento del tinturado, bajo los parámetros establecidos con el objetivo de obtener una coloración homogénea y estéticamente agradable.

3.10.3. Teñido natural del hilado de ovino criollo (*ovis aries*) con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*)

El conocimiento sobre el teñido natural de distintos sustratos textiles se remonta a tiempos ancestrales, desde la antigüedad, diversas culturas han empleado colorantes naturales desarrollando técnicas que permitían dar color a los tejidos sin recurrir a sustancias químicas sintéticas. En el presente proyecto se busca revalorar el teñido natural como una alternativa sostenible, ecológica y culturalmente significativa, en especial dentro del contexto de la artesanía peruana, el teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*) en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), utilizando parámetros definidos y cantidades precisas de los insumos requeridos, con el objetivo de lograr una coloración uniforme.

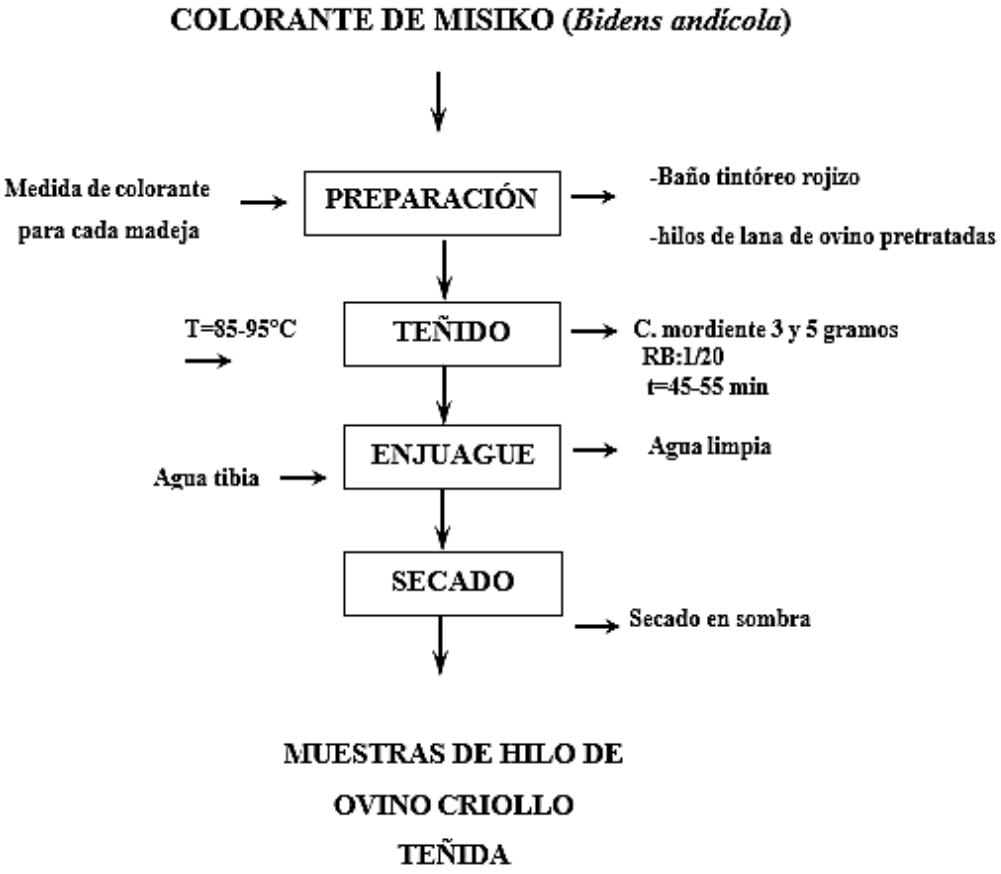


Figura 18: Diagrama de Flujo del proceso de teñido de lana de ovino criollo.
FUENTE: Elaboración propia.

a. Acondicionamiento del baño de tintoreo

El procedimiento del teñido de las muestras de hilo de ovino criollo (*Ovis aries*) se efectuó utilizando la máquina Rota color, un equipo diseñado específicamente para teñido de pequeñas muestras, con capacidad para trabajar en un rango de temperatura programable de 0 a 135 °C. Esta máquina cuenta con seis vasos de acero inoxidable, cada uno de los cuales fue utilizado para teñir individualmente las madejas.

Cada muestra fue introducida cuidadosamente en su respectivo vaso junto con los insumos correspondientes, calculados de acuerdo con el peso específico de la madeja, es fundamental en este proceso respetar las proporciones exactas de cada componente para evitar errores que puedan afectar los resultados de teñido, los vasos se cierran herméticamente y estos están numerados, lo que permite una organización precisa y el seguimiento adecuado, Durante este proceso, se realizó la medición del pH del baño

tintóreo utilizando un pH-metro digital, en el caso específico del colorante natural de Misiko (*Bidens andícola*), el pH registrado del baño tintóreo fue de 8.19, un valor alcalino que puede influir en la tonalidad del sustrato.

b. Teñido

Durante el proceso de teñido se consideraron factores fundamentales que determinan de forma directa la calidad y uniformidad del color obtenido, estas son la relación entre la planta y el sustrato textil, la cantidad del mordiente, el tiempo y la temperatura de teñido. Estos factores fueron cuidadosamente ajustados con el objetivo de lograr una coloración estéticamente agradable y con buena resistencia a la prueba de solideces del color. Previamente al teñido de las muestras oficiales, se realizaron ensayos preliminares con distintas concentraciones de mordiente, tiempos y temperaturas de teñido. Estas pruebas permitieron determinar los parámetros óptimos para alcanzar una fijación adecuada del colorante, así como una tonalidad consistente y resistente al lavado, a la fricción y al sol del día a día.

Una vez establecidos los parámetros ideales, se procedió al teñido final. Para ello, se utilizaron madejas de hilado artesanal de ovino criollo, las cuales fueron introducidas en vasos de acero inoxidable. En cada corrida se emplearon ocho vasos, que fueron herméticamente sellados para asegurar condiciones controladas durante todo el proceso. A continuación, se detallan los parámetros definidos para el teñido:

Relación planta/sustrato: El factor planta/sustrato incide en la concentración de colorante donde inicialmente tenemos la teoría de relación 1/5, es decir 1k de planta debe ser introducida en 5 litros de agua, en esta experimentación se usó una relación de 1/5 y 2/5, el cual tiene mucho que ver en la concentración del pigmento.

Cantidad de mordiente: El factor de la concentración de mordiente es para fijar un color exacto a lo requerido, utilizamos como mordiente sulfato de aluminio potásico ($KAl(SO_4)_{212}(H_2O)$) comúnmente lo encontramos en el mercado como piedra de alumbre, ya que teníamos planeado adquirir un color de tono anaranjado, porque con el colorante de la planta Misiko (*Bidens andícola*) se adquiere distintos tono de colores desde el amarillo hasta tonos rojos, entonces el mejor mordiente fue la piedra de alumbre en un peso de 3 y 5 g/L.

Temperatura de teñido: Este factor es unas de las más importantes ya que se fija el color en el sustrato, debido a la poca información de la aplicación del pigmento natural

en el hilado de ovino criollo tomamos referencias de antecedentes de teñido de la lana de ovino, ya que este factor depende al sustrato a teñir, para ello con pruebas previas se tomó en cuenta 85°C y 95°C máximo ya que con temperaturas más altas se quema la lana de ovino criollo.

Tiempo de teñido: El factor tiempo en el proceso de teñido tiene que ver en cuanto tiempo de adhieren el colorante al sustrato, el colorante natural demora en impregnarse al sustrato por ello con experimentaciones previas se llegó a toma en cuenta 45 y 55 minutos.

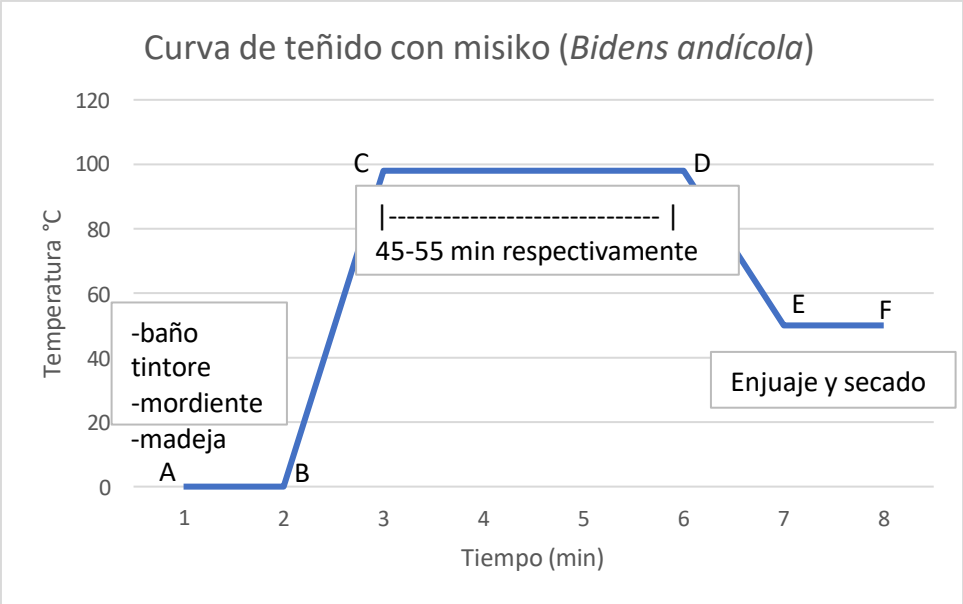


Figura 19: Curva de teñido natural de hilado de ovino criollo con Misiko (*Bidens andícola*).

FUENTE: Elaboración propia.

c. Enjuagado

Una vez finalizado el procedimiento de teñido de las muestras de hilo de ovino criollo (*Ovis aries*), se procedió al enjuague de las muestras con abundante agua. Este paso es fundamental para eliminar los restos de colorante no fijado presentes de la fibra, asegurando así una mayor estabilidad del color y reduciendo el riesgo de transferencia durante su uso posterior.

d. Secado

Para finalizar, las muestras teñidas fueron dispuestas para su secado de forma natural, bajo sombra, con el fin de evitar alteraciones en el color provocadas por la exposición directa a la luz solar. Cada madeja se colocó por separado, asegurándose de que conservara su respectivo código de identificación para mantener la trazabilidad de las muestras a lo largo del proceso.

Una vez completamente secas, las madejas quedaron listas para ser sometidos a la resistencia del lavado, frote y a la luz, permitiendo evaluar la eficiencia de cada prueba de solidez al color.

3.10.4. Evaluación de la solidez al color en el teñido de la lana de ovino criollo con Misiko (*Bidens andícola*)

- **Solidez al lavado**

Según la Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles (AATCC 61 Lavado, 1998), la prueba acelerada del lavado se utiliza para la evaluación de la resistencia del color en sustratos textiles que requieren lavados recurrentes. La degradación del color en la tela y el cambio superficial ocasionados por la acción del detergente y la abrasión de cinco tipos de lavado ya sea a mano, domésticos o comerciales, con algún químico de por medio que simulan mediante una prueba de 45 minutos. No obstante, no siempre es posible reproducir con exactitud el descoloramiento que generan estos cinco lavados típicos a través de la prueba acelerada. La pérdida de color depende de factores como la proporción de tejidos teñidos y las que no están teñidas, la concentración de fibra desprendida y mantenida en suspensión dentro del baño, así como otras variables operacionales y de desgaste durante el uso final del producto, las cuales no siempre son previsibles bajo condiciones controladas de laboratorio.

Principio

Los ensayos se someten a condiciones controladas de temperatura, detergente, acción decolorante y abrasión, de manera que el cambio cromático simule lo que ocurre en cinco lavados típicos, ya sean a mano, domésticos o comerciales. Este proceso de cambio cromático se logra en un tiempo reducido, lo que resulta muy conveniente para pruebas de laboratorio. La acción abrasiva se produce por el rozamiento o fricción del tejido contra el recipiente, la baja relación de baño (o volumen reducido de líquido) y la acción mecánica ejercida por el impacto de las esferas de acero sobre el sustrato textil.

Terminología

La solidez del color se define como la capacidad de una prenda textil para resistir la alteración de sus propiedades cromáticas originales o la transferencia de sus colorantes a materiales adyacentes, cuando es expuesto a diversos agentes físicos y químicos durante su procesamiento o uso final, evitar la transferencia de sus colorantes a sustrato, como consecuencia del sometimiento a distintos ambientes durante el procesamiento, pruebas, almacenamiento o uso. Por otro lado, el lavado de materiales textiles es un procedimiento destinado a eliminar suciedad y manchas, a través de un tratamiento en baño detergente acuoso, seguido de las etapas secuenciales de enjuague, centrifugado (o extracción de humedad) y posterior secado bajo condiciones controladas.

Tabla 9: ***Tabla de condiciones de la prueba.***

Condiciones de prueba							
Prueba	**Temperatura**		**Volumen total de solución (mL)**	**Porcentaje de detergente del volumen total (%)**	**Cloro utilizable del volumen total**	**N° de bolas de acero**	**Tiempo (min)**
	°C	**°F**					
1A	40	105	200	0.37	None	10	45
2A	49	120	150	0.15	None	50	45
3A	71	160	50	0.15	None	100	45
4A	71	160	50	0.15	0.015%	100	45
5A	49	120	150	0.15	0.027	50	45

FUENTE: Adaptado AATCC 61 Lavado (1998).

De acuerdo a la tabla de condiciones de la prueba de solidez al lavado que figura en Norma AATCC optamos por la prueba 1A, con temperatura de 40°C, en una solución de 200 mL, con 0.37% de detergente de volumen total, sin cloro, con 10 bolitas de acero y en un tiempo de 45 minutos, a continuación, tenemos el diagrama de flujo (AATCC 61 Lavado, 1998).

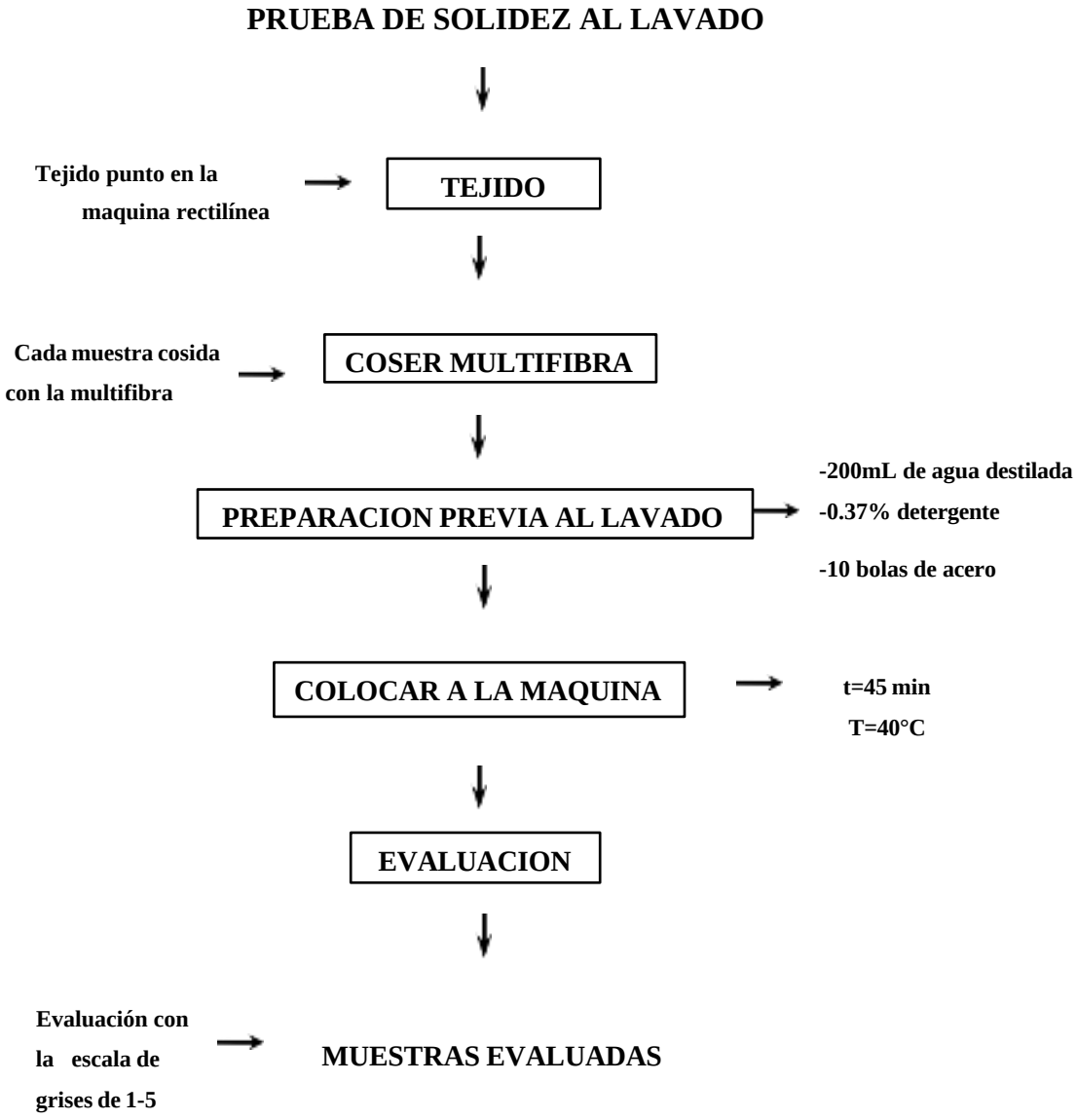


Figura 20: Diagrama de flujo del proceso de la prueba de solidez al lavado.

FUENTE: Elaboración propia

Procedimiento de la solidez al lavado

a. Tejido

Una vez que tenemos seco el hilo de ovino criollo procedemos a tejerlo en una maquina rectilínea de 5x10cm (2x5”), cortamos el mismo tamaño de la multifibra que tiene 6 bandas (lana, acrílico, poliéster, nylon, algodón y acetato) tal como indica las normas

AATCC (Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas).

b. Coser multifibra

Una vez terminada de tejer, se cose la multifibra en el anverso del espécimen con dirección paralela al ancho del espécimen (5 cm), en el reverso se coloca una tela de algodón con la finalidad de que no se doble el espécimen, la multifibra se cose centrado en el espécimen, se asegura correctamente para que la multifibra no se suelte del espécimen. Las líneas de la multifibra deben de estar en el sentido paralelo a la dirección longitudinal de cada muestra.

c. Preparación

Después se procedió a preparar el líquido el recipiente de la máquina donde se hecho 200 mL de agua destilada, se le agrego 10 bolas de acero a cada vaso, 0.78mL de detergente estándar WOB esto es se refiere que debe ser sin agente fluorescente de blanqueo, se disolver con una varilla para posteriormente introducir un espécimen por vaso previamente preparado y se procede a tapar herméticamente cada recipiente.

d. Colocar a la maquina

Se programa la maquina en una temperatura de 40°C, con un tiempo de 45 minutos, pasado este tiempo se procede a retirarlo de la máquina y del recipiente, se enjuaga debidamente con agua limpia y se procede a secar bajo sombra.

e. Evaluación

Una vez seco el espécimen se retira la multifibra cuidadosamente, Posteriormente, se remueven los hilos remanentes del espécimen para proceder con su respectiva evaluación cuantitativa, empleando la escala de grises para la transferencia cromática de acuerdo con las normativas estandarizadas, cada una de las bandas (lana, acrílico, poliéster, nylon, algodón y acetato) con una valoración de 1 a 5.

