



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

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



**“CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA
AYAPIRA (*Picramnia sellowii* Planch), COMO COLORANTE
NATURAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE
SOLIDEZ DE COLOR EN EL HILADO DE FIBRA
DE ALPACA, PUNO-2023”**

MARILIZA LUQUE HUAMAN

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

Asesora: Mtra. Roxana Tacuri Robles

Co - Asesor: Ing. Nestor Fredy Quispe Salazar



JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

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



**“CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA
AYAPIRA (*Picramnia sellowii* Planch), COMO COLORANTE
NATURAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE
SOLIDEZ DE COLOR EN EL HILADO DE FIBRA
DE ALPACA, PUNO-2023”**

MARILIZA LUQUE HUAMAN

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

Asesora: Mtra. Roxana Tacuri Robles

Co - Asesor: Ing. Nestor Fredy Quispe Salazar



JULIACA - PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE
CONFECCIONES



“CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA
AYAPIRA (*Picramnia sellowii* Planch), COMO COLORANTE
NATURAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE
SOLIDEZ DE COLOR EN EL HILADO DE FIBRA
DE ALPACA, PUNO-2023”

Mariliza Luque Huaman

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL Y DE CONFECCIONES

Asesora: Mtra. Roxana Tacuri Robles

Co - Asesor: Ing. Nestor Fredy Quispe Salazar

Juliaca, 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Luque H, (2024). *Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (Picramnia sellowii Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023* (Tesis de Pregrado)
Universidad Nacional de Juliaca, Juliaca

AUTOR: Mariliza Luque Huaman

TÍTULO: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Número de páginas (177 p.)

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

CÓDIGO: 04-000013-04/L99

NOTA: Contiene bibliografía

ASESORA: Mtra. Roxana Tacuri Robles

CO-ASESOR: Ing. Nestor Fredy Quispe Salazar

PALABRAS CLAVES: Ayapira, colorante, fitoquímica, fibra de alpaca, prueba de solidez y teñido natural.

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

**“CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA
AYAPIRA (*Picramnia sellowii* Planch), COMO COLORANTE
NATURAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE
SOLIDEZ DE COLOR EN EL HILADO DE FIBRA
DE ALPACA, PUNO - 2023”**

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

Presentado por:

Mariliza Luque Huaman

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

D.Sc. Julio César Huanca Marín
PRESIDENTE DE JURADO

Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita
JURADO (secretario)

M.Sc. Leandro Ticona Apaza
JURADO (vocal)



Mtra. Roxana Tacuri Robles
ASESORA DE TESIS



2° MIEMBRO



3° MIEMBRO



Ing. Nestor Fredy Quispe Salazar
CO – ASESOR DE TESIS

NOMBRE DEL TRABAJO

Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (picramnia sellowii Planch), como colorante n

AUTOR

Mariliza Luque Huaman

RECUENTO DE PALABRAS

43826 Words

RECUENTO DE CARACTERES

207303 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

177 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.7MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 29, 2024 9:12 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME


Aug 29, 2024 9:14 AM GMT-5**● 9% de similitud general**

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

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



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

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y guiar mi camino hasta lograr u no de mis objetivos en mi formación profesional, por darme sabiduría y fuerzas para terminar mis estudios y por el soporte de mis penas y alegrías.

Con mucho cariño y amor a mis queridos padres, Carlos Luque Zamata y Eugenia Huaman Ñaupá, por ser mi mayor ejemplo y mi aliento de seguir adelante, que en el transcurso de mi vida supieron inculcarme valores, confiaron en mí y gracias por la dedicación, sus sacrificios y esfuerzos, que apoyaron mi formación personal y profesional.

A mi hermano Wilson Vidal Luque Huaman por el apoyo que me brindo y me dio su amor incondicional durante toda mi vida agradezco a su pareja Diana Delia Mamani Mamani y mi sobrino Bastian Yahir Luque Mamani por su apoyo moral.

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, agradezco a Dios por bendecirme con buena salud y por ser mi guía espiritual, también expreso mi gratitud a la UNAJ y a sus autoridades, especialmente a la escuela profesional de ingeniería textil y de confecciones, coordinador y la plana docente por compartir sus enseñanzas, experiencias en cada área durante mi formación profesional.

Al CITEtextil camélidos Arequipa y al director: Mg. Guido Michell David Chirinos Tovar, en particular al ingeniero José Luis Carrasco Bocangel y al señor Marco Antonio por su apoyo durante la ejecución experimental de la investigación.

Al Dr. Olivio Nino Castro Madrujano, director del Departamento Académico de Química Orgánica, de la facultad de Química-UNMSM por su apoyo en la ejecución de la investigación.

A la Mtra. Roxana Tacuri Robles asesora de tesis de la presente investigación, por brindarme su apoyo y su tiempo desde el comienzo del proyecto hasta la finalización del informe final.

Al Co-Asesor de tesis, Ing. Nestor Fredy Quispe Salazar de la presente investigación, por brindarme su apoyo y su tiempo desde el comienzo, en la redacción del proyecto hasta la finalización del informe final.

Al jurado calificador, Dr. Julio César Huanca Marín, Dr. Jhon Richard Huanca Suaquita y al M.Sc. Leandro Ticona Apaza por su apoyo y su tiempo durante la revisión de mi trabajo de investigación, por las sugerencias emitidas durante el desarrollo de la investigación, también agradezco al M.Sc. Jhony Adalith Arisaca Parillo por las sugerencias emitidos y por su tiempo.

Finalmente, agradecer a todas mis compañeros y amigas, en especial, Sandra, Anabel, Melanie, Luz Delia, Paola, Yulisa, Sonia y Deysi Maribel gracias por los buenos momentos y su amistad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
INTRODUCCIÓN	xxiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	26
1.2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	28
1.2.1. Pregunta General	28
1.2.2. Preguntas Específicas	28
1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	28
1.3.1. Objetivo general	28
1.3.2. Objetivos específicos	28
1.4. JUSTIFICACIÓN	29

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	30
2.1.1. Antecedente internacional	30
2.1.2. Antecedente nacional	32
2.1.3. Antecedente regional	33

2.2.	BASES TEÓRICAS	35
2.2.1.	Fitoquímica	35
2.2.2.	Compuestos activos de los vegetales	35
2.2.3.	Colorantes	36
2.2.4.	Clasificación de colorantes	36
2.2.5.	Características químicas	37
2.2.6.	Ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch)	38
2.2.7.	Extracción del colorante	39
2.2.8.	Teñido textil	40
2.2.9.	Procesos del teñido	40
2.2.10.	Parámetros de teñido	41
2.2.11.	Pretratamiento pre-tintura	42
2.2.12.	Tipos de mordientes	43
2.2.11.	Prueba de solidez al color	44
2.2.12.	Escala de grises	45
2.2.13.	Fibra de alpaca	46
2.2.14.	Características de las fibras	46
2.2.16.	Composiciones químicas de las fibras de alpaca	46
2.2.17.	Propiedad química de las fibras	46
2.2.18.	Propiedades físicas de las fibras de alpaca	47
2.2.19.	Equipos de laboratorio	48

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	ÁMBITO DE ESTUDIO	53
3.2.	DISEÑO METODOLÓGICO	53
3.2.1.	Tipo investigación	53
3.2.2.	Nivel de investigación	54
3.2.3.	Diseño y método de investigación	54
3.3.	FORMUULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	54
3.3.1.	Hipótesis general	54
3.3.2.	Hipótesis específicas	54
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRAS DE LA INVESTIGACIÓN	55

3.4.1. Población	55
3.4.2. Tipo de Muestras	55
3.4.3. Tamaño de muestra	55
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56
3.5.1. Técnicas	56
3.5.2. Instrumentos	56
3.6. EQUIPOS, MATERIALES, REACTIVOS PARA LA CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE AYAPIRA	56
3.6.1. Equipos	56
3.6.2. Materiales	57
3.6.3. Reactivos	57
3.7. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS, PARA LA EXTRACCIÓN DE COLORANTE DE LAS HOJAS DE AYAPIRA, TEÑIDO Y LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ DE COLOR.	57
3.7.1. Equipos	57
3.7.2. Materiales	57
3.7.3. Reactivos	58
3.8. PROCEDIMIENTO DE LA CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA	58
3.8.1. Obtención de materia	58
3.8.3. Lavado y secado	58
3.8.4. Triturado	58
3.8.5. Método de Extracción	59
3.8.6. Filtración	59
3.8.7. Análisis fitoquímico del extracto de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch)	60
3.8. PROCEDIMIENTO DE LA EXTRACCIÓN, TEÑIDO Y PRUEBAS DE LA SOLIDEZ DE COLOR	65
3.8.1. Extracción del colorante de las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch) en líquido.	65
3.8.2. Solideces de color en teñidos de hilados de la fibra de alpaca	72
3.9. LOS PROCESOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	75
3.9.1. Diseño experimental	75

3.9.2. Variable de los procesos de teñidos naturales del hilado de fibra de alpaca con ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch)	79
3.9.3. Análisis estadístico de los datos	80

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	81
4.1.1. Evaluar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca	81
4.1.2. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.	100
4.1.3. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.	110
4.1.4. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.	120
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	129
4.2.1. Evaluar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca.	129
4.2.2. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.	131
4.2.3. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.	132

4.2.4. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.	133
--	-----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	135
5.2. RECOMENDACIONES	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
ANEXOS	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	<i>Calificación en la escala de grises.</i>	45
Tabla 2:	<i>Tamaño de muestras del diseño experimental factorial</i>	56
Tabla 3:	<i>Análisis de varianza de un diseño factorial 2^k.</i>	77
Tabla 4:	<i>Matriz diseño factorial 2^4 para la solidez de color a la luz, lavado y frote</i>	77
Tabla 5:	<i>Combinación de tratamientos del teñido natural con las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	78
Tabla 6:	<i>Combinaciones para cada tratamiento.</i>	79
Tabla 7:	<i>Dimensiones de las entradas del procedimiento de teñido de hilado de fibra de alpaca.</i>	80
Tabla 8:	<i>Dimensiones de las respuestas del procedimiento del teñido de hilado de fibra de alpaca.</i>	80
Tabla 9:	<i>Identificación de la cumarina de las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	81
Tabla 10:	<i>Identificación de alcaloides en las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	82
Tabla 11:	<i>Identificación de saponinas en las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	83
Tabla 12:	<i>Identificación de taninos e las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	84
Tabla 13:	<i>Identificación de quinonas - antraquinonas de las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	85
Tabla 14:	<i>Identificación de los flavonoides de las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	85
Tabla 15:	<i>Identificación de las antocianinas de las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).</i>	86

Tabla 16: <i>Identificación de las antocianinas - betalainas de las hojas de ayapira (Picramnia sellowii Planch).</i>	87
Tabla 17: <i>Resultado para la solidez de color (prueba de Ryan Joiner).</i>	89
Tabla 18: <i>Prueba igualdad de varianzas para la solidez de color (prueba Levene).</i>	90
Tabla 19: <i>Prueba de validación de la hipótesis general (ANOVA).</i>	90
Tabla 20: <i>Resultados de la prueba de las solideces de color (réplica I).</i>	91
Tabla 21: <i>Resultados de la prueba de las solideces de color (replica II).</i>	92
Tabla 22: <i>Análisis de varianza para la solidez de color.</i>	93
Tabla 23: <i>Efectos de cada factor para la solidez de color.</i>	95
Tabla 24: <i>Diferencias estadísticas del método de Tukey con nivel de confianza del 95% de la solidez de color.</i>	97
Tabla 25: <i>Comparación del tipo de mordiente utilizando el método Tukey para la solidez de color.</i>	96
Tabla 26: <i>Comparación de la concentración de mordiente utilizando el método Tukey para la solidez de color.</i>	99
Tabla 27: <i>Comparación del tiempo de teñido utilizando el método Tukey para la solidez de color.</i>	99
Tabla 28: <i>Comparación relación planta/sustrato utilizando el método Tukey para la solidez de color.</i>	100
Tabla 29: <i>Resultado para la solidez de color a la luz (prueba de Ryan Joiner).</i>	101
Tabla 30: <i>Prueba de igualdad de varianzas para la solidez de color a la luz (prueba de Levene).</i>	102
Tabla 31: <i>Prueba de validación de la hipótesis específica I (ANOVA)</i>	102
Tabla 32: <i>Resultados descriptivos de las pruebas solidez de color a la luz.</i>	103
Tabla 33: <i>Análisis de varianza para la solidez de color a la luz</i>	104
Tabla 34: <i>Efectos evaluados para la solidez de color a la luz.</i>	106