- **Solidez al frote en seco y húmedo**

Según (AATCC 8 Crockmeter, 1998), Este método analítico permite cuantificar la magnitud de la transferencia cromática desde la superficie de los materiales textiles teñidos hacia sustratos adyacentes, mediante una acción mecánica de rotación controlada. El alcance de la prueba es universal dentro de la industria, siendo aplicable a estructuras textiles independientemente de su composición polimérica (tipo de fibra), presentación física (hilo o tejido) o del método de coloración empleado (tintura tradicional, estampado o acabados químicos

El protocolo experimental contempla la ejecución del ensayo mediante el uso de testigos de tela blanca normalizada, evaluados tanto en condición anhidra (seco) como en estado de imbibición acuosa (húmedo). Considerando que los tratamientos previos de lavado, limpieza en seco, encogimiento, planchado o la adición de aprestos alteran la cinética de transferencia del colorante, el ensayo es aplicable de manera pre y postratamiento, o en ambas etapas secuenciales, para determinar las variaciones en la estabilidad de la tintura

Principios

El espécimen se somete a fricción mecánica contra un tejido testigo blanco normalizado para cuantificar el desprendimiento del colorante bajo variables controladas. La magnitud del pigmento transferido a la tela testigo se evalúa mediante comparación psicofísica empleando la Escala de Grises para la tinción o la Escala de Transferencia Cromática, asignando un índice numérico normalizado que determina el grado de solidez del sustrato.

Terminología

La solidez del color es la propiedad que permite a un tejido mantener sus atributos cromáticos originales inalterados, así como para resistir la degradación o la transferencia de sus colorantes hacia superficies adyacentes al ser expuesto a factores físicos, químicos o ambientales. El desprendimiento del colorante corresponde al traslado del color desde la superficie de un hilo o tejido teñido hacia otra superficie principalmente como consecuencia del frotamiento.

Tabla 10: ***Tablas de componentes de variación cromática.***

Componentes de variación				
Escala de prueba	**En seco**		**En húmedo**	
	Crom.	**Grises**	**Crom.**	**Grises**
Operador único	0.20	0.20	0.24	0.25
Dentro del laboratorio	0.20	0.19	0.31	0.34
Entre laboratorio	0.10	0.17	0.38	0.54

FUENTE: Adaptado de AATCC 8 Crockmeter (1998).

De acuerdo a la tabla de componentes de variación la evaluación de solidez al frote en ambas condiciones con su respectiva preparación para cada muestra y de esta manera finalmente evaluar bajo la escala de grises de 1 a 5.

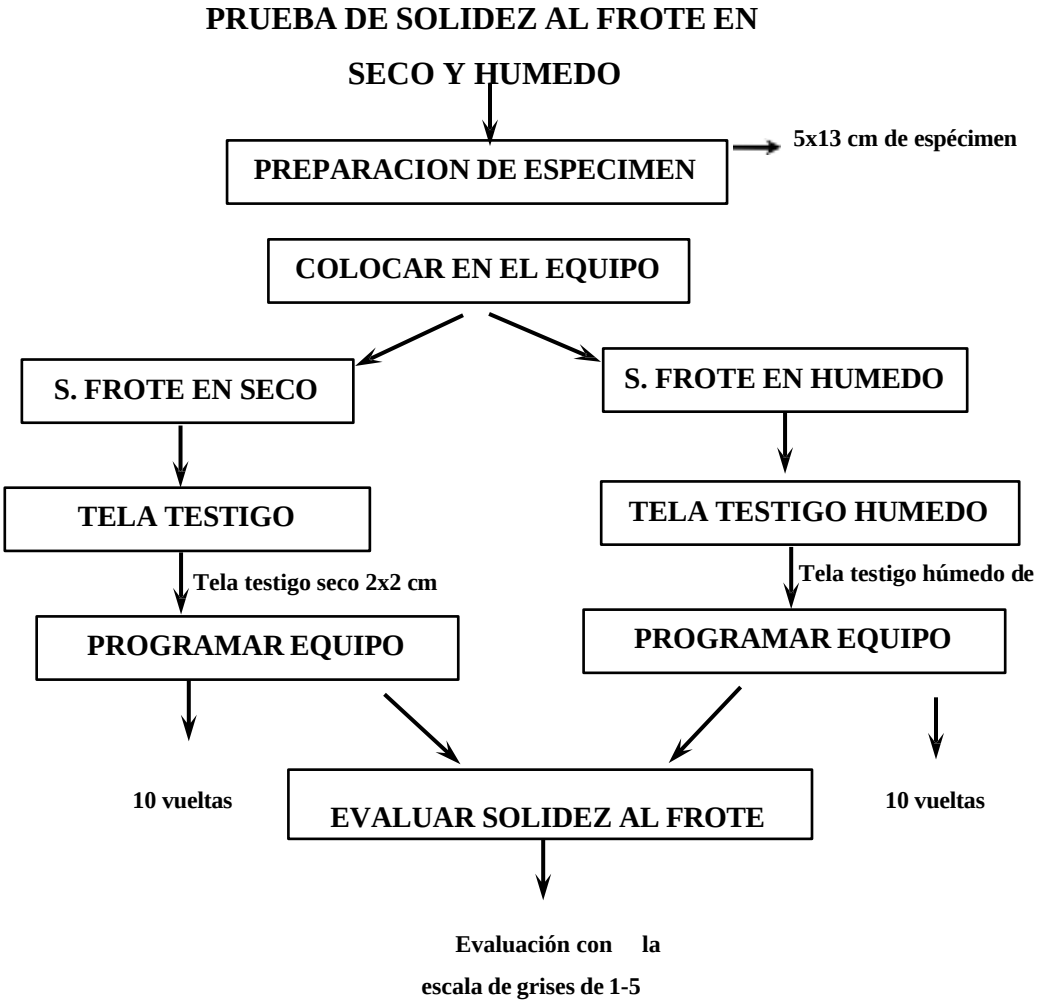


Figura 21: Diagrama de Flujo del proceso de la prueba de solidez al frote en seco y húmedo.

FUENTE: Elaboración propia.

Procedimiento de la solidez al frote.

a. Preparación del espécimen

Se prepara el espécimen de acuerdo a la norma donde indica que para a prueba de solidez al frote es de 5x13 cm, cabe recalcar que puede ser un tamaño mayor a lo establecido, lo que no se acepta el que sea menos el tamaño del espécimen, así mismo el espécimen es en hilado lo que nos indica es que podamos envolver apretado sin que se separe en a la porta muestra.

b. Colocar en el equipo

Colocar en el equipo el espécimen con dirección a lo largo de la frotación, así mismo se coloca la tela de testigo de color blanco de 2x2cm en el dedo de la manivela asegurando el conjunto con una pinza metálica espiral especial. Este dispositivo garantiza la inmovilidad del tejido testigo en su posición original, contrarrestando las fuerzas mecánicas del ensayo posteriormente se baja el dedo de la manivela.

c. Tela testigo

Previamente de poner la tela testigo en el dedo de la manivela se fija la prueba de solidez de frote en seco o en húmedo el cual tiene una diferencia, tenemos lo siguiente:

- Prueba de solidez en seco, para esta experimentación se retira cuidadosamente la tela testigo sin mancharlo y se coloca en el equipo.
- Prueba de solidez en húmedo, en esta prueba como propiamente lo dice su nombre se prepara cada prueba en una luna de reloj con dos gotas de agua destilada, esto empapa completamente la tela testigo, el porcentaje de absorción es de 65 +- 5% y se procede a pasar sobre un papel secante, se retira cuidadosamente sin mancharlo y se procede a colocar en el dedo de la manivela.

d. Programar el equipo

El equipo se programa para ejecutar 10 revoluciones completas a una velocidad constante de una vuelta por segundo, lo que genera un movimiento reciprocante de 10 desplazamientos hacia adelante y 10 hacia atrás. Esta configuración asegura que el brazo móvil realice un total de 20 fricciones lineales alternas sobre la superficie del espécimen.

e. Evaluación con la escala de grises

Previo a la cuantificación, el tejido testigo se cepilla suavemente para remover cualquier remanente de pelusa o fibra suelta que pudiese distorsionar la lectura óptica. Posteriormente, se determina la magnitud del colorante transferido desde el espécimen hacia el sustrato de referencia mediante el uso de la Escala de grises de transferencia cromática. Durante este proceso de evaluación visual, se disponen tres capas de tela testigo idéntica detrás de la muestra analizada para estandarizar el fondo, registrando y tabulando por separado los índices de solidez obtenidos en las condiciones de frote en seco y en húmedo.

- **Solidez a la luz**

Según (AATCC 16 Luz, 1998) Este método de ensayo establece los principios fundamentales y los protocolos operativos estandarizados para la determinación de la solidez del color de los materiales textiles frente a la degradación por acción de la luz. Las metodologías experimentales descritas poseen un alcance universal, siendo aplicables a matrices textiles de diversa naturaleza polimérica, así como a los diferentes colorantes, acabados y tratamientos químicos incorporados al sustrato.

Principios

Los especímenes textiles y los respectivos estándares de referencia se irradian de manera simultánea ante una fuente lumínica bajo condiciones ambientales estrictamente controladas. La solidez del color a la luz se determina mediante la cuantificación del cambio cromático entre la zona expuesta del espécimen y su contraparte enmascarada (control), o en su defecto, respecto al material original sin irradiar; dicha evaluación se efectúa a través de la escala de grises de cambio de color de la AATCC o mediante colorimetría instrumental. Finalmente, el índice de solidez lumínica se dictamina por comparación directa con una serie homóloga de Patrones de Lana Azul de la AATCC (Blue Wool Standards o patrones de lana azul) expuestos en el mismo ciclo operacional.

Terminología

Para los fines metodológicos de este estudio, se adoptan las definiciones normativas de la AATCC respecto al ensayo de solidez lumínica. Los Patrones de Lana Azul

constituyen los sustratos textiles de referencia para calibrar los tiempos de irradiación. La dosis de exposición se cuantifica a través de la Unidad de Decoloración AATCC (AFU), donde 1 AFU se define matemáticamente como la vigésima parte de la energía necesaria para generar una alteración visual idéntica al paso 4 de la escala de grises, o un diferencial físico de $\Delta E^* = 1.7+- 0.3$ unidades en el espacio cromático CIELAB utilizando el estándar L4. Durante este proceso, las condiciones cinéticas y térmicas ambientales dentro de la cámara se monitorean mediante un termómetro de panel negro, el cual simula la absorción de energía radiante del espécimen, garantizando la reproducibilidad en la determinación efectiva.

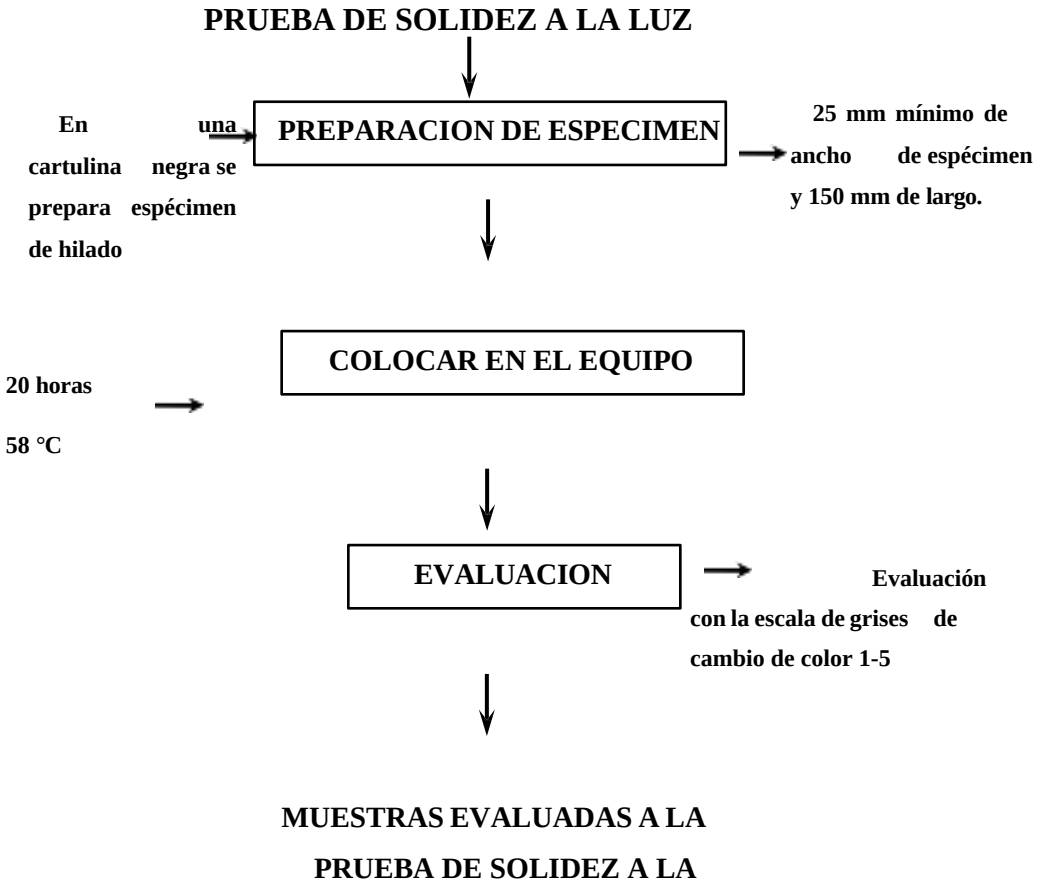


Figura 22: Diagrama de Flujo del proceso de la prueba de solidez al frote a la luz. FUENTE: Elaboración propia.

Procedimiento de la prueba de solidez a la luz:

a. Preparación del espécimen

Se prepara el espécimen de acuerdo a la norma donde indica que para a esta prueba en específico el hilado debe cubrir un área mínima de un grosor de 25 mm y 150 mm de largo, esto se enrolla en un bastidor de cartulina negra, se enrolla de manera apretada en el marco y para ello se hace otro batidor para sus comparaciones que debe contener la misma cantidad de hebras.

b. Colocar en el equipo

La muestra se coloca de forma cuidadosa y que este expuesto a la radiación, se procede a programar el equipo con 20 horas de exposición con 58°C y los parámetros que viene en la maquina se encienden automáticamente al momento de prender el equipo.

c. Evaluación

Al finalizar el tiempo se deja pasar 30 minutos con la finalidad de evitar un riesgo a largo plazo, porque el equipo emite radiaciones, al retirar se procede la evaluación de acuerdo con la norma comparando con el espécimen que no fue expuesta.

3.11. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.11.1. Diseño experimental

Para el desarrollo del diseño experimental aplicada a este trabajo de investigación es el diseño experimental puro específicamente el diseño experimental completo factorial 2^k, según Gutiérrez y De la Vara (2015), el diseño factorial general 2^k, contempla la evaluación de k factores independientes distribuidos en dos niveles operativos cada uno, lo que consolida una estructura de2^ktratamientos o puntos de diseño únicos se duplica a bloques de cuatro signos, continuando bajo esta progresión geométrica hasta la k-ésima columna.

- La prueba de Kruskall Wallis

Según Richardson (2018), la prueba de Kruskal-Wallis es una prueba no paramétrica para hacer una comparación de tres o más grupos independientes. Convierte todas las observaciones en rangos y compara esos rangos entre grupos en lugar de trabajar con valores brutos, es alternativa cuando los datos no cumplen con una distribución normal y homogeneidad de varianzas, a continuación, se muestra la fórmula:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^{k} \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Dado que la presente investigación adopta un diseño experimental factorial general 2^k, para evaluar la eficiencia del teñido natural con material vegetal de misiko (*Bidens andicola*) sobre la solidez del color en hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*), se aplicó este modelo estadístico en función de los factores y niveles de la variable independiente y habiendo demostrado que los datos recopilados en esta investigación no cumplen con normalidad y homogeneidad de varianza, por este motivo se utilizó la prueba de Kruskal Wallis, una prueba no paramétrica alternativa al ANOVA con el propósito de determinar el efecto de las dimensiones planteadas, se seleccionó un diseño factorial completo 2^4,. La combinación de estos cuatro factores en dos niveles operativos genera un espacio de 16 tratamientos base; al incorporar 4 réplicas experimentales, se consolida un gran total de 64 corridas analíticas por cada prueba de solidez, cuya distribución matricial se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11: ***Tamaño de Muestra.***

Pruebas de solidez del color	**Nº de tratamientos**	**Nº de repeticiones**	**Total**
Solidez al lavado	16	4	64
Solidez al frote en seco	16	4	64
Solidez al frote en húmedo	16	4	64
Solidez a la luz	16	4	64
TOTAL			**256**

FUENTE: Elaboración propia.

3.11.2. Variable del teñido de lana de ovino criollo

- **Variable de entrada: Teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*)**

Tabla 12: ***Dimensiones de teñido.***

DIMENSIONES		Nivel inferior (-1)	Nivel superior (+1)
Factor A	Relación planta/sustrato	1/5 Kg/L	2/5 Kg/L
Factor B	C. de mordiente	3g/L	5 g/L
Factor C	Temperatura de teñido	85 ºC	95ºC
Factor D	Tiempo de teñido	45 min	55 min

FUENTE: Elaboración propia

- **Variable respuesta: Solidez del color**

Tabla 13: ***Dimensiones de teñido natural.***

DIMENSIONES	MEDICIÓN
Solidez del color al lavado. Solidez del color al frote en seco y húmedo.	Nivel de solidez determinado por transferencia de color
Solidez del color a la luz	Nivel de solidez determinado por cambio de color.

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 14: ***Matriz del diseño con los experimentos conformados.***

TRATAMIENTOS	CONVINACIONES	Factores codificados			
		Relación planta/sustrato	**Concentración de Mordiente**	**Temperatura de teñido**	**Tiempo de teñido**
		A	**B**	**C**	**D**
1	*(1)*	2/5	3	85	45
2	a	1/5	3	85	45
3	b	2/5	3	85	45
4	ab	1/5	3	85	45
5	c	2/5	5	95	45
6	ac	1/5	5	95	45
7	bc	2/5	5	95	45
8	abc	1/5	5	95	45
9	d	2/5	3	85	55
10	ad	1/5	3	85	55
11	bd	2/5	3	85	55
12	abd	1/5	3	85	55
13	cd	2/5	5	95	55
14	acd	1/5	5	95	55
15	bcd	2/5	5	95	55
16	abcd	1/5	5	95	55

FUENTE: Elaboración propia.

3.11.3. Análisis estadístico de los datos

Bajo el marco de este proyecto de investigación para el procesamiento estadísticos se obtienen de los datos cuantitativos de la escala de grises según norma AATCC, según Gutiérrez y De la Vara, 2015) recomienda utilizar el software estadístico MINITAB y SPSS, en este software se realiza contrastes, efectos, suma de cuadrados y las pruebas de normalidad, igualdad de varianzas y el test de independencia, con un nivel de significancia 5%, con un intervalo de confianza de 95 %, al ser una investigación cuantitativa, pero al no cumplir con los requisitos anteriormente mencionados, se justifica con razón para utilizar la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis en la toma de decisiones de la hipótesis y esta manera sustentar y justificar las conclusiones.

Planteamiento de la hipótesis

- **Hipótesis nula (H_0):** No existe diferencias entre las medias de los diferentes grupos: $\mu 1=\mu 2...=\mu k=\mu$ Uu
- **Hipótesis alterna (H_1):** Si hay diferencias en algunas medias entre los diferentes grupos.

Nivel de significancia (α): 5 %.

Prueba estadística: para la normalidad, homogeneidad de varianza y test de independencia se tomó la prueba de análisis de la Varianza, pero al descubrir que los datos no cumplen con estos requisitos, y para tener una conclusión clara y coherente se optó por la prueba estadística decisiva la prueba de Kruskall Wallis.

Regla de decisión

A un nivel de significación del 5 % valor $p < 0.05$, entonces se desestima la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. RESULTADO PARA EL OBJETIVO GENERAL

Para garantizar la validez de la presente investigación, se verificaron inicialmente los supuestos fundamentales: la normalidad de los residuos y la homogeneidad de varianzas (homocedasticidad), sin embargo, debido a que residuos del modelo de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de Levene de valor $p>0.05$ no cumplieron con estos requisitos fundamentales, se tomó como prueba estadística decisiva la prueba de Kruskal Wallis prueba no paramétrica. En las secciones subsecuentes, se presentan los datos cuantitativos obtenidos mediante los ensayos estandarizados de solidez del color al lavado, solidez al frote (en condiciones tanto secas como húmedas) y solidez a la luz. Estos resultados reflejan el comportamiento cinético y la estabilidad del pigmento vegetal frente a los 16 tratamientos experimentales por cada prueba de solidez, donde interactúan de forma simultánea los cuatro factores principales del proceso: la relación planta/sustrato (Factor A), concentración de mordiente (Factor B), temperatura (Factor C) y el tiempo (Factor D), teniendo las siguientes combinaciones:

Factor A = A1: 2/5 y A2: 1/5

Factor B = B1: 3% y B2: 5%

Factor C = C1: 85 °C y C2: 95°C

Factor D = D1: 45 min y D2: 55 min

a. Demostración de la hipótesis

- **Hipótesis general**

El teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) influye significativamente en la solidez del color en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*), Puno 2024.