Tabla 35: <i>Diferencias estadísticas del método de Tukey con nivel de confianza del 95% de la solidez de color a la luz.</i>	108
Tabla 36: <i>Resultado para la solidez de color al lavado (prueba de Ryan Joiner).</i>	110
Tabla 37: <i>Prueba de igualdad de varianzas para la solidez de color al lavado (prueba de Levene).</i>	111
Tabla 38: <i>Prueba de validación de la hipótesis 2 (ANOVA).</i>	112
Tabla 39: <i>Resultados descriptivos de las pruebas solidez de color al lavado.</i>	113
Tabla 40: <i>Análisis de varianza para la solidez de color al lavado.</i>	114
Tabla 41: <i>Efectos de los factores para la solidez de color al lavado.</i>	116
Tabla 42: <i>Diferencias estadísticas del método de Tukey con nivel de confianza del 95 % de la solidez de color al lavado.</i>	118
Tabla 43: <i>Resultado para la Solidez de Color al Frote (prueba de Ryan Joiner).</i>	120
Tabla 44: <i>Prueba de igualdad de varianza para la solidez de color al frote (prueba de Levene).</i>	121
Tabla 45: <i>Prueba de validación de la hipótesis específica 3 (ANOVA).</i>	122
Tabla 46: <i>Resultados descriptivos de las pruebas solidez de color al frote.</i>	122
Tabla 47: <i>Análisis de varianza para la solidez de color al frote.</i>	123
Tabla 48: <i>Efectos de los factores para la solidez de color al frote.</i>	125
Tabla 49: <i>Diferencias estadísticas entre el tratamiento y la solidez de color al frote según el método Tukey y una confianza del 95 %.</i>	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hojas de Ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch)	38
Figura 2: Escalas de gris para evaluar los cambios de color.	45
Figura 3: Escalas de gris para evaluar la transferencia de color.	45
Figura 4: Datacolor (AHIBA IR.).	49
Figura 5: Principio de funcionamiento.	49
Figura 6: Rotación del vaso.	50
Figura 7: Crockmeter (Frictometro) M238BB Electronic Crockmete.	51
Figura 8: Cabina de luces.	51
Figura 9: Estufa eléctrica.	52
Figura 10: Lauderometro (water colour fastness tester).	52
Figura 11: Proceso fotográfico de la obtención de la materia y la extracción para realizar la caracterización fitoquímica.	59
Figura 12: Curva de extracción de tinte de la ayapira.	65
Figura 13: Procedimiento de la extracción de colorante de las hojas de ayapira para las tres relaciones planta/sustrato.	66
Figura 14: Procesos de teñido natural con las hojas de ayapira.	67
Figura 15: Curva para realizar el lavado de las madejas de hilado de fibra de alpaca.	69
Figura 16: Curva de teñido del hilado de la fibra de alpaca.	71
Figura 17: Secuencia fotográfica del teñido de hilado en fibra de alpaca.	71
Figura 18: Secuencia fotográfica de pruebas de solidez de color a la luz.	72
Figura 19: Secuencia fotográfica de pruebas de solidez de color al lavado.	74
Figura 20: Secuencia fotográfica de pruebas de solidez de color al frote.	75
Figura 21: Representación geométrica factorial 2 ⁴	79
Figura 22: Diseño estadístico de experimentos de las variables entrada y de salida	79

Figura 23: Gráfica de probabilidad de la solidez de color.	89
Figura 24: Gráfica de efecto principal para la solidez de color.	95
Figura 25: Gráfica de interacciones para la solidez de color.	96
Figura 26: Gráfica normal de efecto estandarizados de la solidez de color.	98
Figura 27: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la solidez de color.	95
Figura 28: Gráfica de probabilidad de las pruebas de solidez de color a la luz.	101
Figura 29: Gráfica del efecto principal para la solidez de color a la luz.	106
Figura 30: Gráfica de interacciones para la solidez de color a la luz.	107
Figura 31: Gráfica normal de los efectos estandarizados de la solidez a la luz	109
Figura 32: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados.	109
Figura 33: Gráfica de prueba de probabilidad de la solidez de color al lavado.	111
Figura 34: Gráfica del efecto principal para la solidez de color al lavado.	116
Figura 35: Gráfica de interacciones para la solidez de color al lavado.	117
Figura 36: Gráfica normal de efectos estandarizados de la solidez de color al lavado.	119
Figura 37: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados.	119
Figura 38: Gráfica de prueba de probabilidad de la solidez de color al frote.	120
Figura 39: Gráfica de efecto principal para la solidez de color al frote.	125
Figura 40: Gráfica de las interacciones para la solidez de color al frote.	126
Figura 41: Gráfica normal de efectos estandarizados de la solidez de color al frote.	128
Figura 42: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados.	128

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Constancia de la universidad Nacional Mayor de San Marcos.	151
ANEXO 2: Constancia de CITEtextil camélidos Arequipa - Centro de Innovación Productiva y Transparencia Tecnológica.	152
ANEXO 3: Ficha de las recolecciones de datos de las solideces de color al lavado, luz y frote.	153
ANEXO 4: Cálculo de la cantidad de mordiente y relación de baño planta/sustrato.	153
ANEXO 5: Resultado de las pruebas de solidez de color a la luz del teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).	155
ANEXO 6: Resultado de las pruebas de solidez al lavado del teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).	156
ANEXO 7: Resultado de las pruebas de solidez de al frote del teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).	157
ANEXO 8: Constancia taxonómica de las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).	158
ANEXO 9: Secuencia fotográfica de la caracterización fitoquímica.	159
ANEXO 10: Secuencia fotográfica de la extracción del colorante de las hojas de ayapira (<i>Picramnia sellowii</i> Planch).	163
ANEXO 11: Secuencia del teñido del hilado de fibra de alpaca para la evaluación de la solidez de color.	164
ANEXO 12: Secuencia fotográfica de la solidez de color a la luz y su evaluación.	167
ANEXO 13: Secuencia fotográfica de la solidez de color al lavado.	168
ANEXO 14: Secuencia de fotos de la solidez de color al frote.	170

ANEXO 15: Materiales utilizados para evaluar la solidez al lavado y frote en seco.	171
ANEXO 16: Validación por juicio de expertos del Instrumento de recolección de datos.	172

LISTA DE ACRÓNIMOS

NTP	: Norma Técnica Peruana.
ITP	: Instituto Tecnológico de la Producción.
GL	: Grados de libertad.
cc	: Concentrado.
AD	: Anderson Darling.
Trat.	: Tratamientos.
Sig	: Significancia según Tukey.
Min	: Minutos.
CM Ajust.	: Los cuadrados medios ajustados.
AATCC	: Asociación Americana de Químicos Textiles y Coloristas.
INACAL	: Instituto Nacional de Calidad.
ANOVA	: Análisis de la varianza
SC Ajust.	: Las sumas ajustadas de los cuadrados.

RESUMEN

En la presente investigación, su objetivo fue evaluar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de las pruebas de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca. El estudio utilizó un enfoque cuantitativo mediante un diseño factorial 2^k , su población del estudio fue el hilado de alpaca, se trabajó con 16 tratamientos, 4 puntos medio y 2 repeticiones, se estudió 4 factores estableciendo los parámetros tipo de mordiente, concentración de mordiente, tiempo de teñido y relación de planta/sustrato. Para los análisis de datos se utilizó el software Minitab versión 19, se evaluó la prueba de normalidad Ryan Joiner, ANOVA con un nivel de confianza 95 %. Los resultados encontrados en la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira fue el metabolito secundario llamado las antocianinas lo cual se obtuvo mediante la coloración y precipitación de color rojo y morado. La prueba de solidez de color si tienen efectos significativos, donde el factor tipo de mordiente tiene mayor efecto seguido la relación planta/sustrato y tiempo de teñido, También se llevaron a cabo las pruebas de Tukey con una confianza del 95 %, donde el tratamiento T4 obtuvo los resultados más favorables con una media de 3.9, así mismo los tratamientos T6, T8 y T2 se obtiene buenos resultados con una media de 3.7, 3.6 y 3.5, los resultados mencionados se evaluaron según la escala de grises de la NTP que tiene una calificación de bueno. Se concluye que el teñido con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) tienen efectos significativos en las solidez de color al lavado, luz y frote en los hilados de fibras de alpaca.

Palabras claves: Ayapira, colorante, fitoquímica, fibra de alpaca, prueba de solidez y teñido natural.

ABSTRACT

In the present investigation, its objective was to evaluate the effect of the phytochemical characterization of the extract of the ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), as a natural dye for the evaluation of the color fastness tests in the alpaca fiber yarn. The study used a quantitative approach through a 2k factorial design, its study population was the alpaca yarn, it worked with 16 treatments, 4 midpoints and 2 repetitions, 4 factors were studied establishing the parameters type of mordant, mordant concentration, dyeing time and plant / substrate ratio. For data analysis, Minitab version 19 software was used, the Ryan Joiner normality test was evaluated, ANOVA with a 95% confidence level. The results found in the phytochemical characterization of the ayapira extract was the secondary metabolite called anthocyanins which was obtained through red and purple coloration and precipitation. The color fastness test has significant effects, where the type of mordant factor has the greatest effect, followed by the plant/substrate ratio and dyeing time. Tukey tests were also carried out with a confidence level of 95%, where the T4 treatment obtained the most favorable results with an average of 3.9, likewise the T6, T8 and T2 treatments obtained good results with an average of 3.7, 3.6 and 3.5, the aforementioned results were evaluated according to the NTP gray scale that has a good rating. It is concluded that dyeing with ayapira leaves (*Picramnia sellowii* Planch) has significant effects on color fastness to washing, light and rubbing in alpaca fiber yarns.

Keywords: Alpaca fiber, Ayapira, dye, fastness test, natural dyeing and phytochemistry.

INTRODUCCIÓN

La marcha fitoquímica es una prueba de investigación que se utiliza para identificar cualitativamente los esenciales grupos de componentes químicos presentes en las plantas y extraerlos utilizando disolventes apropiados y reacciones de color apropiados (Hoyos, 2016). Se ocupa del análisis de compuestos en plantas, particularmente los llamados metabolito secundario (Hernández *et al.*, 2020), así mismo, le pertenece caracterizar el tipo de sustancia química que se localiza en pocas porciones de distintas sustancias producidas por plantas que es favorable (Sánchez & Figueroa, 2022). Las antocianinas son sustancias de colorantes naturales que proporcionan atractivos colores que van de rojo al azul y violeta (Punyachareonnon *et al.*, 2021).

La empresa textil se conoce como uno de las más contaminantes del medio ambiente, ya que utilizan pigmentos químicos en el teñido de prendas y fibras textiles (Solís *et al.*, 2013). Se confirma esta problemática en el sector textil, ya que causan contaminación con los colorantes sintéticos en el teñido de hilados (Brañez *et al.*, 2018), por esa razón se realiza la investigación para revalorar el tinte natural de las hojas de ayapira.

Los colorantes naturales son biodegradables por la naturaleza, tienen poco impacto ambiental (Ashis *et al.*, 2020), tienen un valor único para la artesanía textil y las industrias textiles, ya que estas se pueden utilizar para el teñido de fibras naturales y telas (Párraga & Rojas, 2008). La utilización de los colorantes naturales son ecológicos y no tóxicos en el tejido, tienen varios colores de acuerdo a sus partes de las plantas así como sus flores, hojas, corteza, frutos, tallos y raíces, que se usa para la extracción de tintes (Seema, 2017), esto puede reemplazar a los tintes sintéticos para mejorar el daño ambiental causado por el tinte sintético (Hossain, 2018).

Las extracciones del colorante natural para el teñido de hilados es un procedimiento que consiste en conseguir el colorante o pigmento de las especies vegetales para utilizar en el procedimiento de teñidos, el cual se procede teñir sobre diversos tipos de hilados: lino, bambú, algodón, lana de oveja, fibra de alpaca, etc (ITP Red CITE, 2023)

Las solideces de color prueba la resistencia de color que muestra, la decoloración o la variación en alguna de sus características de color del material teñido con el colorante natural, también indica medir la calidad de los productos teñidos (Mendoza, 2018). Existen métodos de pruebas estándar que se usa para evaluar: Las solideces de color a

la luz solar se miden las resistencias de la decoloración o cambio de color, en las solidesces de color al lavado se mide la capacidad de soportar el sangrado o la decoloración cuando se realiza el lavado y en la solidez al frote se mide la capacidad del color al momento de la fricción o roce del material teñido (Zhu, 2023).

Para el estudio se consideró como objetivo evaluar los efectos de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color, en el hilado de fibra de alpaca. Por lo tanto, el problema que se desarrolla y origina en el estudio es ayudar con el cuidado con la contaminación ambiental.

En el capítulo I especifica los planteamientos del problema, en el que define, formulan los problemas del estudio, se propone los objetivos, se indica las justificaciones y las hipótesis.

En el capítulo II tiene las revisiones bibliográficas, se establece los antecedentes de la investigación internacional, nacional, regional, que están relacionadas con el propósito del trabajo, también se desarrolla las bases teóricas.

En el capítulo III menciona los materiales, métodos, donde indica el diseño metodológico, la población, muestras, técnica y herramientas de la recolección de dato, equipos materiales, reactivos que se utilizan durante el procedimiento de la investigación, procedimiento técnico del experimento, proceso del diseño experimental y análisis estadístico.

En el capítulo IV muestra el resultado obtenido y la discusión. Por último, se muestra la conclusión, la recomendación y la referencia bibliográfica.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La industria textil es la segunda industria más contaminante del mundo, dado que utiliza distintas cadenas productivas, sustancias primas y químicos para garantizar la calidad del producto final (Cortazar *et al.*, 2014). La fase de teñido de las fibras textiles se utilizan varios productos nocivos y tóxicos para el ambiente y bienestar humana, entre ellos recalca el uso del tinte sintético de diversas composiciones por sus propiedades físicas y químicas, los colorantes no se descomponen fácilmente y son los más dañinos ecológica y socialmente, afectando las fuentes de agua y el suelo (Mattavelli, 2020). Esto se aplica especialmente a los procedimientos de teñido y acabado debido a la facilidad de producción en el proceso realizando en grandes cantidades obteniendo los colores claros y oscuros (Zaruma *et al.*, 2018).

Los colorantes sintéticos afectan directamente al medio ambiente porque son solubles en un medio o solvente específico, están presentes en las aguas residuales con una gran cantidad de sustancias contaminantes (Arroyo *et al.*, 2017). La existencia de colorante, incrementa los niveles de turbidez en las aguas residuales, efectos nocivos sobre la flora y la fauna acuática (Arango & Garcés, 2009). Todas estas propiedades hacen que el colorante no sea degradable, También son cancerígenos, mutagénicos y alérgicos (Karabulut & Atav, 2020), perjudiciales para la salud, producen alergia en la piel, desechos tóxicos y otros daños al cuerpo humano (Rasel *et al.*, 2022). Debido a la fácil disponibilidad de varios tipos, categorías de tintes puramente sintéticos y sus ventajas económicas, la mayoría de los fabricantes de tintoreros están cambiando a tintes sintéticos. Casi todos los tintes sintéticos, sintetizados a partir de fuentes petroquímicas en procesos químicos peligrosos, amenazan su respeto por el medio ambiente (Ashis & Adwaita, 2013).