- **H_0**: El teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) no influye en la efectividad de la solidez al color en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*), Puno 2024.
- **H_1**: El teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) si influye en la efectividad de la solidez al color en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*), Puno 2024.
- **Nivel de significancia (α):** 5%.
- **Prueba estadística:** prueba de Kruskal Wallis.

b. Supuestos análisis de varianza

- **Prueba de Normalidad**

Para los supuestos de normalidad en los residuos, se aplicaron los criterios de Shapiro-Wilk y con 5% de significancia. Considerando que el tamaño muestral de la investigación es de 16 unidades experimentales ($N < 50$), se optó por determinar la bondad de ajuste mediante la prueba de Shapiro-Wilk, estableciendo que un valor de $p \geq 0.05$ valida la distribución normal de los datos recopilados.

Hipótesis de normalidad

H_0: Los datos recolectados presentan una distribución normal ($p > 0.05$).

H_1: Los datos recolectados no presentan una distribución normal ($p < 0.05$).

Tabla 15: ***Prueba de normalidad entre factores.***

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1= (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,303	12	0,003	0,847	12	0,034
T2= (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,325	12	0,001	0,641	12	0,000
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,360	12	0,000	0,674	12	0,000
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,252	12	0,034	0,740	12	0,002
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	0,325	12	0,001	0,641	12	0,000
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	0,305	12	0,003	0,675	12	0,000
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,380	12	0,000	0,618	12	0,000
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,280	12	0,010	0,814	12	0,014
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	0,392	12	0,000	0,601	12	0,000
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC,55”)	0,250	12	0,037	0,879	12	0,085
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,281	12	0,010	0,728	12	0,002
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,399	12	0,000	0,668	12	0,000
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC,55”)	0,315	12	0,002	0,834	12	0,023
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC,55”)	0,322	12	0,001	0,715	12	0,001
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC,55”)	0,264	12	0,020	0,746	12	0,002
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC,55”)	0,328	12	0,001	0,706	12	0,001

FUENTE: Elaboración propia.

Con el fin de verificar la distribución de las variables de respuesta, se efectuó la prueba de normalidad a cada uno de los 16 tratamientos. Debido a que cada celda o tratamiento individual está constituido por un tamaño muestral reducido se priorizaron los estadísticos de Shapiro-Wilk bajo un nivel de significancia de α=5%, confirmando la idoneidad paramétrica en cada una de las condiciones evaluadas. En ambas pruebas, se observa que la mayoría de los tratamientos presentan valores de significancia menores a 0.05, esto evidencia que las variables no se ajustan a una distribución normal, a diferencia de otros tratamientos, el T10 mostró un valor de significancia $\geq$ 0.05 (p = 0.085), sugiriendo normalidad, mientras que todos los demás tratamientos violan el supuesto de normalidad, por tanto, se optó por utilizar las pruebas no paramétricas es adecuado y justificado en el análisis de los resultados experimentales.

- **Prueba de Igualdad de Varianzas o homogeneidad**

Para determinar la igualdad de varianzas (homocedasticidad) en las observaciones, se aplicó la prueba de Levene bajo un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Hipótesis de la prueba de igualdad de varianzas

H_0: Los niveles de los factores presentan homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).
H_1: Los niveles de los factores no presentan homogeneidad varianzas ($p < 0.05$).

Tabla 16: ***Prueba de homogeneidad de Levene.***

Ajustes	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se_basa_media	6,314	15	48	0,000
Se_basa_mediana	1,362	15	48	0,0205
Se_basa_mediana y_gl ajustado	1,362	15	21,000	0,252
Se_basa_media_recortada	4,989	15	48	0,000

FUENTE: Elaboración propia.

Para verificar la igualdad de varianzas entre tratamientos evaluados, se efectuó la prueba de Levene con diferentes ajustes (fundamentada en la media, la mediana, la media recortada y con gl ajustado). Los resultados indican que, al considerar la media y la media recortada, el valor de significancia fue $p = 0.000$, esto implica que no se cumple el supuesto igualdad de varianzas. Al utilizar la mediana, la significancia fue $p = 0.0205$, también menor a 0.05, lo que refuerza esta conclusión. Sin embargo, cuando se ajusta el grado de libertad (gl), el valor de p aumenta a 0.252, superando el umbral del 0.05, lo que podría sugerir una homogeneidad aceptable bajo condiciones más conservadoras. Sin embargo, los niveles de los factores no presentan homogeneidad varianzas, estos hallazgos estadísticos justifican la implementación de herramientas no paramétricas como la vía óptima para el procesamiento de los datos, dado que tanto la normalidad como la homogeneidad de varianzas se ven comprometidas en la mayoría de los criterios analizados.

c. Prueba estadística

- **Análisis de la varianza de la solidez al color**

Tabla 17: ***Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez al color.***

Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	1,051a	15	0,070	1,281	0,218
Intersección	3664,508	1	3664,508	67031,35	0,000
FactorA	0,060	1	0,060	1,101	0,295
FactorB	0,001	1	0,001	0,015	0,902
FactorC	0,092	1	0,092	1,681	0,197
FactorD	0,285	1	0,285	5,217	0,024
*FactorA * FactorB*	0,017	1	0,017	0,309	0,579
*FactorA * FactorC*	0,007	1	0,007	0,137	0,712
*FactorA * FactorD*	0,101	1	0,101	1,844	0,176
*FactorB * FactorC*	0,000	1	0,000	0,004	0,951
*FactorB * FactorD*	0,110	1	0,110	2,016	0,157
*FactorC * FactorD*	0,007	1	0,007	0,137	0,712
*FactorA * FactorB * FactorC*	0,163	1	0,163	2,988	0,086
*FactorA * FactorB * FactorD*	0,001	1	0,001	0,015	0,902
*FactorA * FactorC * FactorD*	0,152	1	0,152	2,778	0,097
*FactorB * FactorC * FactorD*	0,053	1	0,053	0,976	0,325
*FactorA * FactorB * FactorC * FactorD*	0,000	1	0,000	0,004	0,951
Error	9,622	176	0,055		
Total	3675,180	192			
Total, corregido	10,673	191			

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de varianza factorial con cuatro factores (Factor A, B, C y D) para evaluar su efecto y posibles interacciones sobre la variable dependiente. El modelo general no fue estadísticamente significativo ($F(15, 176) = 1.281$, $p = 0.218$)), indica que las variables

independientes no logran explicar la fracción estadísticamente significativa de los cambios en la solidez del color. Sin embargo, el Factor D ejerció un impacto estadísticamente significativo en la variable de respuesta (F (1, 176) = 5.217, p = 0.024)), lo que sugiere que este factor influye de manera individual en la variable analizada. El resto de los factores y sus interacciones no presentaron significancia estadística (p > 0.05), aunque algunas interacciones complejas, como la de Factor A x Factor B x Factor C (p = 0.086) y Factor A x Factor C x Factor D (p = 0.097), mostraron valores cercanos al umbral de significancia, lo que podría indicar posibles tendencias que ameriten una exploración más profunda en estudios posteriores.

- **Regla de decisiones de los factores**

H_0 = cuando el valor de p es > 0.05 aceptar la hipótesis nula.

H_1 = cuando el valor de p es <= 0.05 aceptar la hipótesis alterna.

- **Factor A (Relación de planta/sustrato):** el análisis arrojó un = 0.295. Al ser este resultado superior al umbral crítico de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, lo que conduce al descarte de la hipótesis alterna. Por consiguiente, se dictamina formalmente que la relación planta/sustrato no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color en el hilado de lana de ovino criollo, en la prueba de solidez al color la relación planta/sustrato no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor B (concentración de mordiente):** el análisis determinó un p valor = 0.902. Al ser este valor ampliamente superior al límite crítico de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, lo que conduce al descarte de la hipótesis alterna. Por lo tanto, se concluye formalmente que la concentración de mordiente no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color en el hilado de lana de ovino criollo, en la prueba de solidez al color la concentración de mordiente no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor C (temperatura de teñido):** el análisis reportó un valor de p = 0.197, es superior al umbral crítico de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula, lo que conduce al descarte de la hipótesis alterna. Por consiguiente, se dictamina formalmente que

la temperatura no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color en el hilado de lana de ovino criollo, evaluado en dos niveles, en la prueba de solidez al color la temperatura de teñido no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor D (tiempo de teñido):** Con un nivel de significancia del 5%, el análisis reportó un valor de p= 0.024, este valor es inferior al umbral crítico de 0.05, se dictamina al rechazo de la hipótesis nula y se halla evidencia estadística suficiente para respaldar la hipótesis alterna. Por consiguiente, se dictamina formalmente que el tiempo ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color en el hilado de lana de ovino criollo, evaluado en dos niveles, en la prueba de solidez al color el factor tiempo interfiere con sus niveles evaluados en la efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

d. Análisis de medio y significancia

Tabla 18: Estadísticas descriptivas.

Tratamientos (KgL, g/L, °C,Min)	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1 = (2/5, 3, 85, 45)	12	4.45	101.3	0.31
T2 = (1/5, 3, 85, 45)	12	4.50	98.7	0.14
T3 = (2/5, 5, 85, 45)	12	4.50	92.4	-0.26
T4 = (1/5, 5, 85, 45)	12	4.40	82.3	-0.92
T5 = (2/5, 3, 95, 45)	12	4.50	98.7	0.14
T6 = (1/5, 3, 95, 45)	12	4.45	84.7	-0.76
T7 = (2/5, 5, 95, 45)	12	4.50	106.4	0.64
T8 = (1/5, 5, 95, 45)	12	4.50	103.0	0.42
T9 = (2/5, 3, 85, 55)	12	4.50	103.8	0.47
T10 = (1/5, 3, 85, 55)	12	4.50	112.4	1.02
T11 = (2/5, 5, 85, 55)	12	4.35	77.8	-1.20
T12 = (1/5, 5, 85, 55)	12	4.50	121.0	1.58
T13 = (2/5, 3, 95, 55)	12	4.45	103.2	0.43
T14 = (1/5, 3, 95, 55)	12	4.40	91.2	-0.34
T15 = (2/5, 5, 95, 55)	12	4.45	97.0	0.03
T16 = (1/5, 5, 95, 55)	12	4.20	70.1	-1.70
General	192		96.5	-

FUENTE: Elaboración propia.

Se realizó una comparación de medianas entre los tratamientos aplicando la prueba no paramétrica basada en la clasificación de rangos y los valores Z. Los tratamientos mostraron medianas relativamente similares, oscilando entre 4.20 y 4.50, lo que sugiere una diferencia mínima a nivel descriptivo. Sin embargo, el análisis de rangos revela ciertas variaciones: el tratamiento T10 obtuvo la clasificación de media más alta (121.0),

seguido de T10 (112.4), mientras que el tratamiento T16 presentó la clasificación más baja (70.1), con un valor Z = -1.70, evidenciando una diferencia más marcada respecto al rango general (96.5).

e. Regla de decisión

Tabla 19: ***Prueba de Kruskal-Wallis.***

Método	Gl	Valor H	Valor P
No ajustado para empates	15	9.95	0.823
Ajustado para empates	15	11.59	0.710

FUENTE: Elaboración propia.

El resultado de la prueba de Kruskal-Wallis ajustada para empates arrojó un valor H = 11.59 con un valor p = 0.710 (> 0.05), entonces no se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que no hay evidencias estadísticamente significativas, especialmente considerando que los datos no se alinean con una distribución normal ni exhiben homogeneidad en sus varianzas. Se realizó una comparación de medianas entre los tratamientos aplicando la prueba no paramétrica basada en la clasificación de rangos y los valores Z. Los tratamientos mostraron medianas relativamente similares, oscilando entre 4.20 y 4.50, lo que sugiere una diferencia mínima a nivel descriptivo. El análisis de rangos indica algunas diferencias sutiles, como la clasificación más alta para el tratamiento T10 (121.0) y la más baja para T16 (70.1). Sin embargo, estas diferencias no son lo suficientemente consistentes para implicar un efecto estadísticamente significativo.

4.1.2. Resultados de la prueba de solidez al lavado

A continuación, se presentan las matrices de datos correspondientes al ensayo de la solidez al lavado, específicamente en lo referente a la transferencia de color hacia sustratos de diversa composición química, el cual conjuga sistemáticamente los efectos de los cuatro factores principales: relación planta/sustrato (Factor A), concentración de mordiente (Factor B), temperatura de teñido (Factor C) y tiempo de exposición (Factor D) teniendo las siguientes combinaciones.

Factor A = A1: 2/5 y A2: 1/5

Factor B = B1: 3g y B2: 5g

Factor C = C1: 85 °C y C2: 95°C

Factor D = D1: 45 min y D2: 55 min

Tabla 20: ***Resultados descriptivos de la solidez del color al lavado.***

Solidez del color al lavado									
Tratamientos de acuerdo al diseño experimental	Calificación aceptable					Calificación no aceptable			
	Muy Buena (5– 4/5)		Bueno (4 – 3/4)		Suficiente (3)	Regular (2- 2/3)		Escasa (1-1/2)	
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	●								
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	●								
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	●								
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	●								
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	●								
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	●								
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	●								
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	●								
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	●								
T10 = (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	●								
T11 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	●								
T12 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	●								
T13 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	●								
T14 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	●								
T15 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	●								
T16 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	●								

FUENTE: Elaboración propia

a. Demostración de la hipótesis

El teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*) tiene un efecto significativo en la solidez del color al lavado en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Planteamiento de hipótesis

Las hipótesis de la investigación se formularon en correspondencia con los factores operativos que configuran la variable independiente: teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*).

Factor Relación planta/sustrato

- **Hipótesis nula (H_0):** La relación planta/sustrato no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en el hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La relación planta/sustrato ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en el hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Factor Concentración de mordiente

- **Hipótesis nula (H_0):** La concentración de no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La concentración de mordiente ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).

Factor Temperatura de teñido

- **Hipótesis nula (H_0):** La temperatura de teñido no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La temperatura de teñido ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).

Factor Tiempo de teñido

- **Hipótesis nula (H_0):** El tiempo de teñido no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).
- **Hipótesis alterna (H_1):** El tiempo de teñido ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).

  Nivel de significancia: α =5 %.

  Prueba estadística: prueba de Kruskal Wallis.

b. Supuestos análisis de varianza

- **Prueba de Normalidad**

A fin de evaluar la normalidad se utilizó los y test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk igual o menores a 50, nivel de significancia 0.05. Con el propósito de verificar el supuesto de normalidad en las observaciones, se aplicaron los contrastes de Shapiro-Wilk, se trabajó con esta prueba porque el tamaño de la muestra por condición experimental es menor a 50 unidades ($n \leq 50$), con un nivel de significancia crítico de 5%, estableciendo que el valor de p debe ser inferior a este umbral el cual evidenciará una desviación significativa respecto a una distribución teórica normal

Hipótesis de normalidad

H_0: Los datos analizados presentan una distribución normal ($p > 0.05$).

H_1: Los datos analizados no presentan una distribución normal ($p < 0.05$).

Tabla 21: ***Prueba de normalidad entre factores.***

TRATAMIENTOS	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístic	gl	Sig.
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,307	4	0,000	0,729	4	0,024
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,307	4	0,000	0,729	4	0,024
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,307	4	0,000	0,00	4	0,000
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,307	4	0,000	0,729	4	0,024
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	0,307	4	0,000	0,729	4	0,024
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	0,441	4	0,000	0,630	4	0,001
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,441	4	0,000	0,630	4	0,001
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,307	4	0,000	0,729	4	0,024
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	0,441	4	0,000	0,630	4	0,001
T10 = (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	0,441	4	0,000	0,630	4	0,001
T11 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,441	4	0,000	0,630	4	0,001
T12 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,000	4	0,000	0,000	4	0,000
T13 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	0,441	4	0,000	0,630	4	0,001
T14 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	0,000	4	0,000	0,000	4	0,000
T15 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	0,307	4	0,000	0,729	4	0,024
T16 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	0,307	4	0,000	0,729	4	0,024

FUENTE: Elaboración propia.

Al evaluar las interacciones o efectos combinados de los distintos factores dentro de la prueba de lavado, se observó que la interacción entre los cuatro elementos experimentales no generó cambios significativos en el resultado final, a pesar de algunas variaciones visuales en los gráficos. Por ejemplo, aunque ciertos niveles de los factores mostraron ligeras diferencias en las medias estimadas como el aumento en los valores de A1 al cambiar de 45 a 55 minutos de tratamiento, estos contrastes no resultaron estadísticamente relevantes, manteniéndose por encima del umbral crítico de significancia. Además, al verificar la distribución de los datos, se detectó una clara desviación respecto al comportamiento esperado en todos los tratamientos, los datos analizados no presentan una distribución normal**.** Este hallazgo implica que, para futuras comparaciones o contrastes, será más adecuado emplear enfoques que no dependan de supuestos estrictos sobre la forma de los datos.

- **Prueba de Igualdad de Varianzas o homogeneidad**

  Con el propósito de evaluar el supuesto de homogeneidad de varianzas en las observaciones, se ejecutó la prueba de Levene bajo un nivel de significancia del 5%.

Hipótesis para la prueba de igualdad de varianzas

H_0: Los niveles de los factores muestran homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

H_1: Los niveles de los factores no muestran homogeneidad varianzas ($p < 0.05$).

Tabla 22: ***Evaluación de la homogeneidad de Levene.***

Ajustes	**Estadístico de Levene**	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Basado en la media	0,162	15	368	1,000
Basado en la mediana	0,053	15	368	1,000
Basado en la mediana y con gl ajustado	0,053	15	356,180	1,000
Basado en la media recortada	0,064	15	368	1,000

FUENTE: Elaboración propia.

Antes de asumir la validez de los resultados, se revisó la consistencia de las fluctuaciones entre los grupos de tratamiento. En esta evaluación, se aplicó una prueba que permite evaluar si las diferencias internas en cada grupo son comparables entre sí, sin importar la medida central utilizada como referencia. Sorprendentemente, todas las variantes del procedimiento ya sea que se basaran en promedios, medianas o incluso versiones ajustadas arrojaron un mismo resultado no se hallaron diferencias notables entre las dispersiones de los grupos. El valor que mide esta homogeneidad fue muy cercano a uno, indicando que las variaciones dentro de cada conjunto fueron prácticamente iguales, los niveles de los factores no muestran homogeneidad varianzas. Esto brinda respaldo al hecho de que los resultados obtenidos no se vieron distorsionados por irregularidades en la dispersión de los datos.

c. Prueba estadística

- **Análisis de la varianza de la solidez del color al lavado**

Tabla 23: ***Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez al color.***

Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	0,164[a]	15	0,011	0,031	1,000
Intersección	7659,440	1	7659,440	22038,82	0,000
FactorA	0,003	1	0,003	0,007	0,931
FactorB	0,000	1	0,000	0,000	1,000
FactorC	0,010	1	0,010	0,030	0,863
FactorD	0,003	1	0,003	0,007	0,931
*FactorA*FactorB*	0,000	1	0,000	0,000	1,000
*FactorA*FactorC*	0,000	1	0,000	0,000	1,000
*FactorA*FactorD*	0,003	1	0,003	0,007	0,931
*FactorB*FactorC*	0,023	1	0,023	0,067	0,795
*FactorB*FactorD*	0,010	1	0,010	0,030	0,863
*FactorC*FactorD*	0,010	1	0,010	0,030	0,863
*FactorA*FactorB*FactorC*	0,023	1	0,023	0,067	0,795
*FactorA*FactorB*FactorD*	0,042	1	0,042	0,120	0,729
*FactorA*FactorC*FactorD*	0,010	1	0,010	0,030	0,863
*FactorB*FactorC*FactorD*	0,003	1	0,003	0,007	0,931
*FactorA*FactorB*FactorC*FactorD*	0,023	1	0,023	0,067	0,795
Error	127,896	368	0,348		
Total	7787,500	384			
Total, corregido	128,060	383			

FUENTE: Elaboración propia.