Por lo tanto, con el transcurso de los años el uso de los tintes naturales ha vuelto a la empresa textil debido a la toxicidad, problemas ambientales y de salud (Ekta & Sharma, 2003), se utilizan algunas especies como colorantes naturales siguiendo técnicas tradicionales de extracción y teñido (Ibáñez & Loayza, 2020). En la actualidad en las empresas textiles no realizan las referencias de calidad aceptable de la prueba de solidez de color tanto como al frote, lavado y luz, etc. Pero no se utilizan teñidos en grandes cantidades a causa de una baja solidez de color, debido a que no existe un estudio sobre la eficiencia de los indicadores del procedimiento de teñido en la solidez al color.

Para los tintes naturales, es importante analizar la solidez del color del hilo o tejido, para verificar el efecto de los tintes naturales en productos de calidad, se deben realizar pruebas de durabilidad de diversos factores ambientales (Aguilar & Beltran, 2022). Los factores que influyen en la vida útil de una prenda incluyen: la solidez de color al lavado en seco, lavado con agua, la luz, el frote, el sudor, el agua de mar y entre otros (Lockuán, 2012).

En el Perú, las empresas tintoreras utilizan los tintes artificiales, por ende, esto contamina el ambiente y la salud humana, ya que el principal problema en las industrias textiles es la contaminación ambiental por el uso de tintes químicos. Los tintes naturales y las fibras naturales tienen poco valor y rara vez preservan los conocimientos ancestrales sobre las plantas y técnicas de teñido de las amazónicas peruanas y comunidades andinas (Albán *et al.*, 2018).

En la región Puno existen algunos artesanos que utilizan anilina en el proceso del teñido, igualmente existen pequeñas y medianas entidades en la ciudad de Juliaca que brindan los procedimientos de transformación de lana de ovino y fibras de alpaca que utilizan colorantes artificiales y sintéticos, contaminando el medio ambiente, dejan de lado los tintes naturales a pesar de que existen pigmentos vegetales en región, con el paso del tiempo existen algunos artesanos que se dedican al teñido natural utilizando el método tradicional. Utilizan varios colorantes naturales de la región de Puno, lo cual logran teñidos de calidad y con una gran resistencia de solidez al color en los tejidos. El teñido natural lo realizan con el fin de cuidar la salud y el medio ambiente (Sucasaca & Guevara, 2022).

La investigación presente tiene como propósito extraer el colorante natural de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) para realizar el teñido de hilado de fibra de alpaca y evaluar la prueba de solidez de color al frote, luz, lavado para obtener productos de

calidad que brindan satisfacción a los consumidores, este estudio pretende presentar una alternativa de uso de colorantes naturales a los artesanos y las empresas que realizan teñidos con colorantes sintéticos, presentándoles este estudio con buenos resultados de la solidez de color, a lo que la normativa que esta requiere, de tal manera pueden tener otra alternativa con productos naturales.

1.2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Pregunta General

- ¿Cuáles son los efectos de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno -2023?

1.2.2. Preguntas Específicas

- ¿Cuál es el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en hilado de fibra de alpaca?
- ¿Cuál es el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en hilado de fibra de alpaca?
- ¿Cuál es el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en hilado de fibra de alpaca?

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno -2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.

- Determinar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.
- Determinar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El estudio desea revalorar el conocimiento sobre las plantas que producen tintes, procurar evidenciar con principios científicos que plantas se lograría usar para teñir, no solo en lo artesanal, sino también pueden ser potencialmente puestas en uso a nivel industrial en el área de teñidos (Gutierrez & Puelles, 2012). Del mismo modo, saber precisamente cuál es la planta que tiñe, así generar estudios sustentables con el objetivo de no contaminar la diversidad biológica en el procedimiento de las producciones. Ya que con los colorantes sintéticos implican riesgos cancerígenos, tóxicos y contaminaciones del medio ambiente (Illa & Tairo, 2015).

Por lo tanto, se pretende proteger el medio ambiente, ya que es el mayor desafío que enfrenta esta industria. Por lo tanto, se debe crear una opción amigable con el ambiente. En el proceso de tintes naturales extraídos sería una opción para sustituir a los pigmentos artificiales contaminantes, la idea es realizar el teñido con tintes naturales biológicos, con el propósito de no contaminar el medio ambiente y no sea problema para la salud.

Los colorantes naturales utilizados en las empresas deben cumplir con ciertos requisitos de calidad del teñido. El factor principal es evaluar las pruebas de solidez de color, que resistirá a la comprobación de las solidez de color al frote, luz y lavado. En el momento del teñido también es importante determinar el tiempo para obtener resultados de calidad que necesita las empresas textiles (Aguilar & Beltran, 2022).

Este proyecto tendrá beneficios para el sector textil y a los habitantes en global, aumentando la calidad de vida al disminuir la contaminación del agua ocasionadas por las empresas, por medio de la utilización de los tintes naturales que tienen impacto menos contaminante.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedente internacional

Punyachareonnon *et al.* (2021), estudiaron que las antocianinas se consideran sustitutos potenciales de los tintes sintéticos y representan uno de los principales grupos de pigmentos en muchas plantas. Todas estas plantas pueden proporcionar colores en tonos rojo violeta. Encontraron gran cantidad de antocianinas en las aguas residuales de los frijoles negros remojados, lo que ha provocado contaminación ambiental. Por tanto, aprovecharon estas aguas residuales que es una forma eficiente de reducir la contaminación ambiental y el agua podría utilizarse para teñir tejidos de seda, mostrando un uso más sostenible de los recursos. En su estudio, la influencia del pH 3, temperatura 60° C y tiempo 60 min, utilizaron el extracto frijol negro como colorante, el cual afirma que las muestras con presencia de antocianinas, dependiendo de su estructura copigmentaria, varía el color rojizo a un tono violeta/azul en función al pH. También encontró que las líneas de absorción se elevaron hasta un nivel alto de porcentaje a los 60 min, donde mostró una mejor solidez del color tanto como el lavado, frote y luz.

Palacios y Ullauri (2020), en su investigación, tiene como objetivo reevaluar la técnica ancestral del teñido natural y promover la factibilidad de este importante patrimonio cultural inmaterial. Para lo cual se determinó el lugar donde actualmente ejercen. La técnica fue renovada y optimizada basándose en los factores como, el tiempo 60 min, la temperatura 70 °C y 80 °C, el tipo de mordiente (sal, alumbre, crémor de tártaro, limón, sulfato de hierro, sulfato de cobalto (II) y cloruro de hierro) 1, 2, 3 g/l y la cantidad vegetal 20 % máximo, realizaron 21 tratamientos, se basaron en métodos utilizados por artesanos y 50 procedimientos con variaciones del factor más influyente. Estos colorantes se asignaron a las fibras de alpaca y la lana. Se logró 71

tonalidades de color que van de los amarillos intensos hasta el tono rosa, carmesi, naranja hasta café oscuro, los colores producidos con tintes derivados de killuyuyo, Nogal y cochinilla, se clasifican como tonalidades interesantes por su aparente intensidad. Las pruebas controladas de solidez del color como el lavado, luz y frote mostraron que los tintes dieron resultados buenos basándose en la medición del cambio de color en la escala de grises.

Santos *et al.* (2020), realizaron el estudio del tinte natural de la corteza de croton urucurana Baill, extracción, caracterización fisicoquímica, teñido de textiles y propiedades de la solidez de color. Se utilizaron métodos físico-químicos para caracterizar los extractos y se utilizó un diseño de 2^3 factores, para determinar la optimización de los procesos de teñidos. Evaluaron la solidez del color al lavado, frote y transpiración de los tejidos teñidos, su color varía del beige al marrón rojizo. Concluye que el proceso óptimo para una buena solidez de color a la luz para los tejidos de lana y algodón. Utilizaron los siguientes parámetros: temperatura de 98 °C, tiempo de teñido de 60 min y una concentración de extracto del 100 % y los resultados fueron que tienen una excelente solidez de color del la luz, lavado y frote.

Moghaddam *et al.* (2019), en su investigación del efecto de los ácidos y diferentes procedimientos de mordientes sobre las características del color de las fibras teñidas con cascara de berenjena (*solanum melongena L.*), estudiaron el teñido de hilos de lana con el tinte natural de la piel de berenjena, el cual su principal componente de color de este tinte natural fue las antocianinas, una clase interesante de pigmentos de la gama azul y roja, utilizaron ocho mordientes (alumbre, sulfato ferroso, alumbre de potasio, cloruro de níquel, sulfato de zinc, cloruro estannoso, dicromato de potasio y sulfato de cobre) para fijar el color en las fibras. Se utilizaron cuatro procedimientos de teñido diferentes (teñido previo, teñido simultáneo, combinación de mordiente y teñido simultáneo y post-teñido) para estudiar el efecto del procedimiento de teñido sobre las propiedades del color. Concluye que cuando se utilizó junto con tratamientos de teñido previo y tratamientos de teñido simultáneos, el alto valor del color y las propiedades de solidez son adecuados para hilos de lana de uso final. Los resultados obtenidos fueron con los colorantes previos y con las combinaciones de mordiente (cloruro de níquel y sulfato de cobre), el cual obtuvieron muy buenos resultados en la solidez de color tanto como al lavado y luz.

Obando (2013), en su estudio “Tintura alternativa en hilados de lana con colorantes naturales”, Su objetivo fue promover la utilización del tinte natural en el proceso de teñido

de la lana y reducir la contaminación ambiental. Su método consistía en teñir la lana con 4 g/l de alumbre, 2 g/l de sulfato de cobre y 2 g/l de crémor de tártaro y luego teñir las fibras con un gradiente de 1 °C/min. Se obtuvieron buenos resultados con 1 kg de shanchi, vaina de guarango, nogal y la manzanilla, los resultados al teñir con guarango la tonalidad obtenido fue marrón, nogal tonos cafés, shanchi color gris y manzanilla un pardo oscuro amarillento con óptimas propiedades tintóreas con uniformidad, buena solidez a la luz lavado y frote, se concluyó que la duración de acabamiento del tinte natural es de 1 hora, a los tintes naturales pueden reaccionar en 1 hora y 45 minutos y la tasa de absorción de los tintes naturales en la fibra puede alcanzar del 80 % al 90 %.

Vankar y Shukla (2011), en su estudio del teñido natural con antocianinas de *Hibisco rosa sinensis* flores, analizaron un nuevo enfoque para la coloración natural de las antocianinas junto con método de extracción conveniente con la solución metanólica de ácido cítrico al 4 %, también encontraron que el pH es importante en los tintes naturales, se realizaron los procesos de teñido en dos tejidos (algodón y seda) con distintos tipos de mordiente (alumbre, dicromato de potasio, sulfato de cobre y cloruro de estaño), por el cual obtuvieron diferentes tonos de color sobre la seda y algodón, especialmente con el estaño color morado. Se concluye que obtuvieron muy buenos resultados en las solideces de color al lavado, frote y luz, con dichos mordientes mencionados, por lo tanto, esos colores que obtuvieron agradaron a los consumidores en el actual mercado textil mundial.

2.1.2. Antecedente nacional

Jahangiri *et al.* (2018), realizó un estudio el comportamiento del teñido natural de lana con extracto de raíz de *Rubia tinctorum*, se desarrolló el teñido en hilos de lana con el biomordiente (*Rhus coriaria*, Eucalipto, *Terminalia chebula*, *Quercus castaneifolia* y Granada) y mordiente químico (alumbre). Resulto que los biomordientes cambiaron los tonos de color porque están relacionados con el extracto de rubia y se pueden obtener más tonalidades de color, menciona también que la solidez al lavado de los tintes naturales no son tan satisfactorios en comparación con los tintes sintéticos, Finalmente, a partir de los estudios comparativos se concluyó que los biomordientes tienen un buen potencial para ser considerados como alternativas a los mordientes químicos comunes. Sin embargo, al ser evaluados según las pruebas ISO resulto con una excelente solidez al lavado con los hilos de lana.

Hoyos (2016), estudio las evaluaciones del fruto de mio mio (*coriaria ruscifolia*) a diferentes mordientes y parámetros de teñido en fibra de alpaca, el método consistió en determinar su composición química del fruto de mio mio y realizar las pruebas de teñido para sus evaluaciones de la solidez de color. Se realizó las evaluaciones de la marcha fitoquímica con el extracto de los frutos de mio mio, para la identificación de flavonoides, taninos, alcaloides, el cual obtuvieron que presenta en los frutos las chalconas, flavonoides de tipo flavonas y auronas, el cual es responsable de dar color a la fibra en el teñido. La extracción de colorante se realizó mediante la maceración de 24 horas y cocción durante 1 hora y las pruebas de teñido con diferentes parámetros así como el pH de 3.5 y 4.5, temperatura de 80 – 90 °C, tiempo 45 min, tipo de mordiente (alumbre y ácido sulfúrico a 0.02 N) y cantidad de fruto (para 100 gr de fibra se utilizó 300 gr de fruto seco tintóreo), en conclusión se obtuvo buena solidez de color al lavado y luz, con los parámetros pH 3.5, ácido sulfúrico 0.02N y temperatura 90 °C, sin embargo la fibra presento mejor solidez al frote en funciones a la escala de grises con el factor mordiente alumbre, pH 3.5 y temperatura 90 °C.

Gutierrez y Puelles (2012), estudiaron la marcha fitoquímica de algunas plantas tintóreas, se dio entendimiento etnobotánico sobre las plantas que contiene tinte natural, chilca (*Baccharis latifolia*), carqueja (*Baccharis genistelloides*) y Senecio (*rizhomatus Rusby*). Los métodos incluyeron estudios de doble encuesta, con un total de 55 mujeres de una asociación textil, dividida entre 20, 20 y 15 personas, que registran el conocimiento tradicional, recolectaron muestras de plantas medicinales y luego realizan ensayos de teñido con tres mordientes: kollpa, orin y chicha, estableciendo la intensidad del color y pH, se realizaron las pruebas de solidez de color, para demostrar las calidades de fijaciones del tinte en las fibras de alpaca y la lana, se concluyó que la mejor materia textil es la lana de oveja y el mordiente kollpa, por último se realizó las pruebas de las marchas fitoquímicas para determinar el metabolito secundario y su naturaleza del tinte de cada planta, donde se encontro principalmente las antocianinas, xantofilas y flavonoides, así mismo encontraron los más comunes, los alcaloides, compuestos fenólicos y taninos.

2.1.3. Antecedente regional

Castillo y Guevara (2023), desarrollo el teñido del hilado de alpaca con colorante natural de frejol negro y realizo la prueba solidez del color a la luz solar, su objetivo de investigación fue determinar el efecto de los 4 factores (A) la proporción tintórea (20 y 40 gr), (B) método de extracción (baño maría y remojo) (C) tipo de mordiente (bicarbonato

de sodio 3 g/l y sulfato de aluminio 6 g/l) y (D) tiempo (12 y 24 horas), utilizo el enfoque cuantitativo y el diseño factorial de 2^4 , con dos réplicas sin punto medio, la solidez de color avaluaron según la NTP 231.005:2014 y NTP 231.183:1986. El resultado muestra que las variables B, C y D y en la solidez de color a la luz solar no hay ningún efecto significativo en sus interacciones, la única variable que tiene efecto ese el factor A con un valor de $P = 0.0448$. En resumen, el método de tracción, el pre-mordentado y la duración de los teñidos no tienen efectos significativos, Por lo tanto, se sugiere investigar otras variables como el pH y la temperatura del proceso de teñido, así como considerar diferentes métodos de extracción.

Carrasco *et al.* (2022), en su investigación “Estudios preliminares de teñidos de fibras de alpaca mediante el uso del extracto acuoso de (*Schinus molle*) como pigmentos naturales” los tintes naturales es una alternativa para teñir las prendas para evitar el uso de tintes químicos, que muchas veces resultan dañinos para la biodiversidad y la salud, su objetivo de su investigación fue incrementar el procedimiento de teñidos de fibras de alpaca con tintes naturales tomando en consideración el *Schinus molle* secos y frescos, por el cual esto se desarrolló una extracción por cocción en 2 litros de agua 30 gr de planta durante 1 hora para la obtención el líquido y con el extracto obtenido realizaron los teñidos de las fibras de alpaca usando el (CuSO_4 , ácido cítrico, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, sulfato ferroso, sulfato de amonio, hidrogenotartrato de potasio), temperatura $98\text{ }^\circ\text{C}$ y tiempo de teñido 60 min y evaluaron la intensidad de color, del mismo modo la resistencia de solidez de color al frote y al lavado, el cual obtuvieron buenos resultados con los mordientes mencionados con un valor de (4 – 5).

Guevara y Sucasaca (2020), estudiaron los efectos del tinte natural *inflorescencia de collí* (*Buddleja Coriacea*) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca”. La finalidad del estudio fue obtener colorante amarillo, para aplicar y evaluar en el teñido de las fibras de alpaca. El método es experimental y tipo explicativo, se analizó un total de 16 tratamientos, 2 repeticiones, la evaluación del teñido y la solidez se empleó en el laboratorio del CITE textil camélidos Puno, recolectaron sus datos en fichas técnicas, el resultado se empleó cambiando los parámetros de temperatura, tiempo y los mordientes del desarrollo de teñido. El resultado obtenido de los 16 sustratos fue de tonalidad amarilla y la solidez de color es aceptable con valor de 3-5 en la escala de grises.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Fitoquímica

La fitoquímica es una materia científica que tiene como objetivo aislar, analizar, purificar y dilucidar las características estructurales y de actividad biológica de diversas sustancias producidas por las plantas, se dividen en componentes principales o secundarios, dependiendo de su papel en el metabolismo de las plantas. Los constituyentes primarios incluyen los azúcares comunes, proteínas, purinas, aminoácidos, etc., los constituyentes secundarios son los restantes químicos vegetales como los alcaloides, taninos, curcuminas, flavonoides, saponinas, quinonas, fenolicos, etc (Saxena *et al.*, 2013).

2.2.2. Compuestos activos de los vegetales

Esta es la etapa inicial del estudio, permite definir cualitativamente el principio del componente químico que se presenta en las plantas. La evaluación fitoquímica implica el uso de solvente apropiado para extraer el principio activo de la planta y aplicar la formación de color (López, 2010).

a) Alcaloides

Tiene componente orgánico que contiene varios átomos de nitrógeno, por lo común en anillos heterocíclicos y es una sustancia biológica, especialmente de origen vegetal. A menudo contienen átomos de nitrógeno heterocíclicos como aminas primarias (R-NH₂), secundarias (R´NH) o terciarias (R´-N) (Ochoa & Sarmiento, 2018).

b) Taninos

Es un compuesto poli fenólicos, casi complejos, de origen vegetal con un peso molecular relativamente alto, capaz de formar enlaces estables con proteínas y otros polímeros como la celulosa y pectina, por lo que se utiliza industrialmente para el curtido de cueros e inhiben ciertas enzimas. Los taninos se clasifican en hidrolizables (pirogálicos) y concentrados (catequínicos) (López, 2010).

c) Flavonoides

Los flavonoides tienen un amplio rango de solubilidad, son completamente solubles hasta insolubles en agua. generalmente son solubles en éter de petróleo y se pueden desengrasar antes de la extracción del color. Se ordena en antocianinas, chalconas flavonas, flavononas, flavonoles e isoflavonas (Paredes, 2002).

d) Antocianinas

Las antocianinas son una rama de los fitoquímicos fenólicos. Se encuentra principalmente en frutos y flores. Son pigmentos vegetales solubles en agua biológicamente activos que es encargado del colore azul, morado y rojo en varias partes de las plantas. Dado que las antocianinas están disponibles como glucósidos. Son una subclase de flavonoides (Punyachareonnon *et al.*, 2021).

e) Quinonas

Son sólidos cristalinos de color rojo naranja y amarillo, son solubles solventes orgánicos y poco solubles en agua. Se disuelven en álcali y desarrollan un color de naranja a rojo o púrpura para evaluación colorimétrica. A causa de que las quinonas son coloreadas, no hay obstáculo de detección con luz visible, pero las pruebas UV proporciona mayor sensibilidad (Fernández & Saavedra, 2020).

2.2.3. Colorantes

El colorante cuando se aplica a diversas fibras en la industria textil es capaz de impartir color a cualquier sustancia. Estos tintes deben poder adherirse fuertemente al hilo que se utilizará y deben ser duraderos y estables cuando se prueban la solidez del color al lavado, la luz y la abrasión (Aguilar & Beltran, 2022). Son sustancias orgánicas que se utilizan para tinter materiales textiles, estos son solubles en básico, ácido y neutro, posee una morfología molecular no saturada (Quelca, 2012).

2.2.4. Clasificación de colorantes

En el colorante la más evidente es la que se diferencia entre los colorantes artificiales y naturales, hoy en día lo más empleado en las industrias textiles son los pigmentos artificiales, sin embargo, los tintes naturales han sido tan fundamentales en la historia es imposible ignorarlos, ya que con ello no hay mucha contaminación ambiental (Obando, 2013).

a) Colorantes artificiales

Los tintes químicos comenzaron a producirse industrialmente en el siglo XIX, lo que provocó un declive en la práctica del teñido a mano. Hoy en día, los tintes de origen artificial se utilizan en el proceso de teñido de la industria textil. Actualmente, la industria de la moda es muy problemática, provocando daños al medio ambiente y a las condiciones de vida de muchos trabajadores en todo el mundo (Pelta, 2011). Las anilinas también son compuestos derivados del petróleo, debido a sus procesos de extracción y costos de

adquisición, que tienen consecuencias negativas en el medio ambiente, en particular el elevado consumo de agua y los vertidos de aguas residuales contaminantes provocados por los distintos procesos realizados y después del teñido textil (Rodas, 2021).

b) Colorantes naturales

Son extraídos de distintas partes de las plantas con poder de teñir con diversos procesos, así como: la fermentación y maceración de cocción (Guerrero, 2011). Las personas utilizan tintes o sustancias derivadas de minerales, animales y plantas para teñir fibras naturales: la seda, lana, cáñamo, yute, etc (Calderón, 2007). La ventaja de estos tintes es que se diferencian de los tintes sintéticos porque se obtienen de fuentes biológicas, por lo que la ventaja de los tintes naturales es que se consideran biodegradables, lo que significa que no causan ningún daño a la salud humana (Fernández, 2021).

2.2.5. Características químicas

- **Colorantes directos**

Pertenece al grupo de los colorantes antocianicos, carotenoides derivados de las chalconas, que se obtienen a partir de soluciones líquidas y que pueden utilizarse directamente en tinturas en caliente o en frío. A veces se utilizan excipientes como ácidos o sales (Gutiérrez, 2005).

- **Tipo de Reducción**

Estos colorantes se encuentran en plantas o animales, son insolubles, para disolverlos se utilizan agentes reductores para obtener una solución incolora que fija las fibras, luego se obtiene el color por oxidación (Yoshiko, 1996).

- **Pigmentos**

Es el componente de la pintura que aporta color y opacidad, es insoluble en el material y debe disolverse cuando se aplica, son colores en polvo, también pueden ser líquidos, suelen ser de origen natural, tienen poca resistencia a compararlos con tintes, pero los tintes no suponen un riesgo para la salud (Guarin, 2019).

Se encuentra distribuido en todo el reino vegetal, excepto los hongos e incluso de animales. Las ventajas de estos colorantes es que son menos dañinos para el ser humano y son menos contaminantes (Shagña & Cando, 2021). Actualmente, están utilizando las partes de las plantas en el teñido, así como: las cáscaras del fruto, semillas, hojas, flores, raíz y corteza (Flores, 2018). Dado que algunos se desechan y no afectan el equilibrio

ecológico, la mayoría de los tintes vegetales, especialmente las antocianinas, sus sales metálicas son azules, las sales ácidas suelen ser rojas y las soluciones neutras son morados (Paredes, 2002).

Alarcon y Joela (2020) **Clasifico por su naturaleza química:** se representa por un grupo funcional con los siguientes subgrupos: colorantes

- Flavonoides con cuatro grandes grupos: flavonoles (amarillo y blanco), flavonas (amarillo y crema), chalconas (rojo y amarillo) antocianinas (morado y rojo).
- Carotenoides de dos grupos funcionales: caroteno (naranja), xantofila (amarillo).
- Las quinonas se dividen en dos grupos: antraquinonas (rojas y púrpuras), naftaquinona (verde, rojo y azul).
- Derivados indigoides e índoles (rosado y azul).
- Xantonas (amarillo)
- Grupo tanino, (marrón)

2.2.6. Ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

La ayapira (*Picramnia Selowii* Planch) tiene propiedad medicinal, también se le conoce como ayapira en el Perú, es una planta herbácea, tienen uno o más principios activos los cuales producen un efecto curativo, puede servir para un uso terapéutico, así como: Reumatismo, cicatrices (Molina, 2011). Es una especie vegetal, pertenece a la familia Picramniaceae, esta comprende unas 40 especies neotropicales. Sus nombres comunes son: sanipango y ayapira. Lo cual, se encuentra entre los colorantes vegetales (Cornejo, 2006).



Figura 1: Hojas de Ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

a) Aspecto botánico

Es una especie vegetal, el árbol o arbusto es de 2 - 4 de altura. La hoja está compuesta del peciolo, 4 - 8 cm de largo x ancho de 1.3 cm e imparipinnadas, de 9 - 15 folíolos, las hojas son (oval lanceolados) y tiene el fruto vaya, rojiza (Cortadi *et al.*, 2010). La corteza es de color gris parduzco con surcos longitudinales y transversales poco profundos y la madera es de color amarillo parduzco, sin diferenciar entre albura y duramen (Noel, 2014).

b) Descripción etnobotánica

Esta planta también se utiliza como tinte natural, el cual su color se obtiene al exprimir las hojas hasta obtener un líquido. Con esta pigmentación se tiñen las vestimentas (Melchor & Bejarano, 2019).

c) Distribución y hábitat

Se encuentra por Bolivia, Argentina, Brasil, Perú, Ecuador, Paraguay, Venezuela y Colombia, Crece en Amazonas, San Martín, Pasco, Ucayali, Madre de Dios, Loreto, Cusco, Puno. Es una especie que se cultiva en climas cálidos y húmedos (Flores, 2018).

2.2.7. Extracción del colorante

La extracción de colorantes es derivada de las plantas, es el proceso más fundamental que influye en la tintura en términos de intensidad y rendimiento, se realiza por distintos procedimientos ancestrales: la decocción y la infusión es el método más conocido (Cano, 2007). Es la división de un elemento, solución o mezcla por medio de un solvente, los tintes que se quieren extraer se encuentran dentro de la célula vegetal, facilita la extracción creando sales incrustadas en la célula, así mismos son extraídos aplicando equipos relevantes o el método Soxhlet con empleados de alcoholes y mezclas de benceno para que al final se filtra, evapora y seca usando equipos de filtración (Aguilar & Beltran, 2022).

a) Métodos de extracción

• Maceración

Esto significa que el material quebrado se remoja para extraer con un solvente adecuado durante un lapso de tiempo específico, con movimiento ocasional. Seguidamente, se filtra y si queda aún el material de interés se repetirá el proceso con solvente puro. Existen dos maneras de inmersión de acuerdo a la temperatura caliente o frío (Fernández & Saavedra, 2020).