En el modelo corregido se muestra que el valor de es F (0.031) los que indica que ha una interacción mínima por partes de los cuatro factores y Sig. de 1 lo que indica que no hay evidencia de que el modelo general explique significativamente la variación de los datos y la suma de cuadrados nos da un resultado de 127.896 con 368 grados de libertad donde gran parte de la variabilidad no es explicada por los factores del modelo que no poseen una intención en conjunto, lo que nos da a conocer que ninguno de los factores individuales) tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la variable dependiente. En todas las pruebas los valores de p son mucho mayores que 0.05, lo que implica la ausencia de evidencia y respaldamos la hipótesis nula (es decir, que los factores no influyen en el resultado), para hallar la efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*) fue experimentado a cuatro factores de las cuales ninguno influye en el teñido debido a que el colorante independientemente a lo que sea sometido tiene una alta efectividad en el teñido de lana de ovino criollo.

- **Regla de decisiones de los factores**

H_0 = cuando el valor de p es > 0.05 aceptamos la hipótesis nula.

H_1 = cuando el valor de p es <= 0.05 aceptamos la hipótesis alterna.

- **Factor A (Relación de planta/sustrato):** Evaluado con un nivel de significancia del 5% (α= 0.05), el análisis reportó un valor p = 0.931. Al ser este valor de probabilidad notablemente superior al umbral crítico, no se rechaza la hipótesis nula (se retiene H_0) y se rechaza la hipótesis alterna. Por consiguiente, se dictamina formalmente que la relación planta/sustrato no ejerce efecto estadísticamente significativo sobre la resistencia del color al lavado en el hilado de lana de ovino criollo, consolidándose como un parámetro operativo redundante dentro del rango estudiado, en la prueba de solidez al color al lavado, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor B (concentración de mordiente):** El contraste estadístico arrojó un valor de p = 1.000, superando de forma absoluta el umbral crítico de 0.05. Esta condición matemática determina la retención de la hipótesis nula y el descarte de la hipótesis alterna, confirmando la total ausencia de efectos significativos por parte de la concentración de mordiente en la solidez cromática frente al lavado. Este resultado revela que los pigmento del Misiko (Bidens andícola) sobre la lana de ovino criollo alcanzan su estabilidad óptima de manera uniforme, independientemente de la

cantidad de mordiente incorporada al teñido, en la prueba de solidez al color al lavado la concentración de mordiente no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (Bidens andícola) en el hilado de lana de ovino criollo (Ovis aries).

- **Factor C (temperatura de teñido):** El contraste estadístico para el factor temperatura arrojó un valor de $p = 0.863$, el cual excede el nivel de significancia de 0.05. Esta condición matemática conduce directamente a la retención de la hipótesis nula y al rechazo de la hipótesis alterna, declarando la ausencia de efectos significativos de la temperatura de teñido sobre la solidez cromática frente al lavado, en la prueba de solidez del color al lavado, la temperatura no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).
- **Factor D (tiempo de teñido):** Evaluado bajo un nivel de significancia del 5%, el análisis reportó un valor de $p = 0.931$. Al ser este valor de probabilidad notablemente superior al umbral crítico ($p > 0.05$), no se rechaza la hipótesis nula y se desestima la hipótesis alterna. Por consiguiente, se dictamina formalmente que el factor D no ejerce ningún efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color al lavado en el hilado de lana de ovino criollo, lo que demuestra que prolongar o reducir la duración del proceso dentro de los límites evaluados no altera la estabilidad de la tintura, en la prueba de solidez al color al lavado el tiempo de teñido no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

d. Análisis de medio y significancia

Tabla 24: ***Estadísticas descriptivas.***

Tratamientos	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.45	29.5	-0.33
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.45	29.5	-0.33
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.50	45.5	1.44
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.45	29.5	-0.33
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.45	29.5	-0.33
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	37.5	0.55
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	37.5	0.55
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.45	29.5	-0.33
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.50	37.5	0.55
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC,55”)	4	4.50	37.5	0.55
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.50	37.5	0.55
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.50	45.5	1.44
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC,55”)	4	4.40	21.5	-1.22
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC,55”)	4	4.40	13.5	-2.11
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC,55”)	4	4.45	29.5	-0.33
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC,55”)	4	4.45	29.5	-0.33
General	64		32.5	_

FUENTE: Elaboración propia.

Al profundizar en la comparación de los tratamientos, se recurrió a un enfoque alternativo que no requiere suposiciones estrictas sobre la forma de los datos, empleando rangos en lugar de promedios para establecer las diferencias entre grupos. Los valores obtenidos mostraron que la mayoría de combinaciones experimentales compartieron medianas similares, situándose en 4.45 o 4.50, esto indica una relativa estabilidad en la variable

medida. Sin embargo, ciertas condiciones específicas reflejaron ligeras desviaciones, las configuraciones T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55 min.) y T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55 min.) exhibieron valores Z más extremos (−2.11 y −1.22, respectivamente), lo que sugiere una ligera tendencia a alejarse del comportamiento común del resto. No obstante, esta dispersión no fue lo suficientemente marcada como para generar una diferencia estadísticamente concluyente, lo que respalda la idea de que, en términos generales, los tratamientos evaluados ofrecen respuestas consistentes.

e. Regla de decisión

Tabla 25: ***Prueba de Kruskal-Wallis.***

Método	Gl	Valor H	Valor P
No ajustado para empates	15	11.63	0.707
Ajustado para empates	15	16.07	0.377

FUENTE: Elaboración propia.

De los datos obtenidos a través de la evaluación no paramétrico, se procedió a contrastar la hipótesis nula que plantea la inexistencia de diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Los resultados, expresados a través del valor H (16.07) y su correspondiente probabilidad asociada (p = 0.377) ya ajustados para los empates presentes en los datos, debido a que no se obtuvo una significancia estadística menor al umbral fijado de 5%. Entonces, se tomó la decisión de no rechazar la hipótesis nula, concluyendo que los tratamientos comparados no produjeron efectos significativamente diferentes sobre la variable evaluada. Esta decisión se ve reforzada por el comportamiento homogéneo de las medianas y rangos clasificados, así como por la ausencia de diferencias sustanciales detectadas en otras pruebas de soporte como Levene y Shapiro-Wilk.

f. Diferencias estadísticas entre los tratamientos para la solidez al lavado

Con el propósito de identificar los contrastes específicos entre las medias de los tratamientos que resultaron significativos, Para precisar los subgrupos con diferencias estadísticamente significativas, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significación del 5%. Este procedimiento estadístico permite agrupar los niveles operacionales por similitud, aislando aquellas condiciones óptimas que maximizan la solidez del color al

lavado.

Tabla 26: ***Estadísticas descriptivas.***

Tratamientos	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45 min)	4	4.45	29.5	-0.33
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45 min.)	4	4.45	29.5	-0.33
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45 min.)	4	4.50	45.5	1.44
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45 min.)	4	4.45	29.5	-0.33
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45 min.)	4	4.45	29.5	-0.33
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45 min.)	4	4.50	37.5	0.55
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45 min.)	4	4.50	37.5	0.55
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45 min.)	4	4.45	29.5	-0.33
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55 min.)	4	4.50	37.5	0.55
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC,55 min.)	4	4.50	37.5	0.55
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55 min.)	4	4.50	37.5	0.55
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55 min.)	4	4.50	45.5	1.44
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC,55 min.)	4	4.40	21.5	-1.22
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC,55 min.)	4	4.40	13.5	-2.11
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC,55 min.)	4	4.45	29.5	-0.33
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC,55 min.)	4	4.45	29.5	-0.33
General	64		32.5	

FUENTE: Elaboración propia.

En la Tabla 27, De acuerdo con la prueba de Tukey (95% de confianza) aplicada a los resultados de transferencia de color (escala de grises AATCC), se determinó una diferencia estadística significativa en el tratamiento T3, T6 T7, T9, T10, T11, T12, presentaron los resultados más favorables en la escala de grises AATCC con un promedio de 4.5, situado en la categoría (AD), confirma una solidez al lavado altamente eficiente respecto a la transferencia de color. Asimismo, la prueba de Tukey permitió identificar que los tratamientos exhibieron buenos resultados, logrando puntuaciones que denotan

una adecuada solidez de color en la misma escala. T1, T2, T4, T5, T8, T15 y T16 tienen un resultado de 4.45, el cual tiene una ponderación de A, con una buena solidez al lavado, así mismo con una ponderación no lejana están T13 y T14 con un promedio de 4.40, con una buena solidez al lavado, lograron una valoración de aceptable en la escala de grises. Esto evidencia que los factores de teñido no afectan significativamente la solidez del color al lavado en el teñido de hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*) con Misiko (*Bidens andícola*), independientemente a los niveles y factores estudiados el colorante de Misiko (*Bidens andícola*) muestra una alta efectividad de teñido en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

4.1.3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE

Las tablas siguientes recopilan los datos experimentales obtenidos en las pruebas de solidez al frote con la tela de testigo, en un estado seco y húmedo sobre el sustrato teñido en los diferentes tratamientos en el cual se combinan los cuatro fatores estas son la relación planta / sustrato, concentración de mordiente, temperatura y el tiempo teniendo las siguientes conjugaciones.

Factor A = A1: 2/5 y A2: 1/5
Factor B = B1: 3% y B2: 5%
Factor C = C1: 85 °C y C2: 95°C
Factor D = D1: 45 min y D2: 55 min

Tabla 27: ***Análisis descriptivos de la solidez al frote en seco y húmedo.***

Solidez del color al frote					
	Calificación aceptable			Calificación no aceptable	
Tratamientos de acuerdo al diseño experimental	Muy Buena (5-4/5)	Bueno (4-3/4)	Suficiente (3)	Regular (2-2/3)	Escasa (1- 1/2)
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)		●			
T.2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)		●			
T.3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)		●			
T.4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)		●			
T.5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)		●			
T.6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)		●			
T.7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)		●			
T.8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)		●			
T.9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)		●			
T.10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)		●			
T.11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)		●			
T.12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)		●			
T.13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)		●			
T.14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)		●			
T.15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)		●			
T.16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)		●			

FUENTE: Elaboración propia.

a. Demostración de la hipótesis

El teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*) tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Planteamiento de hipótesis

Planteamiento de las hipótesis específicas según las dimensiones de la variable independiente: teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*).

Factor Relación planta/sustrato

- **Hipótesis nula (H_0):** El factor relación planta/sustrato no tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La relación planta/sustrato tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Factor Concentración de mordiente

- **Hipótesis nula (H_0):** el factor concentración de mordiente no tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La concentración de mordiente tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).

Factor Temperatura de teñido

- **Hipótesis nula (H_0):** La temperatura de teñido no tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La temperatura de teñido tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).

Factor Tiempo de teñido

- **Hipótesis nula (H_0):** El tiempo de teñido no tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).
- **Hipótesis alterna (H_1):** El tiempo de teñido tiene un efecto significativo en la solidez del color al frote en hilado artesanal de ovino criollo (ovis aries).

Nivel de significancia: 5 %

Prueba estadística: prueba de Kruskal Wallis.

b. Supuestos análisis de varianza

- **Prueba de Normalidad**

El análisis de normalidad de las variables se realizó mediante los ensayos de Shapiro - Wilk, empleando este último para submuestras no mayores a 50 observaciones.

Hipótesis de normalidad

H_0: Los datos analizados muestran una distribución normal ($p > 0.05$).

H_1: Los datos analizados no muestran una distribución normal ($p < 0.05$).

Tabla 28: ***Prueba de normalidad entre factores.***

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,293	4	0.000	0,860	4	0,262
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	0,307	4	0.000	0,729	4	0,024
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,293	4	0.000	0,860	4	0,262
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	0,307	4	0.000	0,729	4	0,024
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	0,298	4	0.000	0,926	4	0,572
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	0,293	4	0.000	0,860	4	0,262
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	0,441	4	0.000	0,630	4	0,001
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	0,000	4	0.000	0,000	4	0,00

FUENTE: Elaboración propia.

Al examinar el patrón de comportamiento de los datos bajo cada combinación experimental, se aplicaron dos pruebas de verificación de forma: una que mide desviaciones a partir de distribuciones acumuladas y otra que evalúa la simetría interna de los valores. En ambos casos, así mismo, se observa una clara variabilidad entre los tratamientos analizados, mostrando una tendencia a la dispersión en los valores de las variables evaluadas de lo que se consideraría un patrón clásico o equilibrado. Esto se reflejó en valores de significancia menores al umbral critico aceptable de 0.05 en casi todos los grupos. Esta conclusión se mantuvo constante incluso en tratamientos con ligeras variaciones en los indicadores, como en el caso de T13 mostró una mayor aproximación a la normalidad (p = 0.572), no fue suficiente para alterar la decisión global. En consecuencia, los datos analizados no muestran una distribución normal.

- **Prueba de Igualdad de Varianzas o homogeneidad**

  Con el propósito de evaluar la homogeneidad de las varianzas, se aplicó la prueba de Levene a los datos recopilados.

Hipótesis de la prueba de igualdad de varianzas

H_0: Los niveles de los factores ejercen una homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).
H_1: Los niveles de los factores no ejercen una homogeneidad varianzas ($p < 0.05$).

Tabla 29: ***Prueba de homogeneidad de Levene.***

Ajustes	**Estadístico de Levene**	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Basada en la media	1,950	15	48	0,041
Basada en la mediana	0,682	15	48	0,789
Basada en la mediana y con gl ajustado	0,682	15	26,192	0,779
Basada en la media recortada	1,662	15	48	0,092

FUENTE: Elaboración propia.

Como parte del análisis de supuestos estadísticos, se exploró la consistencia de la variabilidad de los datos entre los distintos grupos experimentales. Al aplicar diferentes criterios de estimación (media, mediana, media recortada), se observaron resultados

mixtos. El enfoque basado en la media reveló un valor significativo (p = 0.041), lo cual sugiere que existe una diferencia en la variabilidad de al menos uno de los tratamientos. No obstante, cuando se recurrió a métodos más robustos frente a valores extremos, como la mediana o la media recortada, los resultados cambiaron considerablemente, mostrando valores no significativos (p > 0.05). Esto sugiere que, si bien algunas discrepancias puntuales podrían estar presentes. Los niveles de los factores no ejercen una homogeneidad varianzas. Por tanto, estos hallazgos refuerzan la decisión metodológica de aplicar pruebas no paramétricas.

c. Prueba estadística

- **Análisis de la varianza de la solidez al frote**

Tabla 30: ***Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez del color al frote.***

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,456a	15	0,030	0,709	0,763
Intersección	1113,056	1	1113,056	25966,8	0,000
FactorA	0,008	1	0,008	0,179	0,674
FactorB	0,013	1	0,013	0,295	0,589
FactorC	0,150	1	0,150	3,503	0,050
FactorD	0,069	1	0,069	1,608	0,211
FactorA * FactorB	0,008	1	0,008	0,179	0,674
FactorA * FactorC	0,026	1	0,026	0,616	0,436
FactorA * FactorD	0,019	1	0,019	0,441	0,510
FactorB * FactorC	0,019	1	0,019	0,441	0,510
FactorB * FactorD	0,045	1	0,045	1,053	0,310
FactorC * FactorD	0,008	1	0,008	0,179	0,674
FactorA*FactorB * FactorC	0,004	1	0,004	0,091	0,764
FactorA*FactorB * FactorD	0,001	1	0,001	0,033	0,857
FactorA*FactorC * FactorD	0,083	1	0,083	1,928	0,171
FactorB*FactorC * FactorD	0,004	1	0,004	0,091	0,764
FactorA*FactorB *FactorC* FactorD	0,000	1	0,000	0,004	0,952
Error	2,058	48	0,043		
Total	1115,570	64			
Total, corregido	2,514	63			

FUENTE: Elaboración propia.

Al evaluar la interacción conjunta de los factores experimentales mediante un modelo factorial completo, se identificó que la combinación de los cuatro elementos evaluados (Factor A, Factor B, Factor C y Factor D) no generó efectos estadísticamente relevantes sobre la variable dependiente, como lo refleja el valor de significancia asociado a la interacción cuádruple (p = 0.952), muy por encima del umbral convencional de 0.05. De igual manera, tanto los factores individuales como sus combinaciones dobles y triples tampoco mostraron efectos significativos, indicando que, bajo las condiciones del experimento, las variaciones entre tratamientos no influyeron de manera contundente en la respuesta medida. Aunque uno de los factores (Factor C) se aproximó al nivel de significancia con p = 0.067, no alcanzó un nivel crítico para ser considerado determinante. Esta tendencia general refuerza la solidez de la hipótesis nula y sugiere una estabilidad en la variable bajo estudio frente a las condiciones ensayadas.

- **Regla de decisiones de los factores**

H0: cuando el valor de p es > 0.05 se retiene la hipótesis nula.

H1: cuando el valor de p es <= 0.05 se retiene la hipótesis alterna.

- **Factor A (Relación de planta/sustrato):** El análisis estadístico arrojó un *p*-valor de 0.674. Al ser superior al nivel de significancia establecido, se aceptó la hipótesis nula. Esto demuestra que la proporción entre la planta/sustrato no influye de manera significativa en la solidez del color al frote del hilado de lana de ovino criollo, en la prueba de solidez al color al frote no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor B (concentración de mordiente):** De igual manera, este factor registró un valor de = 0.589, superando el límite crítico (p > 0.05). En consecuencia, no se halló evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula y se desestima la hipótesis alterna. Por lo tanto, se concluye estadísticamente que la concentración de mordiente no afecta a la solidez del color al frote en el hilado de lana de ovino criollo, en la prueba de solidez al color al frote no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor C (temperatura de teñido):** A diferencia de los casos anteriores, la temperatura alcanzó el valor crítico exacto con un valor de p = 0.050. Este resultado permite rechazar la hipótesis nula y adoptar la hipótesis alterna, confirmando con respaldo estadístico que la temperatura de teñido ejerce un efecto significativo sobre la solidez al frote del hilado, en la prueba de solidez al color al frote la temperatura de teñido interfiere con ninguno con sus niveles evaluados, pero con los resultados de la escala de grises respaldamos la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

  Factor D (tiempo de teñido): Al evaluar los resultados con un nivel de significancia estimada, arrojó un valor de p = 0.211. Dado que este resultado es superior al límite establecido, se retiene la hipótesis nula y se desestima la hipótesis alterna. Por lo tanto, se concluye estadísticamente que el tiempo no ejerce un efecto significativo sobre la solidez del color al frote en el hilado de lana de ovino criollo, en la prueba de solidez al color al frote el tiempo de teñido no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

d. Análisis de mediana y significancia

Tabla 31: ***Estadísticas descriptivas.***

Tratamientos	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.30	37.9	0.60
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.00	28.3	-0.47
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.00	24.6	-0.87
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.15	34.9	0.26
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.25	38.5	0.67
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.00	28.3	-0.47
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.15	34.9	0.26
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.00	28.3	-0.47
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.00	28.3	-0.47
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	4	4.15	31.3	-0.14
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.00	24.6	-0.87
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.30	48.1	1.73
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.30	41.5	1.00
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.15	34.9	0.26
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.30	37.9	0.60
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.00	18.0	-1.61
General	64		32.5	

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de las medianas y su clasificación permitió observar una distribución relativamente uniforme de las respuestas entre los distintos tratamientos. Si bien la mediana general se situó en 4.00 a 4.30, los rangos de clasificación muestran ligeras diferencias en el posicionamiento relativo de los tratamientos, sin evidencias de una supremacía clara de uno sobre otro. Los valores Z asociados refuerzan esta interpretación, ya que la mayoría oscila en torno a cero, significa que las diferencias entre grupos no son lo suficientemente pronunciadas como para sugerir efectos sustanciales. El tratamiento T12, con una mediana de 4.30

y un valor Z de 1.73, fue el que mostró la puntuación más alta, aunque esta ventaja no resultó significativa en el contexto global del análisis. Por tanto, se concluye que las condiciones evaluadas tienden a generar respuestas similares, sin que una combinación destaque marcadamente sobre las demás. En la prueba de solidez al frote se respalda la efectividad del teñido natural del Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*) con las medianas ya mencionadas, cabe recalcar que independientemente de los niveles y factores al que fue sometido a prueba el colorante muestra una alta efectividad.

e. Regla de decisión

Tabla 32: ***Prueba de Kruskal-Wallis.***

Método	Gl	Valor H	Valor P
No ajustado para empates	15	9.74	0.836
Ajustado para empates	15	12.03	0.677

FUENTE: Elaboración propia.

A través del contraste no paramétrico de Kruskal-Wallis, Se examinó si existían discrepancias estadísticamente significativas entre los diversos grupos bajo estudio. Los datos, tanto en su forma cruda como ajustada por empates, mostraron valores de significancia bastante elevados ($p = 0.836$ sin ajuste y $p = 0.677$ con ajuste), en otras palabras, no se rechaza la hipótesis nula y se descarta la hipótesis alterna, concluyendo que el teñido natural no influye en la solidez del color al frote, evidenciando una falta de variabilidad estadísticamente significativa en los resultados en la variable medida. Esta consistencia aporta credibilidad a la hipótesis nula y valida que el comportamiento observado en las respuestas se mantiene estable a pesar de las distintas condiciones aplicadas, no hay ninguna combinación sobresaliente en la prueba de solidez al frote.

f. Diferencias estadísticas entre los tratamientos para la solidez del color al frote

Con el propósito de identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos, para encontrar dichas diferencias se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, bajo un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 33: ***Estadísticas descriptivas.***

Tratamientos	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.30	37.9	0.60
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.00	28.3	-0.47
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.00	24.6	-0.87
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.15	34.9	0.26
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.25	38.5	0.67
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.00	28.3	-0.47
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.15	34.9	0.26
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.00	28.3	-0.47
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.00	28.3	-0.47
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	4	4.15	31.3	-0.14
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.00	24.6	-0.87
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.30	48.1	1.73
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.30	41.5	1.00
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.15	34.9	0.26
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.30	37.9	0.60
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.00	18.0	-1.61
General	64		32.5	

FUENTE: Elaboración propia.

En la Tabla 34, Al evaluar las diferencias estadísticas con un nivel de confianza de 95% mediante la prueba de Tukey y bajo los criterios de transferencia de color de la escala de grises de la norma AATCC, se evidencia que el tratamiento T1, T12, T13 y T15 obtuvieron resultados más óptimos con una media de 4.30, asignándosele la ponderación de máxima significancia (A), este puntaje ratifica una buena solidez del color frente a la fricción, en seco y húmedo, también se observa que tiene buen resultado el tratamientos T5 tiene un resultado de 4.25, el cual tiene una ponderación de A, con una buena solidez al lavado, así mismo con una ponderación no lejana están T2, T3, T4, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T14, T16. Los valores promedio oscilaron entre 4.00 y 4.15,

lo que califica el comportamiento del teñido como aceptable y con una buena solidez según la escala de grises de la norma AATCC. En consecuencia, se corrobora que los factores tomados en cuenta en esta investigación carecen de un impacto estadísticamente significativo en la resistencia al frote (seco y húmedo). No obstante, el factor temperatura demostró ser la única variable con una influencia determinante sobre la solidez del color en el hilado de lana de ovino criollo. (*ovis aries*) con Misiko (*Bidens andícola*), al no mostrar diferencias notorias, pero tener resultados de la escala de grises que posiciona con una buena efectividad de teñido del colorante Misiko en la prueba de solidez al frote en lana de ovino criollo independientemente de los parámetros aplicados.

4.1.4. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ A LA LUZ

Para evaluar cómo responde el color a la radiación solar, realizamos pruebas de solidez exponiendo las muestras directamente a la luz y midiendo el cambio de intensidad en el sustrato. Los datos de este ensayo se detallan en la siguiente tabla, organizados según los tratamientos que surgen al combinar nuestros cuatro factores de estudio: la relación planta/sustrato (Factor A), la concentración de mordiente (Factor B), la temperatura (Factor C) y el tiempo (Factor D).

Factor A = A1: 2/5 y A2: 1/5

Factor B = B1: 3% y B2: 5%

Factor C = C1: 85 °C y C2: 95°C

Factor D = D1: 45 min y D2: 55 min

Tabla 34: ***Análisis Descriptivos de la Solidez del Color a la Luz.***

Solidez del color a la luz							
TRATAMIENTOS	**Escala de grises**						
	Calificación aceptable				Calificación no aceptable		
	Muy Buena (5–4/5)		Bueno (4 –3/4)	Suficiente (3)	Regular (2-2/3)	Escasa (11/2)	
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	●						
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	●						
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	●						
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	●		●				
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	●						
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	●						
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	●						
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	●						
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	●		●				
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	●						
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)			●				
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)			●				
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)			●				
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)			●				
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	●						
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	●						

FUENTE: Elaboración propia

a. Demostración de la hipótesis

El teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*) tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Planteamiento de hipótesis

Se plantea las hipótesis de acuerdo a las dimensiones de la variable independiente: teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola*).

Factor relación planta/sustrato

- **Hipótesis nula (H_0):** La r. planta/sustrato no tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La r. planta/sustrato tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Factor concentración de mordiente

- **Hipótesis nula (H_0):** La cantidad de mordiente no tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La cantidad de mordiente tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Factor temperatura de teñido

- **Hipótesis nula (H_0):** La temperatura de teñido no tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).
- **Hipótesis alterna (H_1):** La temperatura de teñido tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Factor tiempo de teñido

- **Hipótesis nula (H_0):** El tiempo de teñido no tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).
- **Hipótesis alterna (H_1):** El tiempo de teñido tiene un efecto significativo en la solidez del color a la luz en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*).

Nivel de significancia (α): 5%.

Prueba estadística: prueba de Kruskal Wallis.

b. Supuestos análisis de varianza

- **Prueba de Normalidad**

Para determinar la normalidad se ejecutó utilizando el test de Shapiro-Wilk para procesar cada uno de los datos obtenidos, igual o menores a 50 muestras, nivel de significancia 5%.

Hipótesis de normalidad

H_0: Los datos presentan una distribución normal ($p > 0.05$).

H_1: Los datos no presentan una distribución normal ($p < 0.05$).

Tabla 35: ***Prueba de normalidad entre factores.***

TRATAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,441	4	0,00	0,630	4	0,001
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	0,00	4	0,00	0,00	4	0,00
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,441	4	0,00	0,630	4	0,001
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	0,307	4	0,00	0,729	4	0,024
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45 ”)	0,441	4	0,00	0,630	4	0,001
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	0,307	4	0,00	0,729	4	0,024
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,00	4	0,00	0,00	4	0,00
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	0,441	4	0,00	0,630	4	0,001
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	0,00	4	0,00	0,00	4	0,00
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	0,441	4	0,00	0,630	4	0,001
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,307	4	0,00	0,729	4	0,024
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	0,441	4	0,00	0,630	4	0,001
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	0,441	4	0,00	0,630	4	0,001
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	0,00	4	0,00	0,00	4	0,00
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	0,00	4	0,00	0,00	4	0,00
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	0,307	4	0,00	0,729	4	0,024

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla 36, el análisis de normalidad aplicado a las distintas combinaciones experimentales reveló que los datos no tienen una distribución normal. Según la estadística del cuadro de Shapiro Wilk arrojó niveles de significancia inferiores al umbral del 5% en la mayoría de los tratamientos, estos resultados justifican plenamente el uso de pruebas estadísticas no paramétricas, dada la ausencia de una distribución normal en los grupos evaluados.

- **Prueba de homogeneidad o Igualdad de Varianzas**

La homogeneidad de las varianzas de los datos se evaluó mediante la prueba de Levene.

Hipótesis de la prueba de igualdad de varianzas

H_0: Los niveles de los factores presentan homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

H_1: Los niveles de los factores no presentan homogeneidad varianzas ($p > 0.05$).

Tabla 36: ***Prueba de homogeneidad de Levene.***

Ajustes	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Basada en la media	6,314	15	48	0,000
Basada en la mediana	1,362	15	48	0,0205
Basada en la mediana y con gl ajustado	1,362	15	21,000	0,252
Basada en la media recortada	4,989	15	48	0,000

FUENTE: Elaboración propia.

El análisis de la prueba de Levene evidencia una falta de homogeneidad en las varianzas entre los tratamientos evaluados. Específicamente, el análisis se basado en la media y en la media recortada, se obtuvieron valores de significancia inferiores a 0.05 ($p = 0.000$), esto cifra indica diferencias estadísticamente entre las varianzas de los grupos. Asimismo, al considerar la mediana como referencia, el resultado también fue significativo ($p = 0.0205$), lo que refuerza la existencia de heterocedasticidad en los datos. Solo cuando se aplicó el ajuste en los grados de libertad bajo el enfoque de la mediana, el valor p se elevó a 0.252, lo que sugiere una aparente homogeneidad bajo ese modelo específico; sin embargo, los niveles de los factores no presentan homogeneidad varianzas. En consecuencia, esta evidencia refuerza la elección de métodos estadísticos

no paramétricos para el análisis comparativo entre los tratamientos.

c. Prueba estadística

- **Análisis de la varianza de la solidez del color a la luz**

Tabla 37: ***Pruebas de efectos inter-sujetos en la solidez del color a la luz.***

Origen	**Tipo III de suma de cuadrados**	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Modelo corregido	1,902a	15	0,127	2,632	0,006
Intersección	1282,535	1	1282,535	26621,27	0,000
FactorA	0,098	1	0,098	2,027	0,161
FactorB	0,004	1	0,004	0,081	0,777
FactorC	0,035	1	0,035	0,730	0,049
FactorD	0,473	1	0,473	9,811	0,003
*FactorA*FactorB*	0,098	1	0,098	2,027	0,161
*FactorA*FactorC*	0,098	1	0,098	2,027	0,161
*FactorA*FactorD*	0,191	1	0,191	3,973	0,052
*FactorB*FactorC*	0,035	1	0,035	0,730	0,397
*FactorB*FactorD*	0,098	1	0,098	2,027	0,161
*FactorC*FactorD*	0,035	1	0,035	0,730	0,397
*FactorA*FactorB*FactorC*	0,316	1	0,316	6,568	0,014
*FactorA*FactorB*FactorD*	0,035	1	0,035	0,730	0,397
*FactorA*FactorC*FactorD*	0,191	1	0,191	3,973	0,052
*FactorB*FactorC*FactorD*	0,191	1	0,191	3,973	0,052
*FactorA*FactorB*FactorC* FactorD*	0,004	1	0,004	0,081	0,777
Error	2,313	48	0,048		
Total	1286,750	64			
Total, corregido	4,215	63			

FUENTE: Elaboración propia.

En esta fase del análisis factorial, se evidenció que el modelo global explicó una porción significativa de la variabilidad observada en los datos (p = 0.006), lo que sugiere que al menos una de las combinaciones evaluadas tuvo un efecto sobresaliente sobre la variable de respuesta. De forma específica, el factor D resultó ser estadísticamente influyente (p = 0.003), destacándose entre los demás factores y asociaciones. Además, la interacción triple entre los factores A, B y C también mostró un impacto significativo (p = 0.014), lo que indica que la combinación de estos elementos afecta de forma conjunta el comportamiento observado. Aunque algunas otras interacciones, como AD y AC*D, rozaron el nivel crítico de significancia (p = 0.052), no lograron superar el umbral del 5%. Estos hallazgos sugieren que, si bien varios factores individuales no presentaron efectos por sí solos, ciertas combinaciones específicas sí generan cambios sustanciales en la variable dependiente, lo cual refuerza la importancia de analizar interacciones complejas en estudios experimentales multifactoriales.

- **Regla de decisiones de los factores**

  H_0 = cuando el valor de p es > 0.05 aceptar la hipótesis nula.

  H_1 = cuando el valor de p es <= 0.05 aceptar la hipótesis alterna.

- **Factor A (Relación de planta/sustrato):** Se obtuvo un valor de p = 0.161, es mayor al umbral crítico establecido, no se rechaza la hipótesis nula y de desestima la hipótesis alterna. Esto demuestra que factor A no ejerce un efecto estadísticamente significativo sobre la solidez del color a la luz en el hilado de lana de ovino criollo, en la prueba de solidez a la luz, el factor A no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor B (concentración de mordiente):** El análisis estadístico reveló un valor de p = 0.777(p > 0.05), por lo que no se rechazó la hipótesis nula y se desestima la hipótesis alterna. En consecuencia, se establece que la concentración de mordiente

no influye en la solidez a la luz en el hilado de lana, en esta prueba la concentración de mordiente sobre el teñido no interfiere con ninguno de sus niveles evaluados, debido a la alta efectividad del teñido natural de misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

- **Factor C (temperatura de teñido):** Con un valor de p = 0.049, inferior al límite crítico de 0.05, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna. Esto evidencia que la temperatura produce un efecto estadísticamente significativo en la solidez del color a la luz para este tipo de hilado, en esta prueba la temperatura de teñido interfiere con sus niveles evaluados, en la efectividad del teñido natural de misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).
- **Factor D (tiempo de teñido):** Se observó un valor de p altamente significativo (p = 0.003) (< 0.05), por lo cual, se rechaza de la hipótesis nula. Por lo tanto, se confirma que el tiempo de teñido afecta de manera significativa la solidez cromática ante la luz en la lana de ovino criollo, en la prueba de solidez a la luz el tiempo sobre el teñido interfiere con sus niveles evaluados, en la efectividad del teñido natural de misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

d. Análisis de medio y significancia

Tabla 38: ***Estadísticas descriptivas.***

Tratamientos	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.50	40.8	0.92
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.50	34.0	0.17
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.50	26.9	-0.62
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.25	19.8	-1.41
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	26.9	-0.62
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.25	19.8	-1.41
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	34.0	0.17
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	40.8	0.92
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.50	34.0	0.17
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	4	5.00	54.3	2.41
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.25	19.8	-1.41
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.50	40.8	0.92
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.50	40.8	0.92
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.50	34.0	0.17
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.50	34.0	0.17
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.25	19.8	-1.41
General	64		32.5	

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de rangos muestran que las medianas de los tratamientos evaluados fluctúan entre 4.25 y 5.00, con una clasificación de medias que varía desde 19.8 hasta 54.3. El tratamiento T10 destacó con la mediana más alta (5.00) y una clasificación de media de 54.3, asociado a un valor Z de 2.41, lo cual sugiere una

diferencia notable frente a otros grupos. En contraste, varios tratamientos, como T4, T6, T11 y T16, registraron las clasificaciones de media más bajas (19.8), con valores Z negativos que indican un menor desempeño respecto a la media general (32.5). Sin embargo, la mayoría de los valores Z se encuentran dentro del rango ±1.96, lo cual implica que, aunque existen diferencias en las clasificaciones, no todas alcanzan significancia estadística al 95% de confianza. Estos hallazgos deben interpretarse con precaución, considerando que previamente se detectó heterogeneidad de varianzas y una distribución no normal en los datos, debido a esto se justifica el uso de pruebas no paramétricas es apropiado para la comparación de tratamientos.

e. Regla de decisión

Tabla 39: ***Prueba de Kruskal-Wallis.***

Método	**Gl**	**Valor H**	**Valor P**
No ajustado para empates	15	16.96	0.321
Ajustado para empates	15	28.32	0.020

FUENTE: Elaboración propia.

Con el propósito de evaluar si existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. El análisis, ajustado por empates, arrojó un estadístico H = 28.32 y un valor p = 0.020. Dado que este resultado es inferior al nivel crítico establecido (0.05), se procedió a rechazar la hipótesis nula, lo que demuestra la presencia de diferencias estadísticas significativas entre, al menos, dos de los tratamientos bajo estudio. Cabe destacar que la elección de esta prueba no paramétrica quedó plenamente justificada por los análisis previos, los cuales evidenciaron la ausencia de normalidad en los datos y la heterogeneidad de sus varianzas.

f. Diferencias estadísticas entre los tratamientos para la solidez a la luz

Con el propósito de identificar las diferencias estadísticas específicas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 40: ***Estadística descriptiva***.

Tratamientos	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.50	40.8	0.92
T2 = (1/5, 3 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.50	34.0	0.17
T3 = (2/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.50	26.9	-0.62
T4 = (1/5, 5 g/L, 85ºC, 45”)	4	4.25	19.8	-1.41
T5 = (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	26.9	-0.62
T6 = (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.25	19.8	-1.41
T7 = (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	34.0	0.17
T8 = (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 45”)	4	4.50	40.8	0.92
T9 = (2/5, 3 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.50	34.0	0.17
T10= (1/5, 3 g/L, 85 ºC, 55”)	4	4.50	54.3	2.41
T11= (2/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.25	19.8	-1.41
T12= (1/5, 5 g/L, 85ºC, 55”)	4	4.50	40.8	0.92
T13= (2/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.50	40.8	0.92
T14= (1/5, 3 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.50	34.0	0.17
T15= (2/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.50	34.0	0.17
T16= (1/5, 5 g/L, 95 ºC, 55”)	4	4.25	19.8	-1.41
General	64		32.5	

FUENTE: Elaboración propia.

La Tabla 40 presenta los contrastes estadísticos obtenidos mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), evaluados bajo la escala de grises de la norma AATCC. Los tratamientos T1, T2, T3, T5, T7, T8, T9, T10, T12, T13, T14 y T15 alcanzaron el desempeño óptimo con un promedio de 4.5, alcanzando una ponderación de 'Muy Buena' solidez (AD). Por su parte, los tratamientos T4, T6, T11 y T16 registraron un promedio de 4.25, categorizado

como 'Buena' solidez (A) y calificado como aceptable. Estos niveles de respuesta consolidan la conclusión de que las variables de relación planta/sustrato y concentración de mordiente carecen de influencia sobre la solidez a la luz en el teñido de hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*) con Misiko (*Bidens andícola*); en contraposición, los factores operacionales de temperatura y tiempo de teñido actúan como los determinantes clave en dicha propiedad. Sin embargo, no hay diferencias notorias en los especímenes estudiados respaldo la alta efectividad del colorante de misiko en la lana de ovino criollo debido que los resultados finales de la escala de grises arrogaron ponderados de muy buena y buena solidez a la luz.

4.2. DISCUSIONES

- Respecto a los análisis de solidez del color al lavado, evaluada a un nivel de significancia del 5 %, la relación planta/sustrato (valor de p = 0,931), la concentración de mordiente (valor de p = 1,000), la temperatura de teñido (valor de p = 0,863) y el tiempo (valor de p = 0,931) del teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*), carece de un impacto significativo sobre la solidez al lavado del hilado de ovino criollo (*Ovis aries*). Este hallazgo implica que dichos factores operan de forma independiente en el proceso de teñido de Misiko (*Bidens andícola)*, revelando que no constituyen variables críticas ni determinantes para optimizar la resistencia o estabilidad del tinte frente al proceso de degradación por lavado. Con los datos obtenidos y procesados concluimos que los cuatro factores que fueron evaluados para determinar la efectividad del teñido natural del Misiko (*Bidens andícola*) no interfieren significativamente sobre el resultado de la solidez al lavado, esto indica la alta efectividad del colorante natural del Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*), con resultados de la escala de grises respaldo esta efectividad ya que los especímenes estudiadas no muestran sangrado o transferencia de color en la bandas de la multifibra, solo muestra un ligero sangrado en la banda de polyester, este resultado ratifica la efectividad del colorante natural de Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo (*Ovis aries*).

  Según el estudio realizado por Mamani (2021) con el objetivo principal de evaluar la solidez del color en hilados de alpaca, se analizaron 38 muestras de madejas (40 m cada una) mediante un diseño de cuatro factores: relación planta/sustrato (18% y 9%), concentrado del mordiente (1 y 3 g/L), temperatura (85 y 98 °C) y tiempo de teñido (30 y 50 min). El análisis evidenció que la relación planta/sustrato, la temperatura y

el tiempo de teñido influyen significativamente en la solidez al lavado y frote en seco y húmedo (valores p de 0.00, 0.00 y 0.03, respectivamente). En contraste, para la solidez a la luz, únicamente la relación planta/sustrato y la temperatura mostraron efectos estadísticamente significativos (valor p = 0.03). Se concluye que el proceso de teñido natural con Curcuma *(Curcuma longa)* determina de manera significativa la solidez del color ante los tres agentes evaluados.