- **Reflujo**

Esto significa que el material quebrado se remojara para extraer con un solvente adecuado durante un lapso de tiempo específico, con movimiento ocasional. Seguidamente, se filtra y si queda aún el material de interés se repetirá el proceso con solvente puro. Existen dos maneras de inmersión de acuerdo a la temperatura caliente o frío (Loaiza, 2016).

- **Método de ebullición**

La extracción de tinte vegetal se lleva a cabo en agua a una temperatura de 80 a 90 grados durante un tiempo apropiado. Esto permitirá obtener colorante líquido que se puede utilizar para teñir, en algunos sin aplicación de mordientes (Zea, 2012).

- **Extracción continúa mediante aparato de Soxhlet**

Es un proceso de extracción de sólido a líquido, primeramente será triturado y pesado, en un cartucho, el cual entra a la cámara de extracción conectada a un balón de destilación y por otra parte, a un refrigerante, el solvente se calienta en el balón hasta su ebullición, el vapor sube al refrigerante, se condensa y cae sobre el refrigerante, el material cuando alcanza un nivel adecuado para que el solvente fluya a través de tubo y regresa al balón y repite el proceso hasta que conseguir el agotamiento del material deseado (Loaiza, 2016).

2.2.8. Teñido textil

En las empresas textiles u otros rubros el teñido es básicamente un desarrollo químico en el que se aplica tintes al material textil, con la finalidad de lograr el color deseado a través de acción física o química, el tejido pasa a formar parte del textil y es un producto de gran calidad (WanJiang, 2022). En el teñido utilizan productos auxiliares, son elementos que mejoran la propiedad del producto terminado, por ejemplo: textura, firmeza, suavidad, la calidad de teñido y la resistencia al lavado y luz (Xicota, 2015).

2.2.9. Procesos del teñido

En proceso del teñido se conoce desde tiempos antiguos para teñir las telas, han sido uno de los estudios más fundamentales de los tintes naturales (Arroyo, 2011). Logra especificar diversas etapas, se genera en la fase líquida para que ingrese a las fibras, después pasa a la fase líquida – sólida cubierta las superficies de la fibra, al final entra al interior (Illa y Tairo, 2015).

Se realiza el teñido cuando la materia está en forma de hilados, telas y prendas, finalmente se observa la calidad mediante la solidez y el teñido depende de diferentes parámetros y condiciones (Ascensión, Algaba & Prieto, 2003).

2.2.10. Parámetros de teñido

Estas se someterán con la finalidad de conseguir teñidos homogéneos y realizar en cantidades mayores sin que haya diferencias en la producción, en tiempos más cortos, sé pública que tendrá beneficios en el proceso del teñido y son los siguientes (Aguilar & Beltran, 2022).

a) Temperatura de teñido

Es un factor fundamental para ejecutar el teñido adecuado en la fibra, a menor temperatura absorbe lentamente y a mayor temperatura es mejor la absorción, las diferencias pueden causar desventajas en la repetibilidad del color a teñir (Quenta & Toledo, 2020)

b) Relación de baño

Se emplean de acuerdo al peso de la fibra el volumen de agua, si la relación de baño se calcula mal y se añade bastante agua en el procedimiento de teñido puede originar problema, efectuará que el tinte no se fije bien y al colocar agua en pocas cantidades aumentaría la densidad en el baño, y la relación de baño implementada en la industria es 1:10 por kilo de fibra y 10 litros agua (Castillo, 2019).

c) Tiempo de teñido

El tiempo en el proceso de teñido debe ser más corto si la temperatura es más elevada, (Ocampo, 2019). El teñido depende sobre todo del alcance del tinte y la fibra, esto permitirá el desplazamiento de las porciones del colorante hacia la fibra con un tiempo de 30 hasta 60 minutos (Arias, 2018).

d) pH

Es una medida del básico o acidez de una sustancia con un rango de 0 a 14, en el cual, el 0 es más ácido, 14 básico y 7 el nivel neutro. El pH es una de las variables que incide mucho en el resultado final del color obtenido durante el teñido natural (Sánchez, 2020).

e) Mordentado

Esto es utilizado para el teñido con tintes naturales, proporcionan implantación del tinte en la fibra textil por medio el uso de sales solubles, refuerzan o cambian el color del tinte

y aumenta su resistencia en la solidez de color, al roce, al lavado y a la luz (Choque & Hanco, 2018). Estos colorantes no pueden teñir por sí solas, requieren un tratamiento especial con sales metálicas solubles que se establecen en las fibras (Yoshiko, 1996).

El mordiente es una sustancia química, sintéticos o naturales, que proceden a través del tinte y la fibra logrando impregnar al interno de la muestra, esto ayuda a fijar bien el tinte a las fibras (Soto, 2017).

- **Mordientes Ácidos:** el crémor tártaro es el ácido más común, los ácidos menos fuertes son el vinagre y limón, los menos conocidos son el ácido oxálico (pH =11) y ácido fórmico. El mordiente ácido se utiliza en la fibra animal, el algodón y en otras fibras vegetales, lo perjudica el ácido. Los pigmentos y mordientes tienen una causa habitual, el cambio de pH del tinte (Mendoza, 2018).
- **Mordientes alcalinos:** los álcalis más necesarios son los álcalis, amoníaco, hierro y cenizas, otras bases son: el bicarbonato de sodio y carbonato de sodio. Una base se considera fuerte cuando se supera el pH = 10 (Calderón, 2007).

f) **Control de calidad de textiles teñidos**

Se determina que después de los procesos de teñido se procede a desarrollar la prueba de solidez de color del teñido textil (Ocampo, 2019).

2.2.11. **Pretratamiento pre-tintura**

Los productos textiles excelentes dependen en gran manera del efecto y calidad establecido en el proceso establecido anteriormente, ya que, si se prepara mal, no logra un teñido uniforme, por lo tanto, deben pasar por procesos de lavado y blanqueado donde eliminaran las impurezas (Morales, 2014).

a) **Lavado**

Es el procedimiento esencial para el teñido, ya que cada tipo de fibra necesita ser lavada, en particular las fibras naturales, para eliminar la excesiva grasa y la suciedad. Para no interferir en el proceso de teñido (Choque & Hanco, 2018).

b) **Blanqueado**

El proceso de blanqueo consiste en quitar la impureza, esto se usa antes de cada teñido para homogeneizar las variaciones de la fibra, así obtener el teñido adecuado. Por ejemplo, en los acabados finales de teñido de tonos brillantes, se requiere un blanco nítido,

pero en el caso de tonos oscuros (café y negro) puede no exigir de un blanqueo previo. Existe unas cuantas opciones para este proceso, entre estas están: peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio y clorito de sodio (NaCl_2) (López, 2012).

c) Mordiente

El mordiente es una sustancia química natural o sintéticos que actúa como intermediario entre las fibras y los colorantes, impregnando en las fibras y ayudando a fijar el colorante, creando una resistencia al tiempo, a la luz solar y al agua, anteriormente se usaba los productos naturales (ceniza y agalla roble (*Cynips divisa*)), las sales minerales más habituales eran: aluminio, cobre o estaño entre otros (Soto, 2017).

2.2.12. Tipos de mordientes

a) Sulfato de cobre

Son cristales de color azul turquesa, se usan en baños amarillos de tintura para producir tonos verdes y marrones, en el color marrón torna los colores opacos, este mordiente da buena solidez al color a la luz, reduce el contacto áspero de la fibra (María & Pardo, 2014).

b) Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

Son compuestos cristalinos sólido de color blanco y completamente soluble en agua. También lo utilizan para hornear. Llamado, bicarbonato sódico, también hidrogenó carbonato de sodio o carbonato ácido de sodio (Mendoza, 2018).

c) Ácido Cítrico

El ácido cítrico es comercial (en polvo), es de color blanco, se aplica depende de la cantidad de material textil que se utiliza, el ácido cítrico también se puede encontrar en las frutas como la mandarina, lima, naranja, limón, entre otros (Castillo, 2022).

d) Sulfato de aluminio y potasio

También se le llama alumbre, que es un polvo blanco que cristaliza en octaedros incoloros, no son tóxicos, es color claro, brillante y tiene una solidez a la luz bastante buena, por lo que es seguro. A menudo se utiliza junto con un mordiente tártaro para ayudar a garantizar la uniformidad (Stanciuc, 2020).

e) Sulfato de hierro

Este es de color verde cristalino, la fibra que es Mordentado se vuelve a color café, esto ocasiona con el tiempo un desgaste en la fibra. Con el mordiente se puede obtener colores grises, mates y oscuras, se puede utilizar para adquirir color negro (Leon & Rodriguez, 2013).

f) Sal granulada (cloruro de sodio)

Es la materia que menos contamina el medio ambiente y a las personas, es un mineral muy utilizado, fácilmente soluble en agua y se utiliza en soluciones colorantes en la etapa de teñido para fijar el color y uniformarlo (Papa, 2018).

2.2.11. Prueba de solidez al color

La Norma Técnica Peruana (NTP) y la American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC), determina la solidez de color para saber la resistencia de la materia teñida, se realizan procedimientos de ensayo para la evaluación de solidez de color a la luz, solidez de color al lavado y solidez de color al frote, entre otros (Cabo, 2015).

a) Prueba de solidez al lavado

Este método sirve para establecer el cambio textil del teñido cuando está expuesto a detergentes a corto o largo plazo del tiempo, en otras palabras, se mide la resistencia de lavado junto con un testigo multifibra, esto se realizan con ciertas condiciones en cuanto a la temperatura, tiempo y concentración del detergente, para establecer si el cambio de color sucede luego del lavado casero (Cavenago & Córdova, 2014), se utiliza la Norma Técnica Peruana NTP 231.008-2015, métodos acelerados de los ensayos de solidez del color al lavado (INACAL, 2022).

b) Prueba de solidez al frote

Este método se determina por medio de la frotación desde la superficie de la materia textil teñida a otro espacio. Se frota la muestra tejida teñida junto a la tela blanca para evaluar la solidez al frote para controlar la calidad (Zepeda, 2017), se utiliza la Norma Técnica Peruana NTP 231.042:2009, ensayos de solidez del color al frote, hay diferencias de color (INACAL, 2019).

c) Prueba de solidez a la Luz

Esto se evalúa mediante la exhibición de la luz solar, luces amarillas, blancas y fluorescentes, se analiza el grado de la decoloración, la resistencia y el envejecimiento de una fibra teñida, en donde la materia textil logra perder la tonalidad nueva (Bermeo, 2016), se utiliza la Norma Técnica Peruana NTP 231.007 - 1967, para delimitar la solidez de color a la luz solar (INACAL, 2020).

2.2.12. Escala de grises

En las pruebas de solidez, se utilizan escalas de grises para evaluar los cambios y transferencias de color. Utilizando testigos de tela de algodón blanco, estas pruebas se basan en 5 pares de especímenes de colores gris neutro, que se numeran del 1 al 5. Las muestras son evaluadas (Ponce de León & Valdivia, 2014). Se analizan de esta forma:

Tabla 1: Calificación en la escala de grises.

Calificación aceptable	Calificación no aceptable
4/5 – 5 = muy buena	2/3 – 2 = regular
3/4 – 4 = bueno	1/2 – 1 = escasa
3 = suficiente	

FUENTE: INACAL (2020).



Figura 2: Escalas de gris para evaluar los cambios de color.

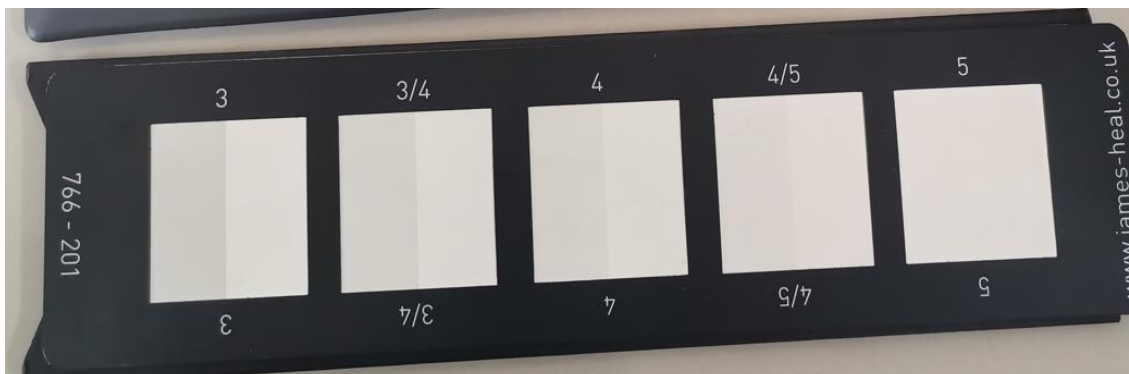


Figura 3: Escalas de gris para evaluar la transferencia de color.

2.2.13. Fibra de alpaca

Es considerada con mayor gama de colores naturales en los tejidos, con colores que van del blanco al negro y del marrón al gris. Esta cualidad, combinada con su calidez y suavidad, fue la inspiración y base para el desarrollo de los textiles andinos, tiene de 20 - 70 micras en diámetro, es más resistente que las lanas de ovino. La alpaca huacaya origina fibras cortas, suaves y densas y las fibras de alpaca suri son más brillantes, sedosos y lisos, la fibra se logra unir bien con el mohair, seda y la lana (Arias, 2018).

2.2.14. Características de las fibras

La fibra es una colección de escama que se acumulan en una dirección hacia la punta y los vellones de los camélidos tiene escamas en paralelo con las lanas de ovino, las escamas de las fibras de las alpacas huacaya tienen bordes más afilados que las escamas de la fibra de las alpacas suri, en su superficie existen estrías longitudinales que pertenecen a la irregularidad observada en cortes diagonales (Ponce de León & Valdivia, 2014).