- Respecto a las evaluaciones de solidez del color al frote evaluada a un nivel de significancia del 5 %, la relación planta/sustrato (valor de p = 0,674), la concentración de mordiente (valor de p = 0,589), la temperatura de teñido (valor de p = 0,067) y el tiempo (valor de p = 0,211) del teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*), no influye estadísticamente significativo en la solidez del color al frote del hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*). Esto demuestra que dichas variables operativas carecen de influencia determinante en el proceso de teñido. con los resultados de la escala de grises respaldo esta efectividad ya que los especímenes estudiados no muestran sangrado o transferencia de color en la tela testigo, solo muestran un ligero sangrado

  En la investigación de Aguilar (2022), En la industria textil, garantizar la solidez del color de fibras es fundamental. Esta investigación analizó el comportamiento de hilos de ovino y alpaca teñidos con flores de manzanilla (tinte natural) combinadas con alumbre como mordiente en dosis de 2, 3 y 4 gramos a diferentes tiempos. Empleando metodologías AATCC e ISO y un espectrofotómetro Konica Minolta CM-700d, se evaluó la resistencia del color ante la luz, el lavado y el frote. Las mejores respuestas de solidez se registraron en el ovino con 20% de mordiente por 40 minutos, y en la alpaca con 30% de mordiente por 60 minutos, lo que evidencia que las propiedades biológicas de cada fibra exigen parámetros de teñido específicos. Además, se comprobó estadísticamente que el porcentaje de mordiente y el tiempo tienen un efecto significativo ($p < 0.05$) en la solidez al frote de la lana de ovino (95% de confianza).

- Respecto a la evaluación la solidez del color a la luz con un 95 % de confianza, Al evaluar el proceso de teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries*) con un nivel de significancia del 5 %, se determinó que la relación planta/sustrato (p = 0.161) y la concentración de mordiente

(p = 0.777) no ejercen un efecto significativo sobre la solidez del color a la luz; por lo tanto, estas variables no resultan determinantes para optimizar la solidez a la luz. Por el contrario, la temperatura (p = 0.049) y el tiempo de teñido (p = 0.003) mostraron una influencia estadísticamente significativa, consolidándose como los parámetros críticos para la obtención de una alta solidez cromática frente a la radiación lumínica, Con los datos obtenidos y procesados concluyo que dos de los cuatro factores que fueron evaluados para determinar la efectividad del teñido natural del Misiko (*Bidens andícola*) no interfieren significativamente sobre el resultado de la prueba de solidez a la luz, esto indica la alta efectividad del colorante natural del Misiko (*Bidens andícola*) en el hilado de lana de ovino criollo *(Ovis aries)*, con los resultados de la escala de grises respaldo esta efectividad ya que los especímenes estudiados no muestran un cambio de color notorio, solo muestran un ligero cambio.

Según Palomino (2007), Aunque el procedimiento de tintura del hilo de alpaca guarda similitudes con el de la lana, ambas fibras difieren de manera sustancial en sus propiedades químicas y estructurales. Estas variaciones morfológicas y de composición química en la alpaca alteran la dinámica del proceso frente a la lana de ovino influyen directamente en su comportamiento durante el teñido. Al establecer una comparación entre los hilos de alpaca y los de ovino, se observa que la fibra tiene que reposar mayor tiempo de exposición al baño de teñido para alcanzar una adecuada fijación del color. Esto se debe principalmente a que el hilo de alpaca posee una concentración más elevada de cistina en su composición estructural, lo cual modifica la afinidad de la fibra con los colorantes y ralentiza el proceso de penetración y fijación del tinte, se evidencian que el teñido del hilado de alpaca realizado durante 60 minutos y utilizando un 30 % de mordiente presenta una mejor solidez a la luz, conservando de manera más eficiente la intensidad y estabilidad del color.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados expuestos y del análisis estadístico y cuantitativo desarrollado en este estudio, se formulan las siguientes conclusiones:

1. En conclusión, en cuanto a la prueba de solidez al color general, se determinó que el uso del material vegetal Misiko (*Bidens andícola*) es efectivo como colorante natural para el teñido de hilado artesanal de lana de ovino criollo (*Ovis aries*), Puno 2024, logrando conferirle una tonalidad característica (generalmente anaranjado) de gran valor estético y cultural. Esto es completamente coherente con los datos analizados en el laboratorio, los cuales revelan valores relativamente similares entre tratamientos, con medianas de 4.20 y 4.50 en la escala de grises con ponderación de buena a muy buena de solidez de color en general, con este hallazgo se ratifica que el colorante de Misiko (*Bidens andícola*) impone una calidad alta en teñidos de hilados de lana de ovino criollo (*Ovis aries*), logrando superar la prueba de calidad de las normas AATCC (Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles) independientemente de los parámetros aplicados.

2. En conclusión, con respecto a la prueba de solidez al lavado, Se determinó de manera efectiva la capacidad tintórea de Misiko (*Bidens andícola*) en la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), los resultados permitieron comprobar el grado de fijación del tinte natural, respaldo este hallazgo con los resultados donde todos los tratamientos mostraron valores entre 4.40 y 4.50 de promedio en la evaluación de la escala de grises, obteniendo una valoración de buena a muy buena solidez al lavado independientemente de las condiciones aplicadas lo que implica que el colorante natural de misiko tiene una buena afinidad con la lana de ovino criollo.

3. En conclusión, con respecto a la prueba de solidez al frote, se determinó de manera efectiva la capacidad tintórea de Misiko (*Bidens andícola*) en la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), lo que es coherente con las ligeras variaciones observadas en los resultados de laboratorio, respaldo lo dicho con los resultados procesados de la escala de grises donde los valores oscilaron entre 4.00 y 4.30, obteniendo una buena solidez al frote en seco y húmedo, pero logró superar la prueba de calidad respecto a la solidez al frote.

4. En conclusión, con respecto a la prueba de solidez la luz, se determinó de manera efectiva la capacidad tintórea de Misiko (*Bidens andícola*) en la lana de ovino criollo (*Ovis aries*), respaldo este hallazgo con los resultados de la escala de grises, muestran valores entre 4.25 y 4.50, con diferencias más notables entre tratamientos que en las otras pruebas, pero a pesar de ello el colorante natural de Misiko (*Bidens andícola*) en lana de ovino criollo (*Ovis aries*) logra superar el control de calidad exitosamente con una buena ponderación, los especímenes a prueba no muestran cambio de color notorio después de la experimentación según las normas AATCC con esto se ratifica la efectividad del colorante.

5.2. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados de este trabajo de investigación y recalcando la importancia de los colorantes naturales en un sustrato poco valorado como es la lana o hilado de lana de ovino criollo *(Ovis aries),* se recomienda:

1. Desarrollar futuras investigaciones que evalúen el comportamiento del teñido con Misiko (*Bidens andícola*) utilizando diferentes variables de proceso, tales como variar las dimensiones de planta y sustrato, concentración de mordiente, tiempos y temperatura o su aplicación en otras fibras naturales como la fibra de alpaca, para consolidar el perfil técnico de este tinte natural en la industria textil artesanal de Puno.

2. Promover el uso del misiko (*Bidens andícola*) como un tinte natural altamente efectivo para el sector artesanal de Puno, dado que los resultados demuestran una excelente solidez del color al lavado en la lana de ovino criollo. Esto garantiza que las prendas elaboradas mantendrán su intensidad cromática durante los ciclos de lavado doméstico.

3. Validar y difundir la metodología de teñido empleada con Misiko (*Bidens andícola*), debido a su alta efectividad en las pruebas de solidez al frote seco y húmedo. Esto demuestra que el pigmento logra un excelente anclaje en la estructura de la lana de ovino criollo, garantizando que el hilado no transferirá color a otras superficies ni a la piel del usuario por efectos de la fricción.

4. Reconocer al misiko (*Bidens andícola*) como una fuente tintórea de alta resistencia a la solidez a la luz. Su alto rendimiento frente a la radiación solar en la lana de ovino criollo representa una ventaja competitiva clave para los artesanos de Puno frente a otros tintes naturales más inestables, entonces al tener resistencia a la luz es darle una vida útil más prolongada a la prenda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación America de Textiles Coloristas y Químicos 8. (1996) *Crockmeter. Solidez del color al desprendimiento del color: Método fitómetro AATCC.*

Asociación America de Textiles Coloristas y Químicos *16* (1998). *Estabilidad del color a la luz.*

Asociación America de Textiles Coloristas y Químicos *61 (1996). Estabilidad del color al lavado Casa y Comercial Acelerado*: *Pruebas aceleradas.*

Aguilar, B. y Beltran, F., C. (2022). *Efecto del mordiente y tiempo en la solidez del teñido de hilo de ovino y alpaca con flores de manzanilla (Matricaria chamomilla L.)"* Presentado para optar el título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Albán-Castillo, J., Espinoza, G., Rojas, R., & Díaz Santibáñez, C. (2018). *El color en la memoria: tintes vegetales usados en la tradición de las comunidades andinas y amazónicas peruanas. Ecología Aplicada, 17(1), 85.* https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1177.

Andrade Andrea, (2016.). *Tinturado artesanal de hilo de lana de oveja con colorante natural Baccharis latifolia (chilca) para elaborar accesorio de vestir femenino.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA.

Azcárate Mejía, F. (2015). Programa de Textilización - Ciencias Textiles. En F. Azcárate Mejía. Obtenido de

https://programadetextilizacion.blogspot.com/search/label/Cap%C3%ADtulo%2012%20-%20Control%20de%20calidad%20textil

Alejandría, B. R., Liseth, M., Mendoza, B. L., & Giovanna, S. (2018). *"Producción y exportación de hilo de lana de ovino teñido con tintes vegetales como factor de desarrollo sostenible de las 13 asociaciones de artesanos ubicadas en el distrito de Incahuasi , provincia de Ferreñafe , región Lambaye"*

Cabanes, A. (2013). Concepto de tintura. *Tecnología Textil*. https://asolengin.files.wordpress.com/2016/04/procesos-de-tintura-por-agotamiento-e-impregnacic3b3n.pdf

Cano Morales, Cano Diaz & Leon moran., (2007). *Estudio tecnológico sobre los tintes naturales extraídos de la corteza de tres especies forestales cultivadas en Guatemala, para teñir fibras naturales que cumplan con especificaciones de calidad exigidas por el mercado.* Universidad de San Carlos de Guatemala.

Castillo Yepes, L. E., & Guevara Garnica, E. D. (2023). *Teñido con tinte natural de frejol negro (phaseolus vulgaris) y su solidez del color a la luz solar en hilado de alpaca*. Revista De Innovación y Transferencia Productiva, 3(2), e006. https://doi.org/10.54353/ritp.v3i2.e006

CITEtextil camélidos Cusco, (2023). *Colorantes naturales para la industria textil a partir de residuos agroindustriales*. Instituto de Tecnológico de la Producción.

Constanza, N., Ríos, B., Flor; Varón, A., Leidy; & Garzón, P. (n.d.). *extracción de pigmentos colorantes tipo flavonoides, flor del pomo (syzygium jambos).* zona verde del iear. florencia caquetá.

Color, I. (1931). *1. Aspectos básicos I.1 Color*., Fundamentos de colorimetría.

Diaz Ramírez. *Características de la lana.* DIRECCION GENERAL DE PROMOCION AGRARIA.

Diaz, R. I., Especialista, R., & Dgpa-minag, C. (n.d.). *Caracteristicas de la lana*.

Dos Santos, M., & Maier, M. (2018). Química y colores de los textiles. *Talleres de Ciencias, Química y Color En Los Textiles*, 09–15

Gustavo, J., & Medina-saavedra, L. (2018). *Evaluación de la solidez del color en el teñido de lana y algodón con extracto de cáscara de cacao Evaluation of the color fastness in the dyeing of wool and cotton with cocoa shell extract*. *In Artículo Revista de Simulación y Laboratorio Septiembre (Vol. 5). www.ecorfan.org/bolivia*

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (n.d.). *Análisis y diseño de experimentos*. Retrieved www.FreeLibros.org

Garrido, G. I., Cornejo, M. Á., & López, V. (2021). Clasificación de los colorantes por su origen y aplicación. *Colorantes Para Laboratorios de Ciencias Básicas*, 61–63

Galarza Medina, C. (2013). Obtención de un colorante a partir de las flores de ataco o sangorache (amaranthus sp.). Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., María del Pilar Baptista Lucio, D., & Méndez Valencia Christian Paulina Mendoza Torres, S. (n.d.). *Metodología de la investigación. Sexta edición.*

Lockuan Lavado. (2012) *La industria textil y su control de calidad*, tejeduría.

Lochuan Lavado F. *(2012) V. La industria textil y su control de calidad* -tintorería.

Lucía Vaca-Cárdenas, M. I., Eduardo Hidalgo -Almeida, L. I., & Amada Núñez -Mazza, K. I. (2020). *Aplicación de diferentes tintes naturales para la obtención de hilo*

orgánico de lana de ovino Application of different natural dyes to obtain organic sheep wool yarn Aplicação de diferentes corantes naturais para obtenção de fios orgânicos de lã de ovelha. *5*, 1095–1113. https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1646

Lindo Burgos, N. (2023). *Impacto de las exportaciones artesanales en el crecimiento económico de Peru, periodo 1994-2021*. Universidad Nacional De Frontera Facultad De Ciencias Económicas Y Ambientales, Escuela Profesional De Ingeniería Económica Tesis Para Obtener El Título Profesional De Ingeniero Economista.

Mamani, E. (2021). Efectos del teñido natural con cúrcuma (cúrcuma longa) en la solidez del color del hilado de alpaca para la artesanía textil, Puno 2020. (Tesis de Ingenieria). Universidad Nacional de Juliaca. Juliaca. TINTES NATURALES. (n.d.).

Obando Portillo, R. (n.d). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales.* Facultad de ingeniería en ciencias aplicadas, Universidad Tecnica del Norte-Ecuador

Palacios-Ochoa, C., Guillén Serrano, M. E., & Siddons, D. (2021). *Evaluación de la solidez del color en tejidos de lana y alpaca tinturados con biocolorantes extraídos de plantas y animales*. *Siembra*, *8*(2), e2917. https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2917

Palacios-Ochoa, C., & Ullauri, N. (2020). *Revalorización de métodos ancestrales de tinturado natural en las provincias de Loja y Azuay del sur de Ecuador*. *Siembra*, *7*(1), 050–059. https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1914

Palacios Ochoa C. (2022*). Tinturado natural, técnicas ancestrales. Cuenca. Ecuador.* Universidad del Azuay.

Palomino Zúñiga, E. S. (2007). *Tintura de fibras de alpaca y cinéticas con colorantes ácidos*. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Quúnica y Textil.

Pampañaupa Cutipa Rebeca. (n.d.). *Prendas de vestir teñido con tintes naturales en el distrito de Checacupe*. Ministerio De Cultura.

Ramirez, R. D. (2013). Cadena Productiva de Ovinos. *Ministerio de Agriculturta y Riego*, 0–53.

Ramón, J., & Sánchez, B. (n.d.). *PH-METROS Y OTROS INSTRUMENTOS DE MEDIDA ELECTROQUÍMICA*.

Richardson, J. T. (2018). Kruskal–Wallis Test.

Rojas & Lescano. (2018.). Producción y exportación de hilo de lana de ovino teñido con tintes vegetales como factor de desarrollo sostenible de las 13 asociaciones de artesanos ubicadas en el distrito de Incahuasi, provincia de Ferreñafe, región Lambayeque" Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Facultad De Ciencias Económicas, Administrativas Y Contables Escuela Profesional De Comercio Y Negocios Internacionales. Obtenido de https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4470

Ross, I. A. (2001). Matricaria chamomilla. *Medicinal Plants of the World*, 285–308. https://doi.org/10.1007/978-1-59259-237-1_15

Sangorache, D. E. A. O. (2013). *Obtención de un colorante a partir de las flores*.

Silva, E. (2024). *El colorido conflicto de la moda con nuestro planeta*. 301–308.

Sucasaca Quispe, A., & Guevara Garnica, E. D. (2022). *Teñido de hilado de alpaca utilizando pigmento extraído de la col morada (Brassica olerecea var. capitata f.*

rubra). Revista De Innovación Y Transferencia Productiva, 2(1), e004. https://doi.org/10.54353/ritp.v2i1.e004

Suasaca, 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 de Ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca. Juliaca.

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 Airampo (Berberis sp)* Universidad Nacional De Huancavelica.

Solis, A., Cutipa, L., & Delle Monache, F. (1991). Contribución al Estudio Fitoquímico de Bidens andicola. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 122–123.

Stanciuc Viorica (2020). *Teñido mordentado de fibras naturales con colorante extraído de las hojas de nogal (Juglans neotrópica).* Universidad Nacional Del Callao Facultad De Ingenieria Quimica.

Tâm, T., Và, N. C. Ứ U., Giao, C. Ể N., Ngh, C., & Chu, Ả N B Ụ I. (2016). **济無***No Title No Title No Title*. *01*, 1–23.

ANEXOS

ANEXO 1: Receta teñido natural con Misko (*Bidens andícola*) en hilado artesanal de ovino criollo (*ovis aries*) de color blanco.

FICHA 01: TEÑIDO NATURAL CON MISKO (*Bidens andícola)* EN HILADO ARTESANAL DE OVINO CRIOLLO (*ovis aries)* DE COLOR BLANCO

Color a obtener:

Anaranjado Pantone 15-1157 TCX

Fuente natural:

MISKO (*Bidens andícola*

Característica

Su nombre común es misiko y su nombre científico es Bidens andícola, es conocida comúnmente como K'ello T'ika o Misiko, es una especie herbácea silvestre de ciclo anual que alcanza una altura promedio de 20 a 30cm. Su distribución fitogeográfica abarca las regiones altoandinas de Perú (principalmente en los departamentos de Puno, Cusco, Arequipa, Apurímac y Ayacucho), Bolivia, Venezuela y Ecuador. Aunque sus inflorescencias amarillas poseen aplicaciones documentadas en la medicina tradicional, destacan significativamente en la actividad tintorera artesanal como un recurso natural eficiente para la coloración de lana
(Solis et al., 1991).

Cantidad de misiko que se utiliza: 1g de material vegetal en 5mL de agua (1/5).

Método de extracción de colorante: Por cocción.

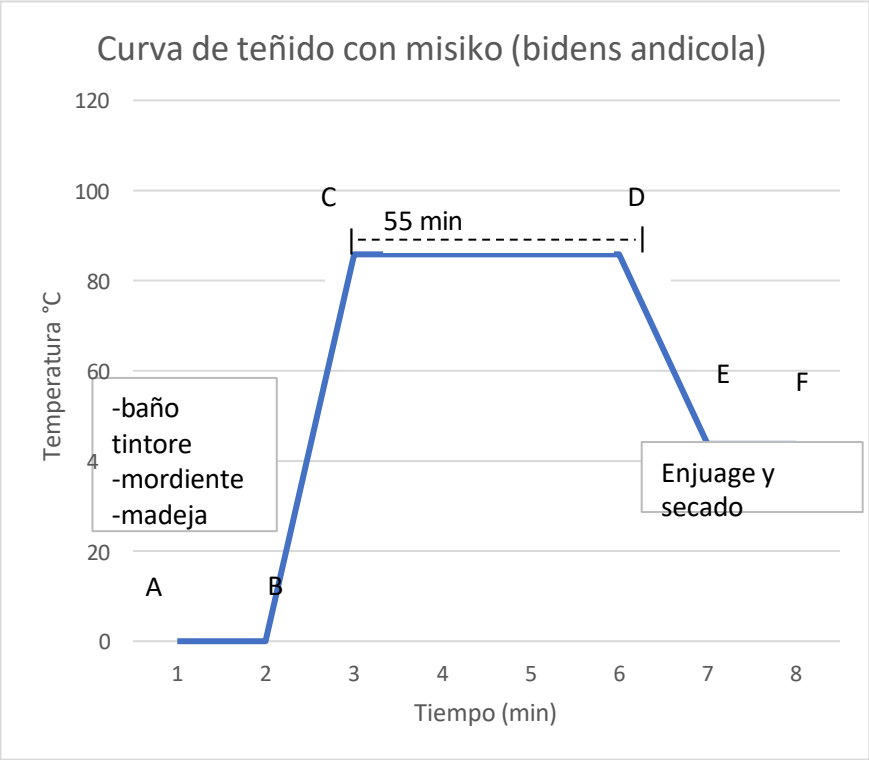
Relación de baño tintoreo: 1/20.