Las fibras de las alpacas se identifican por la suavidad y flexibilidad al tacto y poco alérgico. La fibra presenta en únicos colores o mezclados y presenta una gran variación en los colores, longitudes, resistencias de tensión, diámetro medio, elasticidad y flexibilidad en las fibras (Aucancela, 2015).

2.2.16. Composiciones químicas de las fibras de alpaca

La fibra tiene estructuras formadas especialmente de las proteínas llamadas queratinas, este aumenta en el interior de la fibra (raíz), situado en la dermis. Así mismo, las queratinas de las fibras son polímeros naturales que presentan composiciones químicas elementales: 50 por ciento carbono, 16 % de nitrógeno, 7 % de hidrógeno, 3.7 % de azufre y 23.3 % de oxígeno. Estos elementos químicos contienen en todas las fibras animales, las fibras de alpaca se diferencian por el mayor contenido de la composición química de azufre, 4.19 % (Shagñay, 2021).

2.2.17. Propiedad química de las fibras

Acciones del agua en las fibras: La fibra es sensible al daño químico en un ambiente acuoso, ya que sus cadenas de proteínas logran ionizarse, unirse a ácidos y bases de moléculas pequeñas. La estructura seca de la queratina ayuda a estabilizar los enlaces iónicos entre los grupos terminales de los aminoácidos ácidos y básicos de las cadenas

laterales, que están conectados mediante enlaces de hidrógeno, porque la queratina absorbe agua (Miranda, 2022).

Acción de la sal metálica sobre las fibras: forma sales básicas en la solución de sal metálica como FeSO_4 , sulfato crómico y sulfato de aluminio. Al estudiar las sales de metales alcalinos y los hidróxidos de metales, precipitan en los poros de las fibras, se descomponen durante la ebullición y permanecen libres en soluciones de ácidos inorgánicos (Illa & Tairo, 2015).

Reacción al calor: La fibra proteica no se destruye a una temperatura de 100 °C y en condiciones normales sus propiedades naturales se restablecen rápidamente. Se descompone y libera vapor de amoníaco a 130 °C, es de color amarillo pálido y carboniza a 300 °C (Cruz & Molina, 2018).

2.2.18. Propiedades físicas de las fibras de alpaca

La propiedad física de las fibras de alpaca incluye la longitud de la mecha, lustre o brillo, diámetro, resistencia o tenacidad, suavidad al tacto, durabilidad y color, propiedad térmica, higroscopicidad. Cada una de estas características se describe a continuación (Aucancela, 2015).

En la empresa textil las fibras de alpaca son adecuados para confeccionar, son suaves al tacto, flexibles, poco alérgicos y poco inflamables, la textura de las fibras es entregado para la confección de vestido con excelente caída, lustrocididad, apariencia y pliegues (Nestares & Carhuas, 2020).

a) Longitud de la mecha

De la misma manera que el diámetro, las longitudes de mecha es muy sustancial para las industrias textiles y es recomendado de 8 a 10 cm de crecimiento para ser esquilado de la alpaca (Zárate, 2012)

b) Lustre y brillo

Esto es la coloración normal que presentan las fibras, el cual, están depende de factores de raza, nutricional y ambientales, entre otros. En la fibra blanca debe tener lustrocididad y brillo del crecimiento normal del espécimen, con pocos daños ecológicos y la conservación de las grasas naturales (Wang, Wang & Xiu, 2003).

c) Diámetro

Los diámetros de las fibras se refieren la finura o espesor que determina la utilización industrial de los textiles, la fibra cuando es más fina tiene mayor flexibilidad y su resistencia a la presión. La calidad alta y el peso ligero del tejido también es un aspecto importante en la realización de prendas con fibras finas. Es el principal factor es el diámetro de la fibra para determinar el precio del mercado mundial (Olarde, 2022).

d) Resistencia o tenacidad

Es la resistencia que proporciona la fibra, al estirar sin romperse, por lo tanto, se estima que en promedio las fibras en promedio deben poder resistir sin riesgo una rotura, durante el proceso industrial, así como el cardado, peinado e hilado. Existe el factor interno y externo que afecta la fibra: los parásitos, enfermedades de la piel, edad, climáticos (lluvia y sol) y factores alimentarios (González, 2007).

e) Suavidad al tacto

Por la elasticidad y suavidad se determina que las fibras finas de alpaca provenientes de zonas bien criadas, bien alimentadas y limpias se sentirán más suaves al tacto (De Boos, Naylor, Slota & Stanton, 2001).

f) Durabilidad y color

La durabilidad destaca que las fibras de las alpacas perduran muy bien en los tiempos y no son dañados por microorganismos y hongos. En cuanto al color, la fibra de alpaca está disponible en más de 25 colores naturales, llevan desde el blanco, marrón, negro y gris (Pinto, Martín & Cid, 2010).

g) Propiedad térmica e higroscopicidad

Es la disposición de la fibra para impregnar el fluido de agua en las partes húmedas y perderlo en un ambiente seco, pudiendo absorber 50 por ciento de su peso en agua. Se debe tener en cuenta la humedad a la hora de determinar la flexibilidad, elasticidad y resistencia, ya que estos parámetros pueden ser alterados seriamente (Zárate, 2012).

2.2.19. Equipos de laboratorio

a) Máquina de teñido datacolor AHIBA IR

Este equipo es para realizar las pruebas de teñido, se calienta por medio de lámparas infrarrojas y tiene sistema de refrigeración. Para adquirir un resultado aceptable, la

máquina de tintura debe seguir la curva de teñido que se programa con mayor precisión posible (Egas, 2021).



Nota: Equipo Datacolor (AHIBA IR.) del CITetextil camélidos Arequipa de control de calidad

Figura 4: Datacolor (AHIBA IR.).

- **Principios de funcionamiento**

Se compone de un disco giratorio en la que cabe 20 vasos máximo. Este dispositivo utiliza tecnología de calentamiento por infrarrojos para calentar el líquido del baño en el recipiente y se utiliza un sistema de enfriamiento (Salazar, 2014).

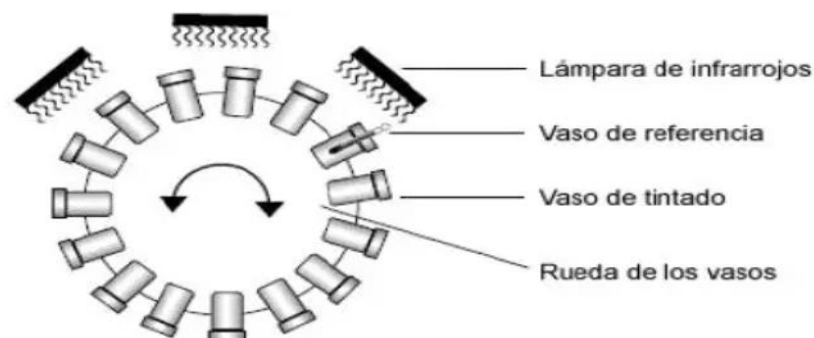


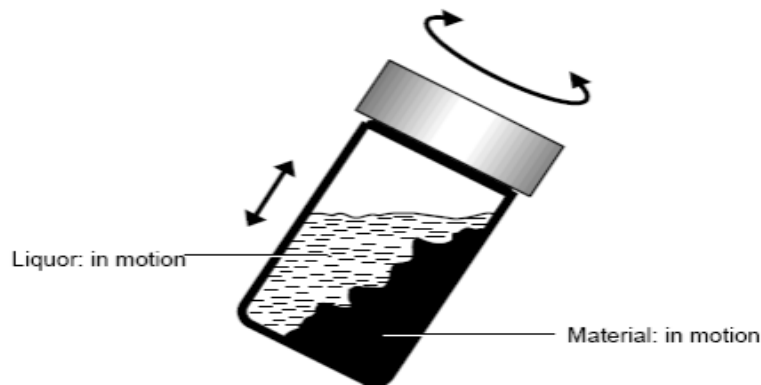
Figura 5: Principio de funcionamiento.

FUENTE: Datacolor (2010).

El calentamiento y refrigeración

- Tiene 3 lámparas infrarrojas muy útiles que están montadas en la parte superior de la unidad y transfieren calor del tanque al líquido en el baño de tinte.

- El diseño del recipiente asegura una temperatura uniforme entre los vasos.
- La temperatura actual se comunica a controlador mediante un interruptor giratorio.
- Se utilizan ventiladores de alto CFM (pies cúbicos por minuto) para incluir aire fresco en la cámara para enfriar los recipientes.
- El aire caliente se descarga mediante el conducto del escape
- El ventilador se apaga y prende según sea necesario para regular la temperatura.
- Múltiples sistemas de protección de respaldo monitorean la temperatura y protegen el equipo y los especímenes contra el sobrecalentamiento (Datacolor, 2010).



Nota: Es de 5 – 50 rpm la velocidad de rotación.

Movimiento del vaso: la dirección de la rueda es automáticamente cada minuto

Figura 6: Rotación del vaso.

FUENTE: Khayaban (2012).

b) Crockmeter (Frictometro) M238BB Electronic Crockmete

El equipo es usado para el frotamiento de la prueba de solidez del color al frote en seco y húmedo (Delgado, 2021). El crockmeter prueba la transferencia de color de la superficie de color de la superficie de un material a otro mediante frotamiento húmedo y seco. Además de las pruebas de transferencia de color, crockmeter realiza pruebas de respaldo, abrasión húmeda/ seca, flexión, pulverización, limpieza en seco, abrasividad de la tinta y otras pruebas.

Las condiciones de la prueba se controlan y son reproducibles mediante el uso de presión y movimiento estándar motorizado para uso frecuente y pruebas de larga duración, equipadas con contador electrónico digital pre ajustable para carreras de hasta 1000 (Khayaban, 2012).



Nota: Equipo Crockmeter del CITEtextil camélidos Arequipa de control de calidad.

Figura 7: Crockmeter (Frictometro) M238BB Electronic Crockmete.

c) Cabina de luces

Se utiliza para evaluar visualmente el color de la muestra, se utiliza para comparar el tono, la pureza y claridad. Dispone de seis fuentes de luz estandarizadas: (TL83/U30, CWF, UV, TL84, D65 y F). Se usa la cabina de luz para evitar el metamerismo, que permite a la persona mantener al tiempo de la luz establecida. Se selecciona el tipo de luz al pulsar un solo botón, su panel de comprobación está ubicado en el frontis de la cabina de iluminación. Además de las cargas de luz individuales, también puedes activar señales de luz mixtas. Para hacer esto, presione las teclas correspondientes al mismo tiempo (Barth, 2012).

• Especificaciones técnicas

Luz del domicilio “F”, luz del día artificial “D65”, luz de la zona comercial “TL84”, luz ultravioleta “UV”, Luz en compañías y depósitos “CWF”, Luz de compañías de EE.UU., (TL83 / U30) (Barth, 2012).



Nota: Cabina de luces del CITEtextil camélidos Arequipa de control de calidad

Figura 8: Cabina de luces.

d) Estufa de secado

El equipo se utiliza para hacer secar la muestra, después de sacar las muestras teñidas de la máquina del teñido y de las pruebas de solidez al lavado. Su temperatura de la estufa oscila entre 80 a 90°C para el secado (Ponce de León & Valdivia, 2014).



Nota: Estufa eléctrica del CITEtextil camélidos Arequipa de control de calidad

Figura 9: Estufa eléctrica.

e) Equipo Lauderometro (water colour fastness tester)

Esta máquina mide la suficiencia de los textiles de no cambiar ni desteñir su color después del lavado. Las funciones que tiene son el parámetro de diseños que cumplen de acuerdo la norma que se emplea, la caja que tiene el equipo y embace son de acero inoxidable, resistente a las altas temperaturas y tiene su controlador de tiempo, temperatura digital y tiene alarma al finalizar (Road, 2015).



Nota: Lauderometro (water colour fastness tester) del CITEtextil camélidos Arequipa de control de calidad

Figura 10: Lauderometro (water colour fastness tester).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la Universidad Nacional de Juliaca, la caracterización fitoquímica de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) se realizó en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos ubicada en la calle (German Amezaga Nro. 375 edificios Jorge Basadre), departamento de Lima y la parte de la extracción de colorante natural, el teñido de las muestras del hilado de fibra de alpaca y las pruebas de solidez de color a la luz, solidez de color al lavado y la solidez de color al frote se realizó en las instalaciones del centro de Innovación Productiva y Trasferencia Tecnológica – CITE textil camélidos - Arequipa en su laboratorio de control de calidad, está ubicada en la (calle 3 Mz. I LT. 4 primera etapa Parque Industrial de Río Seco), Distrito de Cerro colorado - Arequipa.

3.2. DISEÑO METODOLÓGICO

3.2.1. Tipo investigación

El tipo de investigación es aplicada porque se enfocó a una solución del problema específico que afecta a la sociedad y a las personas, el cual genera un nuevo conocimiento para ponerlo en práctica con el propósito de favorecer al ámbito, el fin de la investigación es resolver el problema mediante los tratamientos que se realizan durante la ejecución del proyecto (Castro *et al.*, 2023). El planteamiento es experimental, porque se manipulan uno o más variables de la investigación, para someter en aumento y la disminución (Murillo, 2011).

3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo y tiene como objetivo encontrar relaciones entre las variables de investigación para mostrar su comportamiento y las relaciones entre variables, se da a conocer que se manipulan las variables independientes para ver el efecto de la solidez de color de los teñidos de las muestras (Hernandez *et al.*, 2014).

3.2.3. Diseño y método de investigación

Para determinar causa y efecto y para observar cómo afectan las variables dependientes las variables independientes, el diseño de investigación es experimental. Para evaluar los efectos de las solidez de color a la luz, solidez de color al lavado y solidez de color al frote, se utilizan las variables independientes y dependientes. Por lo tanto, se empleó el diseño factorial 2^k , es decir, cada factor tiene dos niveles de solidez de color. (Núñez, 2008).

El enfoque del estudio es cuantitativo, ya que sus métodos son estratégicos, técnicas, observables, se detectan en lógica de medir, contar, pesar, entre otros. La unidad de estudio básico es la porción, es el método que origina el resultado en relaciones (causa-efecto). El método de la investigación es hipotético - deductivo, se basa en observaciones y experimentos sobre los acontecimientos específicos para disponer descripción y explicación general (Vargas, 2007). En relación con eso se utilizaron en el teñido cuatro factores: el efecto tipo mordiente (sulfato de cobre y bicarbonato), concentración de mordiente (1 g/l y 5 g/l), tiempo de teñido (30 min y 50 min) y la relación de planta/sustrato (20 % y 50 %).

3.3. FORMUULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis general

- La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural tienen efectos significativos en la evaluación de las pruebas de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca.

3.3.2. Hipótesis específicas

- La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.

- La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.
- La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Población

Los materiales utilizados en la investigación fue el hilado de fibra de alpaca huacaya de la empresa ALPROSER S.A.C. de calidad (Fs.) de color blanco con el número de título 3/10 de la ciudad de Arequipa, el teñido que se realizó fue con dicho material, así mismo, se obtuvo el colorante de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

3.4.2. Tipo de Muestras

Consiste en que el procedimiento es elegido por el responsable de realizar el muestreo y no se seleccionan al azar, las selecciones de las muestras se basan en los criterios del investigador, porque las muestras son seleccionados a juicio o en opiniones de los investigadores, por lo tanto, pertenece al tipo de muestreo no probabilístico (Hernández, Fernández & Baptista, 2016). Para la elaboración del experimento se tomó 40 muestras de madejas en la solidez al lavado, 40 muestras de madejas para la solidez a la luz y 40 muestras de madejas en la solidez al frote, de los cuales fueron un total de 120 muestras.

3.4.3. Tamaño de muestra

El tamaño de las muestras se evaluó de acuerdo al diseño experimental, se tomó en cuenta los niveles y factores de sus variables independientes, para poder definir la eficiencia de tipo de mordiente, la concentración de mordientes, tiempo de teñido, relación de planta/sustrato del teñido natural con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch). Se manifiesta que se realizó 16 tratamientos, 4 puntos medios y 2 repeticiones con un total de 40 muestras de madejas, finalmente se evaluó 40 muestras de teñidos en las solideces de color al lavado, 40 muestras de teñidos en las solideces de color a la luz y 40 muestras de teñidos en las solideces al frote del hilado de alpaca.

Tabla 2: Tamaño de muestras del diseño experimental factorial

Pruebas de solidez al color	Número de tratamientos	Punto medio	Numero de repeticiones
Solidez de color a la luz, al lavado, al frote.	16	4	2

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas

En este estudio, las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) se utilizaron para probar el teñido del hilado de fibra de alpaca. Se utilizaron parámetros específicos para aumentar las solidez del color.

3.5.2. Instrumentos

En el estudio se ha obtenido el tinte natural de las hojas de ayapira, por el cual, se determinará las características fitoquímicas del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) para el uso del pigmento natural en los hilados de fibra de alpaca. Se utilizó las escalas de grises de transferencia de color y el cambio de color que están dadas en la Norma Técnica Peruana, los datos se registraron en fichas técnicas o páginas de diario. Los datos de estudio, así como el cambio de los parámetros de factores para el teñido y los efectos de las pruebas de solidez de color al lavado, luz y frote, se registraron en las fichas de recopilación de datos.

3.6. EQUIPOS, MATERIALES, REACTIVOS PARA LA CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE AYAPIRA

3.6.1. Equipos

- Balanza analítica
- Molino
- Estufa eléctrica
- Ultrasonic S 10H
- Rotaevaporador
- Espectofotometro Genesys 10S UV- Vis
- Espectofotometro FT-IR-ATR.
- Lampara ultravioleta – infrarroja

3.6.2. Materiales

Las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), Soporte universal, papel filtro, viales, piceta con agua destilada, embudo analítico de vástago corto, vasos precipitados, frascos de vidrio, tubos de ensayo, gradillas, pipeta conta-gotas.

3.6.3. Reactivos

Alcohol, acetona, gelatina, Salkowski, Liebermann – Burchard, shinoda, cloruro férrico, hidróxido de sodio (NaOH) 20%, cloruro de sodio, formaldehído, agua de bromo, acetato de plomo, amoniaco, acetato de plomo 5%, alcohol isoamílico, Fehling, hidróxido de sodio (NaOH) 5%, bornträger, cloruro de hierro (FeCL₃), acetato de magnesio, dragendorff, mayer, Wagner y otto.

3.7. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS, PARA LA EXTRACCIÓN DE COLORANTE DE LAS HOJAS DE AYAPIRA, TEÑIDO Y LAS PRUEBAS DE SOLIDEZ DE COLOR.

3.7.1. Equipos

- Balanza eléctrica marca (SARTORIUS de 1000 g).
- Equipo de madejero eléctrico marca (MESDAN).
- Máquina de teñido de muestras marca (SGS (USTC) modelo AHIBA IR).
- Estufa eléctrica marca (J.P. SELECTA).
- Equipo electronic Crockmeter marca (SDLATLAS)
- Máquina Launderometro (water colour fastness tester) marca (SAMKOON)
- Cabina de luz modelo (CIC 11 PCE Instruments) con tipo de luces (F, D65, TL84, UV, CWF y TL83/U30).

3.7.2. Materiales

- Las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).
- Hilados color blanco de la fibra de alpaca huacaya calidad (FS), título del hilado (3/10).
- Tela multifibra N° 42 (6 franjas de ancho 10 cm y de largo 1.5 cm).
- Tela de algodón para testigo marca (SDLATLAS 2x2).
- Hilado acrílico 100 %.

3.7.3. Reactivos

- Agua blanda
- Detergente std referencial AATCC 1993 – WOB (sin blanqueador óptico) para la solidez al lavado.
- Detergente HELPAWET PDA para el lavado del hilado.
- Sulfato de cobre (CuSO₄).
- Bicarbonato de sodio (NaHCO₃).

a) Otros materiales

Escala de grises, guantes, mascarilla quirúrgica, tijera metálica, cinta masking, cinta embalaje, cuaderno de apuntes, lapiceros, un USB, una cámara fotográfica, cinta embalaje, marcador permanente y laptop.

3.8. PROCEDIMIENTO DE LA CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA

3.8.1. Obtención de materia

Las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), es una planta herbácea, su habitat es la ceja de la selva de Puno, es una planta de hojas verdes y al secar es de color café, que también lo utilizan para reumatismo, cicatrices (Molina, 2011). Se recolectó en el Distrito - San Gabán, Provincia - Carabaya y la Región - Puno, el secado se realizó en la sombra sin que llegara el sol, para no perder ningún componente.

3.8.2. Limpieza y clasificación

Posteriormente de la recolección se clasificó solo las hojas y se eliminó todas aquellas materias extrañas, impurezas y plantas que no son de la misma especie.

3.8.3. Lavado y secado

Se procedió el lavado con agua a una temperatura ambiente para eliminar las tierras y polvos depositados en las hojas, además de insectos que se fijan en la planta adentro habitat. El secado de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), se realizó en la estufa, colocándolo durante 1 hora para quitar la humedad y así evitar algún cambio.

3.8.4. Triturado

El triturado se realiza cuando las hojas están totalmente secas, se toma una muestra de 100 gramos para un molido manual, seguidamente se tamiza con un colador muy fino.

3.8.5. Método de Extracción

Para la extracción se utilizó dos frascos de vidrio, a cada uno se le coloca 50 gramos de hojas molidas, se agrega 120 ml de alcohol hasta humedecer toda la muestra y 120 ml de acetona. Seguidamente, se coloca los frascos en el equipo de lavador ultrasonic durante una hora a una temperatura de 40 °C para extraer la solución acuosa de la ayapira.

3.8.6. Filtración

Se realizó la filtración en el soporte universal, con un embudo y papel de filtro en un vaso precipitado. Después se agregó 50 ml del extracto de las hojas de ayapira al balón de destilación, luego se colocó en el equipo de rotavapor para evaporar el líquido y obtener muestra en sólido previo secado.



Figura 11: Proceso fotográfico de la obtención de la materia y la extracción para realizar la caracterización fitoquímica.

3.8.7. Análisis fitoquímico del extracto de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

Consiste en tratar el extracto de la planta con diferentes solventes y conseguir las reacciones de coloración que nos indican la presencia de diferentes grupos presentes en la misma, debería permitir una evaluación rápida mediante una reacción sensible, reproducible; los resultados se utilizan para la identificación cualitativa (Hoyos, 2016).

- **Contiene las siguientes pruebas.**

El análisis fitoquímico se realizó según la guía del laboratorio química de los productos naturales (Castro, 2023) y el libro de (Lock, 1997).

1. Cumarinas

Muestra: Dilución acuosa de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

a) Amoníaco (NH₃)

Se coloca 1 gota de la muestra en el papel Whatman, luego se le coloca una gota de amoníaco. Seguidamente

Lampara ultravioleta- infrarroja, si hay presencia de fluorescencia de color verde amarillenta pertenece a curamina.

2. Alcaloides

Muestra: Dilución acuosa de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

a) Reactivo de Dragendorff.

Para obtener el reactivo, primero se disuelven en 20 ml de ácido nítrico (HNO₃) al 30% en 50 ml de agua con 8 g de subnitrato de bismuto con 27,2 g de yoduro de potasio (KI). Dejar reposar 24 horas, verter y medir hasta 100 ml (Coy, Parra & Cuca, 2014).

Luego agregar 1 ml al tubo de ensayo la muestra y unas cuantas gotas de reactivo de dragendorff, si observa la presencia de precipitado que irá del color naranja al rojo hay existencia de alcaloide.

b) Reactivo de Mayer.

Para obtener el reactivo Mayer se disolverá en 60 ml de agua, 1.36 g de bicloruro de mercurio (HgCl₂) y diluir 5 g KI en 20 ml de agua y mezclar ambas soluciones y aforar en 100 ml.

Se agrega 1 ml en un tubo de ensayo de la muestra y luego se añade el reactivo Mayer, si se observa la aparición de un precipitado de blanco a crema habrá presencia de alcaloides.

c) Reactivo de Wagner

Para obtener el reactivo Wagner se disolverá 1.27 g de yodo (I_2), en una mínima cantidad de agua, poner yoduro de potasio en agua de 2 ml y mezclar en volumen de 100 ml.

Se añade al tubo de ensayo 1 ml de muestra y luego se coloca una mínima cantidad de reactivo de Wagner, si se analiza la aparición de un precipitado marrón hay alcaloides presentes.

d) Reactivo de Otto

En 1 ml de muestra en (H_2SO_4) al 80 % y se agrega 1 gota de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) diluido. Si se observa violeta a azul púrpura – rojo, logra ser un alcaloide estricnina o indólico.

3. Triterpenoides. - Saponinas Triterpenoidales

Muestra: Dilución acuosa de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

a) Prueba de la espuma

Esta prueba se realizó con una solución de la muestra acuosa sometiéndolo a una agitación rápida por un tiempo de 30 segundos mínimo. Si hay presencia de saponinas, habrá formación de una espuma resistente durante 3 min.

b) Reactivo de salkowski

Se utilizó reactivo de Salkowski, esto indicará la presencia de saponinas, que pueden ser esteroides o triterpenos.

Se agrega 1 ml de muestra, 1 ml de H_2SO_4 cc y 5 gotas de anhídrido acético en un tubo de ensayo, se tiene que observar la coloración de amarillo a rojo sangre.

c) Variante A de reacción de Salkowski

La muestra se disuelve en un 1 ml de cloroformo, se agrega anhídrido acético refrigerado, ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado 1 gota. Sí se observa en las paredes del tubo de ensayo, coloración rojiza, coloración azul, verdosa para las saponinas esteroidales y grosella para saponinas triterpénicas.

d) Variante B de Reacción de Salkoswki

La muestra se disuelve en un 1 ml de cloroformo, se le incorpora ácido sulfúrico (H_2SO_4) cc 1 ml. Se tiene que observar el color amarillo o rojo, el cual se considera reacción positiva, si es rojo azulado hasta púrpura se considera saponinas esteroidales.

e) Reactivo de Liebermann – Burchard

A una poca cantidad de muestra se añade unas 5 gotas de ácido acético (HOAc) más 3 ml de anhídrido acético (AC_2O) /ácido sulfúrico (H_2SO_4) (50:1), si el color va azul – verdoso es saponina esteroidal, mientras tanto el color rosado púrpura es saponina triterpenoidal.

4. Taninos

Muestra: ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

a) Reacción con gelatina – cloruro de sodio

La muestra se agrega 1 ml al tubo de ensayo, luego se le adiciona 3 gotas de gelatina – NaCL, en un comienzo tiene una formación de nube en la solución, después permanece en el fondo precipitado de color blanco. Esto comprueba que hay la existencia de taninos.

b) Reacción con cloruro férrico ($FeCl_3$)

Se añade 1 ml de muestra al tubo de ensayo y 1 ml de $FeCl_3$, si el color es verde deriva de la catequina, si el color es negra azulada, señala que el tanino pertenece a los derivados del ácido pirogálico.

c) Reacción de precipitación con agua de bromo

Se añade la muestra 1 ml, agua y bromo en un tubo de ensayo 1 ml, se debe de formar un precipitado para que haya existencia de tanino catéquico o flobatanino.

d) Reacción con formaldehído

A la muestra se añade 1 ml, seguidamente se agrega formaldehído 1 ml y 2 gotas de HCL cc y se pone a calentar en baño maría: si logra precipitarse completamente es de tipo catéquica el tanino. El tanino pirogálico en la misma condición da compuesto parcialmente soluble.

e) Reacción con acetato de plomo

Se coloca la muestra 1 ml, seguidamente, se le agrega acetato de plomo 5 % 1 ml. Sí se observa una formación de precipitado. Si hay presencia de taninos catequica.