Procedimiento de tinturado:

Preparado del baño de teñido

- Antes del proceso del tinturado se blanquea el sustrato con 3g/l invadina da o jabón neutro durante 10 min a una temperatura de 40°C.
- Para una madeja de 10 gramos se le agrega 200 mililitros de colorante y 0.3 g de mordiente piedra de alumbre, teniendo listo esta preparación de coloca la madeja en el recipiente.
- El tiempo de teñido es de 55 min, a una temperatura de 85 °C.
- Pasado este tiempo se deja enfriar y se enjuaga con abundante agua tibia

Curva del proceso Teñido natural de hilo de ovino criollo con misiko (Bidens andícola)



Secado

La muestra teñida debe ser secado a luz natural bajo sombra, con el fin de evitar alteraciones en el color provocadas por la exponer directamente a la luz solar.

Utilidad

Una vez completamente seca, la madeja esta lista para ser utilizada, además esta planta tiene un poder tintoreo increíble, ya que a los parámetros trabajados todos tienen un color amarando intenso y tiene una buena solidez al color, esto garantiza un hilo teñido naturalmente de calidad.

Ojo: para obtener otra tonalidad es necesario cambiar de mordiente, ya que si trabajamos con el mismo mordiente en proporción mayor o menos se obtendrá la misma tonalidad.

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO 2: Lavado de la Planta Misiko (Bidens andícola).

ANEXO 3: Extracción de colorante Planta Misiko (Bidens andícola).

ANEXO 4: Preparación de muestras de madeja de hilado de ovino criollo.

ANEXO 5: Pesado de cada muestra de madeja

ANEXO 6: Adición de la muestra en cada vaso preparado.

ANEXO 7: Muestra en colorante mordentado.

ANEXO 8: Muestras en proceso de teñido en la maquina rotacolor.

ANEXO 9: Enjuagado de las muestras teñidas.

ANEXO 10: Secado bajo sombra cada muestra.

ANEXO 11: Muestras secas cada una mantiene su codificación previa.

ANEXO 12: Muestras divididas de acuerdo a su codificación.

ANEXO 13: Tejido de las muestras para la prueba de color al lavado.

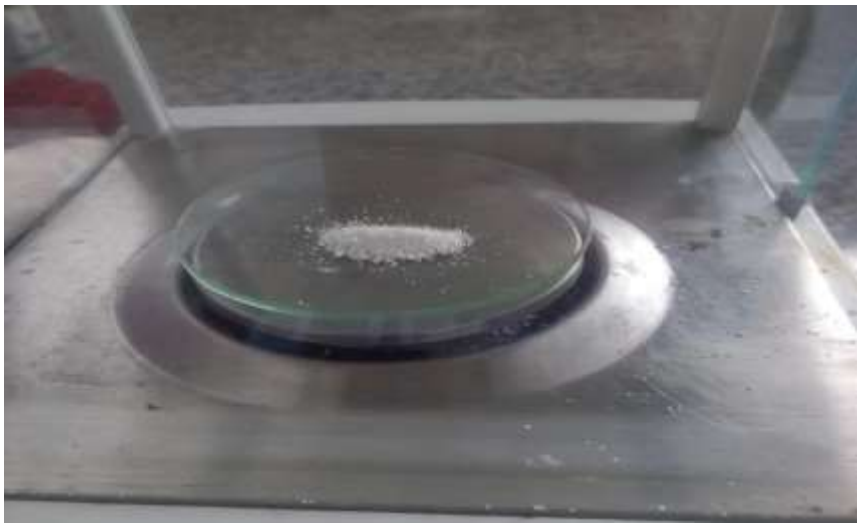
ANEXO 14: Multifibra 5*10 cm.

ANEXO 15: Multifibra y algodón para adicionar a las muestras de lavado.

ANEXO 16: Muestras para la prueba de solidez al lavado.

ANEXO 17: Detergente para la prueba de solidez al lavado- maquina Gyrowash.

ANEXO 18: Medición del detergente.



ANEXO 19: Cada vaso es enumerado para evitar confusiones.

ANEXO 20: Sellado herméticamente cada vaso de la máquina Gyriwash.

ANEXO 21: Villas para la prueba de solide al color.

ANEXO 22: Muestra después de pasar por el proceso de solidez al lavado.

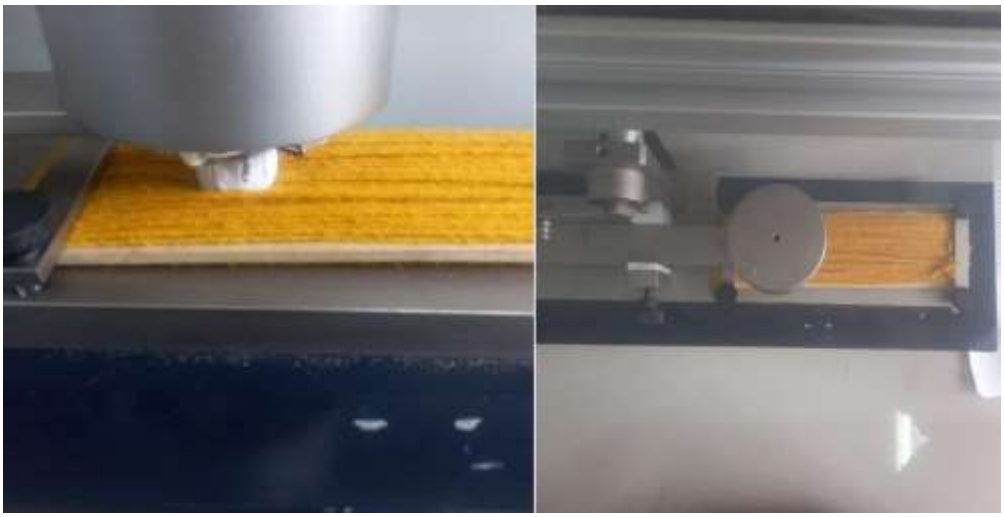
ANEXO 23: Escala de grises de la prueba de solidez al lavado.

ANEXO 24: Preparación de la muestra para la prueba de solidez al frote.

ANEXO 25: Máquina Abrasímetro Crockmeter.

ANEXO 26: Muestra colocada en la máquina Abrasimetro Crockmeter.

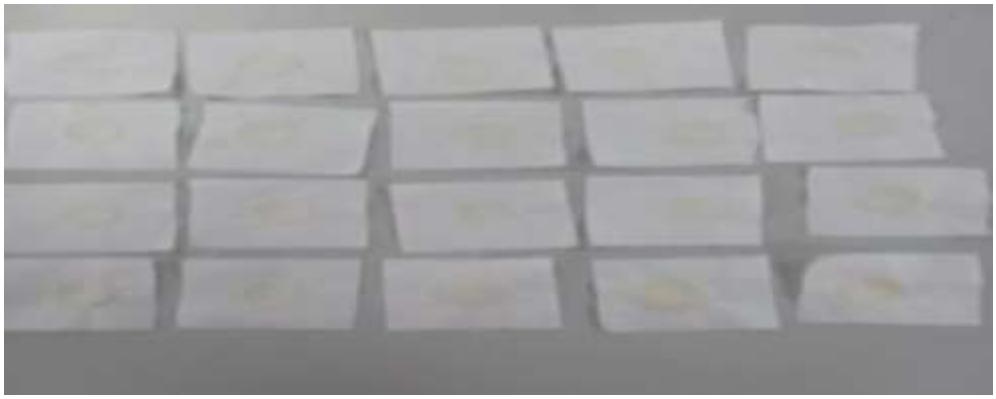
ANEXO 27: Muestra en marcha de la prueba de solidez al frote en seco y húmedo.



ANEXO 28: Inspeccionando cada proceso de la solidez al frote.

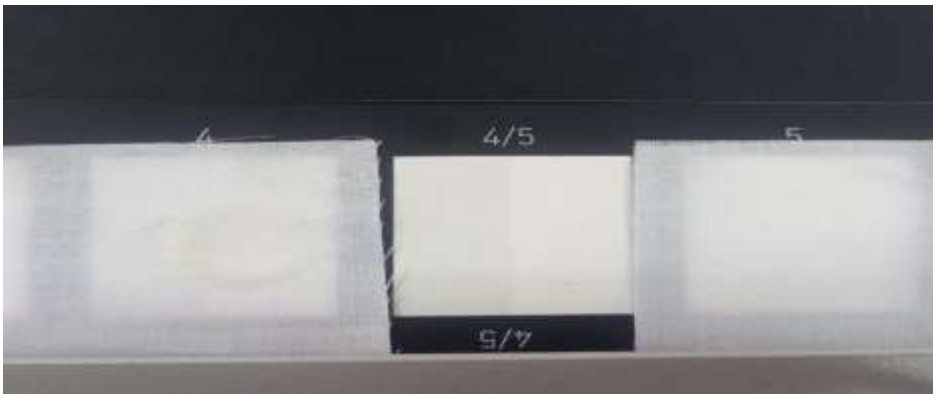
ANEXO 29: Material para la ´prueba de solidez al frote en seco y húmedo.

ANEXO 30: Tela testigo después de la prueba de solidez al frote en seco.



ANEXO 31: Tela testigo después de la prueba de solidez al frote en húmedo.

ANEXO 32: Evaluación en la escala de grises las muestras de solidez al frote.



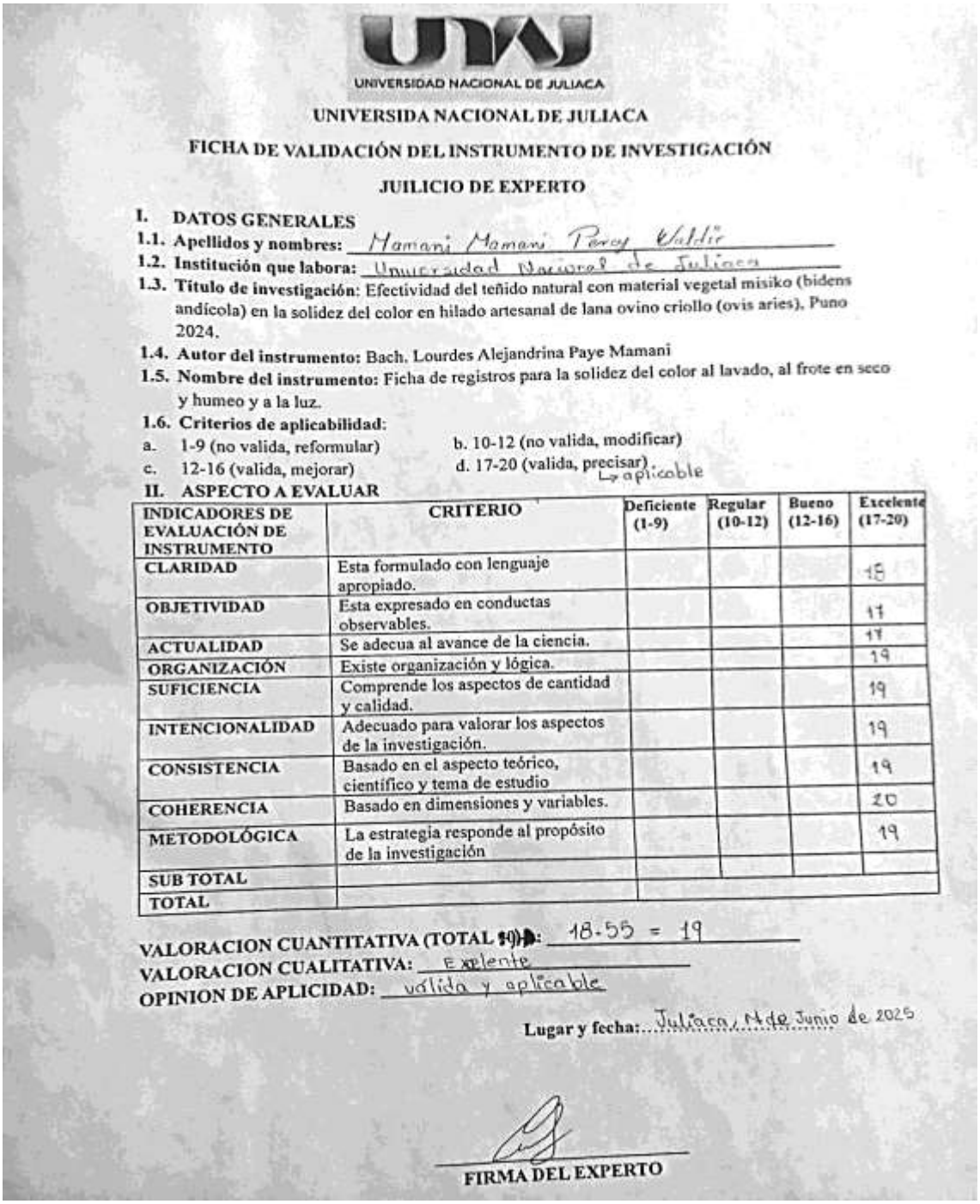
ANEXO 33: Colocación de las muestras en la máquina Xenoterm.

ANEXO 34: Programación de la maquina Xenoterm.

ANEXO 35: Evaluación de las muestras de la prueba de solidez a la luz.

ANEXO 36: Comparación de las muestras del antes y después de la solidez a la luz.

ANEXO 37: Fichas de validación de instrumento de investigación.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

UNIVERSIDA NACIONAL DE JULIACA

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

JUILICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: Mamani Mamani Percy Valdir

1.2. Institución que labora: Universidad Nacional de Juliaca

1.3. Título de investigación: Efectividad del teñido natural con material vegetal misiko (bidens andícola) en la solidez del color en hilado artesanal de lana ovino criollo (ovis aries), Puno 2024.

1.4. Autor del instrumento: Bach. Lourdes Alejandrina Paye Mamani

1.5. Nombre del instrumento: Ficha de registros para la solidez del color al lavado, al frote en seco y humeo y a la luz.

1.6. Criterios de aplicabilidad:

a. 1-9 (no valida, reformular) b. 10-12 (no valida, modificar)

c. 12-16 (valida, mejorar) d. 17-20 (valida, precisar) → aplicable

II. ASPECTO A EVALUAR

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO	CRITERIO	Deficiente (1-9)	Regular (10-12)	Bueno (12-16)	Excelente (17-20)
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.				18
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.				17
ACTUALIDAD	Se adecua al avance de la ciencia.				17
ORGANIZACIÓN	Existe organización y lógica.				19
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				19
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de la investigación.				19
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico, científico y tema de estudio				19
COHERENCIA	Basado en dimensiones y variables.				20
METODOLÓGICA	La estrategia responde al propósito de la investigación				19
SUB TOTAL					
TOTAL					

VALORACION CUANTITATIVA (TOTAL 10): 18.55 = 19

VALORACION CUALITATIVA: Excelente

OPINION DE APLICIDAD: válida y aplicable

Lugar y fecha: Juliaca, 4 de Junio de 2025

FIRMA DEL EXPERTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

UNIVERSIDA NACIONAL DE JULIACA

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

JUILICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: Tacuri Robles Roxana

1.2. Institución que labora: Universidad Nacional de Juliaca

1.3. Título de investigación: Efectividad del teñido natural con material vegetal misiko (bidens andicola) en la solidez del color en hilado artesanal de lana ovino criollo (ovis aries), Puno 2024.

1.4. Autor del instrumento: Bach. Lourdes Alejandrina Paye Mamani

1.5. Nombre del instrumento: Ficha de registros para la solidez del color al lavado, al frote en seco y humeo y a la luz.

1.6. Criterios de aplicabilidad:

a. 1-9 (no valida, reformular) b. 10-12 (no valida, modificar)

c. 12-16 (valida, mejorar) d. 17-20 (valida, precisar)

II. ASPECTO A EVALUAR

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO	CRITERIO	Deficiente (1-9)	Regular (10-12)	Bueno (12-16)	Excelente (17-20)
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.				19
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.				18
ACTUALIDAD	Se adecua al avance de la ciencia.				19
ORGANIZACIÓN	Existe organización y lógica.				20
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				19
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de la investigación.				19
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico, científico y tema de estudio				19
COHERENCIA	Basado en dimensiones y variables.				19
METODOLÓGICA	La estrategia responde al propósito de la investigación				20
SUB TOTAL					
TOTAL					

VALORACION CUANTITATIVA (TOTAL ~~20~~): 19,11 = 19

VALORACION CUALITATIVA: Excelente

OPINION DE APLICIDAD: válida y aplicable

Lugar y fecha: Juliaca, 25 de junio de 2025

FIRMA DEL EXPERTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

UNIVERSIDA NACIONAL DE JULIACA

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

JUILICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y nombres: Juan America Farfan Flores

1.2. Institución que labora: Universidad Nacional de Juliaca

1.3. Titulo de investigación: Efectividad del teñido natural con material vegetal misiko (bidens andicola) en la solidez del color en hilado artesanal de lana ovino criollo (ovis aries), Puno 2024.

1.4. Autor del instrumento: Bach. Lourdes Alejandrina Paye Mamani

1.5. Nombre del instrumento: Ficha de registros para la solidez del color al lavado, al frote en seco y humeo y a la luz.

1.6. Criterios de aplicabilidad:

a. 1-9 (no valida, reformular)
b. 10-12 (no valida, modificar)
c. 12-16 (valida, mejorar)
d. 17-20 (valida, precisar)

II. ASPECTO A EVALUAR

INDICADORES DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO	CRITERIO	Deficiente (1-9)	Regular (10-12)	Bueno (12-16)	Excelente (17-20)
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado.				17
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables.				18
ACTUALIDAD	Se adecua al avance de la ciencia.				19
ORGANIZACIÓN	Existe organización y lógica.				20
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				17
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de la investigación.				19
CONSISTENCIA	Basado en el aspecto teórico, científico y tema de estudio				18
COHERENCIA	Basado en dimensiones y variables.				19
METODOLÓGICA	La estrategia responde al propósito de la investigación				19
SUB TOTAL					
TOTAL					

VALORACION CUANTITATIVA (TOTAL x 0,1): 18.44 = 18

VALORACION CUALITATIVA: Excelente

OPINION DE APLICIDAD: Válida y aplicable

Lugar y fecha: Juliaca, 25 de junio 2025

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 38: Hoja de recolección de datos para la prueba de solidez al color al lavado.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO
NORMA ASOCIACIÓN AMERICANA DE QUÍMICOS Y COLORISTAS TEXTILES (AATCC)-ISO

Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Ayabacas
Laboratorio: Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones

Encargado de laboratorio: Ing. Percy Waldir Mamani Mamani

Nº DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	PESO DE LA MADEJA				PARAMETROS DE TEÑIDO				SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																														
		Nº DE REPLICAS								REPLICA I MULTIFIBRA							REPLICA II MULTIFIBRA							REPLICA III MULTIFIBRA							REPLICA IV MULTIFIBRA												
		I	II	III	IV	R. PLANTA/SUSTRITO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA	TIEMPO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO						
M1	1:20	8.64g	8.67g	8.43g	8.62g	2/5	3	85	45	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**						
M2	1:20	8.88g	8.78g	8.59g	8.49g	1/5	3	85	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M3	1:20	8.56g	8.65g	8.67g	8.51g	2/5	5	85	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M4	1:20	8.63g	8.80g	8.90g	8.88g	1/5	5	85	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M5	1:20	8.78g	8.69g	8.48g	8.65g	2/5	3	95	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M6	1:20	8.89g	8.97g	8.67g	8.61g	1/5	3	95	45	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**						
M7	1:20	8.56g	8.62g	8.59g	8.53g	2/5	5	95	45	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**						
M8	1:20	8.87g	8.66g	8.67g	8.75g	1/5	5	95	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**						
M9	1:20	8.56g	8.87g	8.66g	8.57g	2/5	3	85	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M10	1:20	8.46g	8.61g	8.56g	8.58g	1/5	3	85	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**						
M11	1:20	8.85g	8.94g	8.62g	8.59g	2/5	5	85	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M12	1:20	8.35g	8.61g	8.89g	8.91g	1/5	5	85	55	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**						
M13	1:20	8.76g	8.49g	8.49g	8.73g	2/5	3	95	55	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M14	1:20	8.56g	8.69g	8.55g	8.84g	1/5	3	95	55	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M15	1:20	8.98g	8.29g	8.58g	8.92g	2/5	5	95	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**						
M16	1:20	8.67g	8.89g	8.81g	8.85g	1/5	5	95	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**						

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 39: Hoja de recolección de datos para la prueba de solidez al del color al frote en seco y húmedo.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE EN SECO Y HÚMEDO
NORMA ASOCIACIÓN AMERICANA DE QUÍMICOS Y COLORISTAS TEXTILES (AATCC)-ISO

Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Arabacas
Laboratorio: Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones
Encargado de laboratorio: Ing. Percy Waldir Mamani Mamani

Nº DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	PESO DE LA MADEJA				PARAMETROS DE TEÑIDO				SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE EN SECO					SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE EN HÚMEDO				
		Nº DE REPLICAS																	
		I	II	III	IV	R. PLANTA/SUSTRTRO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA DE TEÑIDO	TIEMPO DE TEÑIDO	REPLICA I	REPLICA II	REPLICA III	REPLICA IV	PROMEDIO	REPLICA I	REPLICA II	REPLICA III	REPLICA IV	PROMEDIO
M1	1:20	8.64g	8.67g	8.43g	8.62g	2/5	3	85	45	4	4	4	4/5		4	4/5	4/5	4	
M2	1:20	8.88g	8.78g	8.59g	8.49g	1/5	3	85	45	4/5	4	4	4		4/5	4	4	4	
M3	1:20	8.56g	8.65g	8.67g	8.51g	2/5	5	85	45	4	4	4	4		4	4/5	4	4/5	
M4	1:20	8.63g	8.80g	8.90g	8.88g	1/5	5	85	45	4	4	4	4		4	4/5	4	4	
M5	1:20	8.78g	8.69g	8.48g	8.65g	2/5	3	95	45	4	4/5	4/5	4/5		4/5	4	4	4/5	
M6	1:20	8.89g	8.97g	8.67g	8.61g	1/5	3	95	45	4	4/5	4	4/5		4/5	4	4	4/5	
M7	1:20	8.56g	8.62g	8.59g	8.53g	2/5	5	95	45	4	4/5	4/5	4		4	4	4/5	4	
M8	1:20	8.87g	8.66g	8.67g	8.75g	1/5	5	95	45	4	4	4	4/5		4	4/5	4/5	4	
M9	1:20	8.56g	8.87g	8.66g	8.57g	2/5	3	85	55	4	4	4	4		4	4	4	4	
M10	1:20	8.46g	8.61g	8.56g	8.58g	1/5	3	85	55	4/5	4	4	4		4/5	4	4	4	
M11	1:20	8.85g	8.94g	8.62g	8.59g	2/5	5	85	55	4	4	4	4/5		4	4	4	4	
M12	1:20	8.35g	8.61g	8.89g	8.91g	1/5	5	85	55	4	4	4/5	4/5		4	4	4/5	4	
M13	1:20	8.76g	8.49g	8.49g	8.73g	2/5	3	95	55	4	4/5	4/5	4		4	4/5	4/5	4	
M14	1:20	8.56g	8.69g	8.55g	8.84g	1/5	3	95	55	4/5	4	4	4		4/5	4	4	4	
M15	1:20	8.98g	8.29g	8.58g	8.92g	2/5	5	95	55	4	4	4	4/5		4/5	4	4	4/5	
M16	1:20	8.67g	8.89g	8.81g	8.85g	1/5	5	95	55	4	4	4	4/5		4	4	4	4/5	

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 40: Hoja de recolección de datos para la prueba de solidez al color la luz.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ
NORMA ASOCIACIÓN AMERICANA DE QUÍMICOS Y COLORISTAS TEXTILES (AATCC)-ISO

Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Axabacas
Laboratorio: Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones
Encargado de laboratorio: Ing. Percy Ing. Percy Waldir Mamani Mamani

Nº DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	PESO DE LA MADEJA Nº DE REPLICAS				PARAMETROS DE TEÑIDO				SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ				
		I	II	III	IV	R. PLANTA/SUSTRTRO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA DE TEÑIDO	TIEMPO DE TEÑIDO	REPLICA I	REPLICA II	REPLICA III	REPLICA IV	PROMEDIO
M1	1:20	8.64g	8.67g	8.43g	8.62g	2/5	3	85	45	4/5	5	4/5	4/5	
M2	1:20	8.88g	8.78g	8.59g	8.49g	1/5	3	85	45	4/5	4/5	4/5	4/5	
M3	1:20	8.56g	8.65g	8.67g	8.51g	2/5	5	85	45	4/5	5	5	5	
M4	1:20	8.63g	8.80g	8.90g	8.88g	1/5	5	85	45	4/5	4	4/5	4	
M5	1:20	8.78g	8.69g	8.48g	8.65g	2/5	3	95	45	5	4/5	4/5	4/5	
M6	1:20	8.89g	8.97g	8.67g	8.61g	1/5	3	95	45	4/5	5	4/5	4/5	
M7	1:20	8.56g	8.62g	8.59g	8.53g	2/5	5	95	45	4/5	4/5	4/5	4/5	
M8	1:20	8.87g	8.66g	8.67g	8.75g	1/5	5	95	45	4/5	4/5	4/5	4/5	
M9	1:20	8.56g	8.87g	8.66g	8.57g	2/5	3	85	55	4/5	4/5	4	4	
M10	1:20	8.46g	8.61g	8.56g	8.58g	1/5	3	85	55	4/5	4/5	4/5	4/5	
M11	1:20	8.85g	8.94g	8.62g	8.59g	2/5	5	85	55	4	4/5	4/5	4/5	
M12	1:20	8.35g	8.61g	8.89g	8.91g	1/5	5	85	55	4	4/5	4/5	4	
M13	1:20	8.76g	8.49g	8.49g	8.73g	2/5	3	95	55	4	4/5	4/5	4/5	
M14	1:20	8.56g	8.69g	8.55g	8.84g	1/5	3	95	55	4	4/5	4	4/5	
M15	1:20	8.98g	8.29g	8.58g	8.92g	2/5	5	95	55	4/5	4/5	4/5	4/5	
M16	1:20	8.67g	8.89g	8.81g	8.85g	1/5	5	95	55	5	4/5	4/5	4/5	

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 41: Datos de la prueba de solidez al color al lavado.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO
NORMA ASOCIACIÓN AMERICANA DE QUÍMICOS Y COLORISTAS TEXTILES (AATCC)-ISO

Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Ayabacas.
Laboratorio: Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones
Encargado de laboratorio: Ing. Percy Waldir Mamani Mamani

Nº DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	PESO DE LA MADEJA				PARAMETROS DE TEÑIDO				SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO																											
		Nº DE REPLICAS								REPLICA I MULTIFIBRA							REPLICA II MULTIFIBRA							REPLICA III MULTIFIBRA							REPLICA IV MULTIFIBRA						
		I	II	III	IV	R. PLANTA/SUSTRATO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA	TIEMPO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO	Acetato	Algodón	Nylon	Poliéster	Acrílico	Lana	PROMEDIO
M1	1:20	8.64g	8.67g	8.43g	8.62g	2/5	3	85	45	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**
M2	1:20	8.88g	8.78g	8.59g	8.49g	1/5	3	85	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M3	1:20	8.56g	8.65g	8.67g	8.51g	2/5	5	85	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M4	1:20	8.63g	8.80g	8.90g	8.88g	1/5	5	85	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M5	1:20	8.78g	8.69g	8.48g	8.65g	2/5	3	95	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M6	1:20	8.89g	8.97g	8.67g	8.61g	1/5	3	95	45	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**
M7	1:20	8.56g	8.62g	8.59g	8.53g	2/5	5	95	45	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**
M8	1:20	8.87g	8.66g	8.67g	8.75g	1/5	5	95	45	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**
M9	1:20	8.56g	8.87g	8.66g	8.57g	2/5	3	85	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M10	1:20	8.46g	8.61g	8.56g	8.58g	1/5	3	85	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**
M11	1:20	8.85g	8.94g	8.62g	8.59g	2/5	5	85	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M12	1:20	8.35g	8.61g	8.89g	8.91g	1/5	5	85	55	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**
M13	1:20	8.76g	8.49g	8.49g	8.73g	2/5	3	95	55	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.46**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M14	1:20	8.56g	8.69g	8.55g	8.84g	1/5	3	95	55	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M15	1:20	8.98g	8.29g	8.58g	8.92g	2/5	5	95	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**
M16	1:20	8.67g	8.89g	8.81g	8.85g	1/5	5	95	55	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**	4.5	4.5	5	3.5	5	4.5	**4.50**	4.5	4.5	5	3	5	4.5	**4.42**

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 42: Datos de la prueba de solidez al del color al frote en seco y húmedo.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE EN SECO Y HÚMEDO
NORMA ASOCIACIÓN AMERICANA DE QUÍMICOS Y COLORISTAS TEXTILES (AATCC)-ISO

Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Ayabacas
Laboratorio: Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones
Encargado de laboratorio: Ing. Percy Waldir Mamani Mamani

Nº DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	PESO DE LA MADEJA				PARAMETROS DE TEÑIDO				SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE EN SECO					SOLIDEZ DEL COLOR AL FROTE EN HÚMEDO				
		Nº DE REPLICAS				R. PLANTA/SUSTRTRO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA DE TEÑIDO	TIEMPO DE TEÑIDO	REPLICA I	REPLICA II	REPLICA III	REPLICA IV	PROMEDIO	REPLICA I	REPLICA II	REPLICA III	REPLICA IV	PROMEDIO
		I	II	III	IV														
M1	1:20	8.64g	8.67g	8.43g	8.62g	2/5	3	85	45	4	4	4	4.5	4.13	4	4.5	4.5	4	4.25
M2	1:20	8.88g	8.78g	8.59g	8.49g	1/5	3	85	45	4.5	4	4	4	4.13	4.5	4	4	4	4.13
M3	1:20	8.56g	8.65g	8.67g	8.51g	2/5	5	85	45	4	4	4	4	4.00	4	4.5	4	4.5	4.25
M4	1:20	8.63g	8.80g	8.90g	8.88g	1/5	5	85	45	4	4	4	4	4.00	4	4.5	4	4	4.13
M5	1:20	8.78g	8.69g	8.48g	8.65g	2/5	3	95	45	4	4.5	4.5	4.5	4.38	4.5	4	4	4.5	4.25
M6	1:20	8.89g	8.97g	8.67g	8.61g	1/5	3	95	45	4	4.5	4	4.5	4.25	4.5	4	4	4.5	4.25
M7	1:20	8.56g	8.62g	8.59g	8.53g	2/5	5	95	45	4	4.5	4.5	4	4.25	4	4	4.5	4	4.13
M8	1:20	8.87g	8.66g	8.67g	8.75g	1/5	5	95	45	4	4	4	4.5	4.13	4	4.5	4.5	4	4.25
M9	1:20	8.56g	8.87g	8.66g	8.57g	2/5	3	85	55	4	4	4	4	4.00	4	4	4	4	4.00
M10	1:20	8.46g	8.61g	8.56g	8.58g	1/5	3	85	55	4.5	4	4	4	4.13	4.5	4	4	4	4.13
M11	1:20	8.85g	8.94g	8.62g	8.59g	2/5	5	85	55	4	4	4	4.5	4.13	4	4	4	4	4.00
M12	1:20	8.35g	8.61g	8.89g	8.91g	1/5	5	85	55	4	4	4.5	4.5	4.25	4	4	4.5	4	4.13
M13	1:20	8.76g	8.49g	8.49g	8.73g	2/5	3	95	55	4	4.5	4.5	4	4.25	4	4.5	4.5	4	4.25
M14	1:20	8.56g	8.69g	8.55g	8.84g	1/5	3	95	55	4.5	4	4	4	4.13	4.5	4	4	4	4.13
M15	1:20	8.98g	8.29g	8.58g	8.92g	2/5	5	95	55	4	4	4	4.5	4.13	4.5	4	4	4.5	4.25
M16	1:20	8.67g	8.89g	8.81g	8.85g	1/5	5	95	55	4	4	4	4.5	4.13	4	4	4	4.5	4.13

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 43: Datos de la prueba de solidez al color la luz.

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ
NORMA ASOCIACIÓN AMERICANA DE QUÍMICOS Y COLORISTAS TEXTILES (AATCC)-ISO

Lugar de ejecución: Universidad Nacional de Juliaca-sede Avabacas
Laboratorio: Escuela Profesional de Ingeniería Textil y de Confecciones
Encargado de laboratorio: Ing. Percy Ing. Percy Waldir Mamani Mamani

Nº DE TRATAMIENTO	RELACION DE BAÑO	PESO DE LA MADEJA Nº DE REPLICAS				PARAMETROS DE TEÑIDO				SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ				
		I	II	III	IV	R. PLANTA/SUSTRTO	C.MORDIENTE	TEMPERATURA DE TEÑIDO	TIEMPO DE TEÑIDO	REPLICA I	REPLICA II	REPLICA III	REPLICA IV	PROMEDIO
M1	1:20	8.64g	8.67g	8.43g	8.62g	2/5	3	85	45	4.5	5	4.5	4.5	4.63
M2	1:20	8.88g	8.78g	8.59g	8.49g	1/5	3	85	45	4.5	4.5	4.5	4.5	4.50
M3	1:20	8.56g	8.65g	8.67g	8.51g	2/5	5	85	45	4.5	5	5	5	4.88
M4	1:20	8.63g	8.80g	8.90g	8.88g	1/5	5	85	45	4.5	4	4.5	4	4.25
M5	1:20	8.78g	8.69g	8.48g	8.65g	2/5	3	95	45	5	4.5	4.5	4.5	4.63
M6	1:20	8.89g	8.97g	8.67g	8.61g	1/5	3	95	45	4.5	5	4.5	4.5	4.63
M7	1:20	8.56g	8.62g	8.59g	8.53g	2/5	5	95	45	4.5	4.5	4.5	4.5	4.50
M8	1:20	8.87g	8.66g	8.67g	8.75g	1/5	5	95	45	4.5	4.5	4.5	4.5	4.50
M9	1:20	8.56g	8.87g	8.66g	8.57g	2/5	3	85	55	4.5	4.5	4	4	4.25
M10	1:20	8.46g	8.61g	8.56g	8.58g	1/5	3	85	55	4.5	4.5	4.5	4.5	4.50
M11	1:20	8.85g	8.94g	8.62g	8.59g	2/5	5	85	55	4	4.5	4.5	4.5	4.38
M12	1:20	8.35g	8.61g	8.89g	8.91g	1/5	5	85	55	4	4.5	4.5	4	4.25
M13	1:20	8.76g	8.49g	8.49g	8.73g	2/5	3	95	55	4	4.5	4.5	4.5	4.38
M14	1:20	8.56g	8.69g	8.55g	8.84g	1/5	3	95	55	4	4.5	4	4.5	4.25
M15	1:20	8.98g	8.29g	8.58g	8.92g	2/5	5	95	55	4.5	4.5	4.5	4.5	4.50
M16	1:20	8.67g	8.89g	8.81g	8.85g	1/5	5	95	55	5	4.5	4.5	4.5	4.63

FIRMA DEL EXPERTO

ANEXO 44: Matriz de consistencia.

<table>
<tr><th colspan="7">EFECTIVIDAD DEL TEÑIDO NATURAL CON MATERIAL VEGETAL MISIKO (Bidens andícola) EN LA SOLIDEZ DEL COLOR EN HILADO ARTESANAL DE LANA OVINO CRIOLLO (Ovis aries), PUNO 2024</th></tr>
<tr><th>PROBLEMA</th><th>OBJETIVOS</th><th>HIPOTESIS</th><th>VARIABLES</th><th>DIMENCIONES</th><th>INDICADORES</th><th>METODOLOGIA</th></tr>
<tr>
<td>Problema general
¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (Bidens andícola) en la prueba de solidez del color en el hilado artesanal de la lana de ovino criollo (Ovis aries), Puno 2024?
Problemas específicos
- ¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (Bidens andícola) en la prueba de solidez al lavado en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (Ovis aries)?
- ¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (Bidens andícola) en la prueba de solidez al frote en hilado artesanal de la lana de ovino criollo</td>
<td>Objetivo general
Determinar la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (Bidens andícola) en la prueba solidez del color en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (Ovis aries), Puno 2045.
Objetivos específicos.
- Determinar la efectividad del teñido natural con Misiko (Bidens andícola) en la prueba de solidez del color al lavado en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (Ovis aries).
- Determinar la efectividad del teñido natural con Misiko (Bidens andícola) en la prueba de solidez del color al frote en seco y húmedo en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (Ovis aries).</td>
<td>Hipótesis general:
El teñido natural con material vegetal Misiko (Bidens andícola) influye significativa en la solidez del color en hilado artesanal de ovino criollo (Ovis aries), Puno 2045.
Hipótesis específicas:
- El teñido natural con Misiko (Bidens andícola) influye significativamente en la prueba de solidez al lavado, en hilado artesanal de ovino criollo (Ovis aries).
- El teñido natural con Misiko (Bidens andícola) influye significativamente en la prueba de solidez al frote en seco y húmedo, en hilado artesanal de ovino criollo (Ovis aries).
- El teñido natural con</td>
<td>(Variable independiente)
Teñido natural con Misiko (Bidens andícola)</td>
<td>Relación Planta/sustrato

Concentración de mordiente

Temperatura de teñido

Tiempo al lavado</td>
<td>Kg. de tallos y hojas de misiko, en función al baño tintóreo del sustrato

Gramos de mordiente en función al volumen del baño tintóreo.

Grados centígrados del teñido.

Minutos que dura el teñido</td>
<td>Tipo de investigación:
Experimental
Nivel de investigación:
Explicativo
Población: hilado de lana de ovino criollo de la comunidad de Llachahui.
Muestra: total de 256 muestras, derivadas del método estadístico diseño experimental factorial completo 2^k, k=4.
Técnicas:
Observaciones experimentales.
Instrumento: Hoja o ficha de registros datos, normas AATCC
Procedimiento.
1.Extracción misiko del colorante en líquido.
2.Acondicionamiento del hilado de ovino en el teñido.
3. Teñido del hilo de ovino con misiko.
4. Evaluación de la solidez del color en los teñidos mediante pruebas de solidez: solidez al</td>
</tr>
</table>

(*Ovis aries)?* - ¿Cuál es la efectividad del teñido natural con material vegetal Misiko (*Bidens andícola)* en la prueba de solidez a la luz en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*)?	- Determinar la efectividad del teñido natural con Misiko (*Bidens andícola*) en la prueba de solidez del color a la luz en hilado artesanal de la lana de ovino criollo (*Ovis aries*).	Misiko (*Bidens andícola*) influye significativamente en la prueba de solidez a la luz, en hilado artesanal de ovino criollo (*Ovis aries).*	**(Variable dependiente)** Solidez al color	Solidez al lavado	Grado de cambio de color del sustrato teñido.	lavado, Solidez al frote en seco y húmedo y solidez a la luz **Método estadístico:** diseño experimental factorial completo 2^k, k=4.
				Solidez a la luz	Grado de perdida de color del sustrato teñido.	
				Solidez al frote en seco	Grado de degradación del color del sustrato teñido.	
				Solidez al frote en húmedo	Grado de degradación del color del sustrato teñido.	

FUENTE: Elaboración propia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

"Universidad Pública de Calidad"