5. Quinonas – Antraquinonas

Muestra: ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

a) Reacción con NaOH al 5 %

Se agrega 10 mg de muestra molida, luego se agrega 1 ml NaOH al 5 % y 0.2 ml de etanol y en un tubo de ensayo. Si cambia el color indica que hay existencia de compuestos quinonicos.

b) Reacción de Bornträger

Se trató 1 gr de muestra con 4 ml de NaOH al 5% caliente, se le vuelve ácido con cloruro de hidrógeno (HCL) 20 %, luego se agrega 1 ml de benceno y se agita, se deja reposar de 5 a 10 minutos. Se separa la fase de benceno y se añade 1 ml de hidróxido de amonio (NH₄OH).

Si la formación es de color rosa a rojo, indica la presencia de antraquinona, que debe reposar durante mucho tiempo para reaccionar.

c) Reacción con cloruro de hierro (FeCl₃)

Agregar 1 mg de muestra, dos gotas de ácido clorhídrico (HCL) cc, luego añadir cloruro férrico al 3 %, es necesario colocarlo en baño maría 5 min. y añadir 1 ml de (NaOH) al 5 % en un tubo de ensayo. Si se observa color rojizo hay presencia de quinonas.

6. Flavonoides

Muestra: Dilución acuosa del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

a) Reactivo de la shinoda

Se agrega un mililitro de muestra al tubo de ensayo, luego se agrega limadura de magnesio y luego se agregan tres gotas de HCl cc con un gotero, si se analiza al poner la limadura un fuerte burbujeo y la solución tiene una tonalidad débil de color naranja suave al inicio hasta el color naranja fuerte, hasta que después de 10 min la solución es de color naranja intenso. Esto señala que hay la presencia de flavonoides.

b) Reacción con cloruro férrico

Se agrega 1 ml de muestra y 3 gotas de FeCl₃ en el tubo de ensayo, inmediatamente la solución toma un color casi negro a verde oscuro, esto señala que hay presencia de compuesto fenólico y tanino.

c) Reacción con NaOH 20 %

Se agrega 1 ml de muestra y 5 gotas de NaOH al 20 % en un tubo de ensayo. Se debe de obtener coloración naranja.

7. Antocianinas

Muestra: Dilución acuosa de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

a) Reactivo de Fehling A

Se coloca en el tubo de ensayo la muestra acuosa 1 ml, seguidamente se coloca el reactivo de Fehling A. Si forma precipitado color rojo - ladrillo, indica que hay presencia de antocianinas.

b) Reactivo de Fehling B

En 1 ml de muestra acuosa se coloca el reactivo de Fehling A. Si forma precipitado color rojo - ladrillo, indica que hay presencia de antocianinas.

8. Antocianinas - Betalainas

Muestra: Dilución acuosa del extracto ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

a) Adición de álcali: NaOH 20 %

En 1 ml de muestra, se le agrega NaOH 20 %, si la coloración es violeta - azul y verde - amarillo pertenece a las antocianinas, si la coloración cambia rápidamente amarillo es betalaína.

b) Reacidificación: HCL 1N

A la misma solución anterior se le añade 1 ml de ácido clorhídrico 1N, si hay presencia de formación de color rojo pertenece a las antocianinas.

c) Adición de amoniaco

En 1 ml de muestra, se le agrega amoniaco, si la coloración es violeta - azul y verde - amarillo pertenece a las antocianinas, si la coloración permanece violeta por un tiempo o rojo marrón hay presencia de betalaína.

d) Adición de acetato de plomo 5 %

Se coloca la muestra 1 ml en tubo de ensayo y se añade el acetato de plomo al 5%, si la coloración es azul verdoso o azul grisáceo pertenece a la antocianina y si el color rojo marrón es betacianina.

e) Distribución entre alcohol isoamílico y agua

En 1 ml de la muestra agregar alcohol isoamílico y agua, si la etapa alcohólica adquiere color rojo a pH ácido pertenece a la antocianina y si la fase alcohólica no adquiere color rojo pertenece a la betacianina.

3.8. PROCEDIMIENTO DE LA EXTRACCIÓN, TEÑIDO Y PRUEBAS DE LA SOLIDEZ DE COLOR

3.8.1. Extracción del colorante de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) en líquido.

Para la extracción del colorante en líquido se clasificó solamente las hojas, se utilizó el método de cocción sólido – líquido. Primeramente, se pesó las hojas de ayapira la cantidad necesaria, en 12 litros de agua blanda en una olla de acero inoxidable y calentar hasta la ebullición de 90 °C, una vez ya alcanzada a esta temperatura se baja a fuego lento y se hace hervir durante 60 minutos.

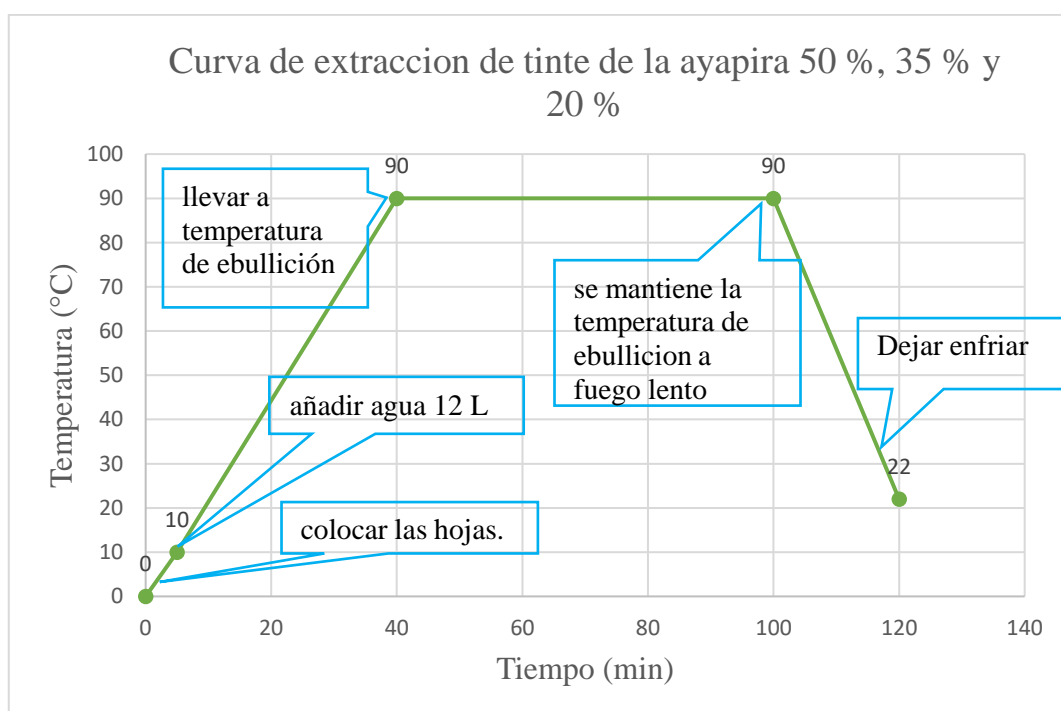


Figura 12: Curva de extracción de tinte de la ayapira.

Finalmente, la solución que se ha extraído se dejó refrigerar a temperatura ambiente, hasta llegar a 20 °C, seguidamente se empezó a filtrar con un colador de plástico, de este modo se divide el sólido y líquido pigmentario.



Peso de las peso de las
hojas de ayapira



Calculo de agua para la
extracción



Extracción por ebullición
del colorante solido-liquido

Filtración del
planta/sustrato
(Licor tintóreo)



Figura 13: Procedimiento de la extracción de colorante de las hojas de ayapira para las tres relaciones planta/sustrato.

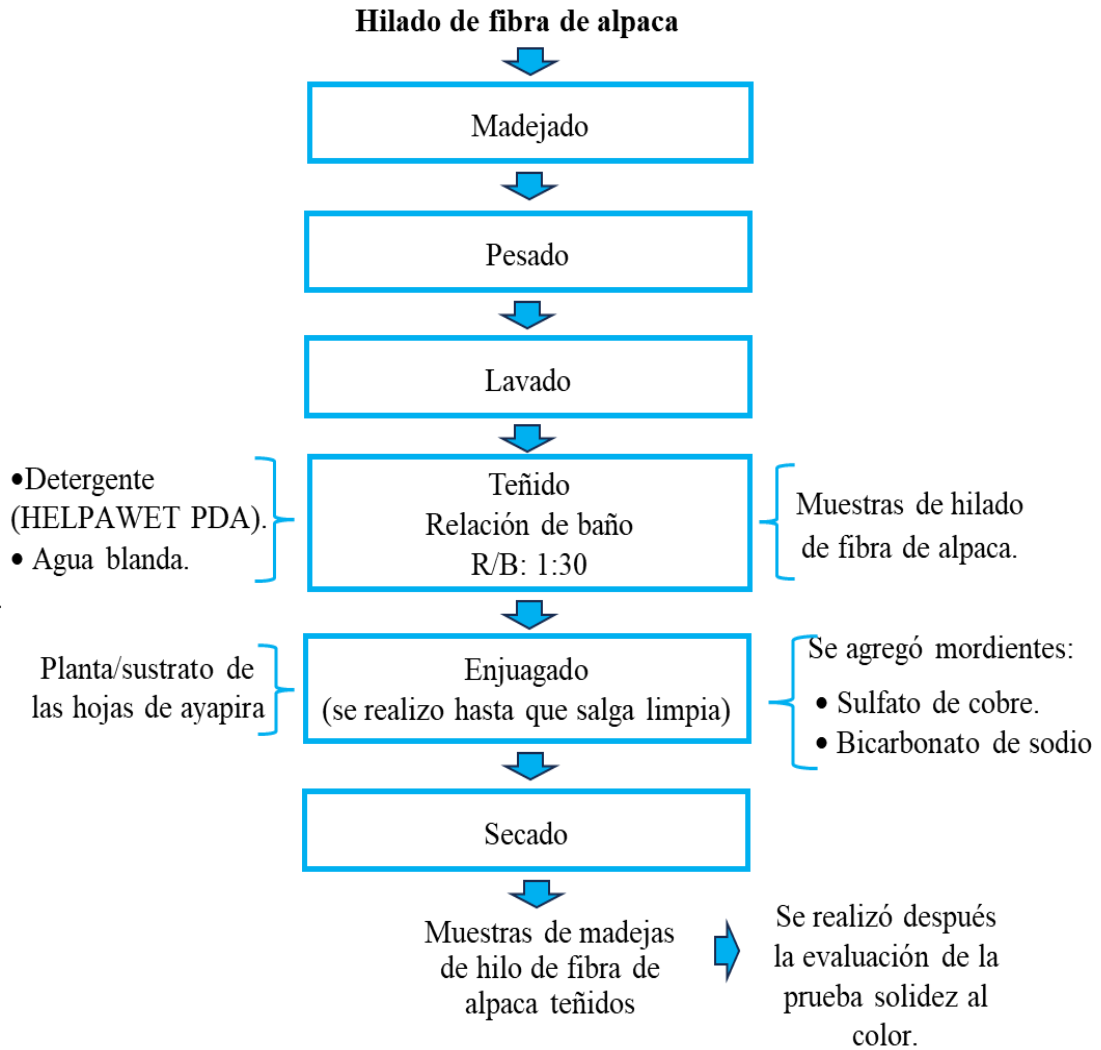


Figura 14: Procesos de teñido natural con las hojas de ayapira.

a) Madejado

Se realizó madejas pequeñas del hilado de la fibra de alpaca, con una longitud de 14 metros, el peso promedio es alrededor de 4.2 gr lo que corresponde a 14 giros en el equipo eléctrico para realizar madejas pequeñas, esto se sacó de acuerdo al volumen del recipiente para realizar el teñido de hilado de las muestras del equipo de teñido de muestras.

b) Pesado

El pesado se realiza una vez identificado las madejado del hilado de fibra de alpaca, para determinar el peso exacto, esto se realizó en una balanza analítica, para llevar a cabo la cantidad de mordiente y la relación de baño que se utilizara para uno de los tratamientos, a causa de que cada madeja no tiene el mismo peso.

Calculación de la relación de baño para cada tratamiento y sus cantidades de mordiente:

Las proporciones del líquido es 1:30, lo que significa que se deben utilizar 30 ml de tinte natural por 1 g de hilado de fibra de alpaca.

$$R: B (1:30) = (\text{el peso de madeja}) \times 30$$

Ejemplo para sacar la cantidad de baño tintóreo

$$\text{Peso de la madeja} = 4.23 \text{ gr}$$

$$R: B (1:30) = (4.23\text{gr}) \times 30$$

$$R: B (1:30) = 126.9 \text{ ml}$$

Por ejemplo, si la muestra de hilado pesó 4.23 gramos y requiere un volumen de tinte de 126.9 ml; ahora para calcular la cantidad del mordiente para el teñido, se debe multiplicar por la cantidad del baño tintóreo por 1 g/l de concentración del mordiente.

$$\text{Cantidad del mordiente} = \text{volumen del tinte} \times 1 \text{ g/l}$$

$$\text{Mordiente} = 126.9 \times 1 \text{ g/l}$$

$$\text{Mordiente} = 0.1269 \text{ gr}$$

Este cálculo se repetirá para cada relación de baño y para las distintas cantidades de mordiente utilizadas en cada tratamiento.

c) Lavado del hilado de fibra de alpaca

El lavado se realiza antes del teñido, ya que es un pretratamiento que se debe de tomar en cuenta en el procedimiento, es muy importante para eliminar la suciedad, grasa, los aceites y la impureza que contiene, esto se procedió a realizar con agua caliente a unos 20 °C y se utilizó medio gramo de detergente (HERLPAWET PDA) para un litro de agua.

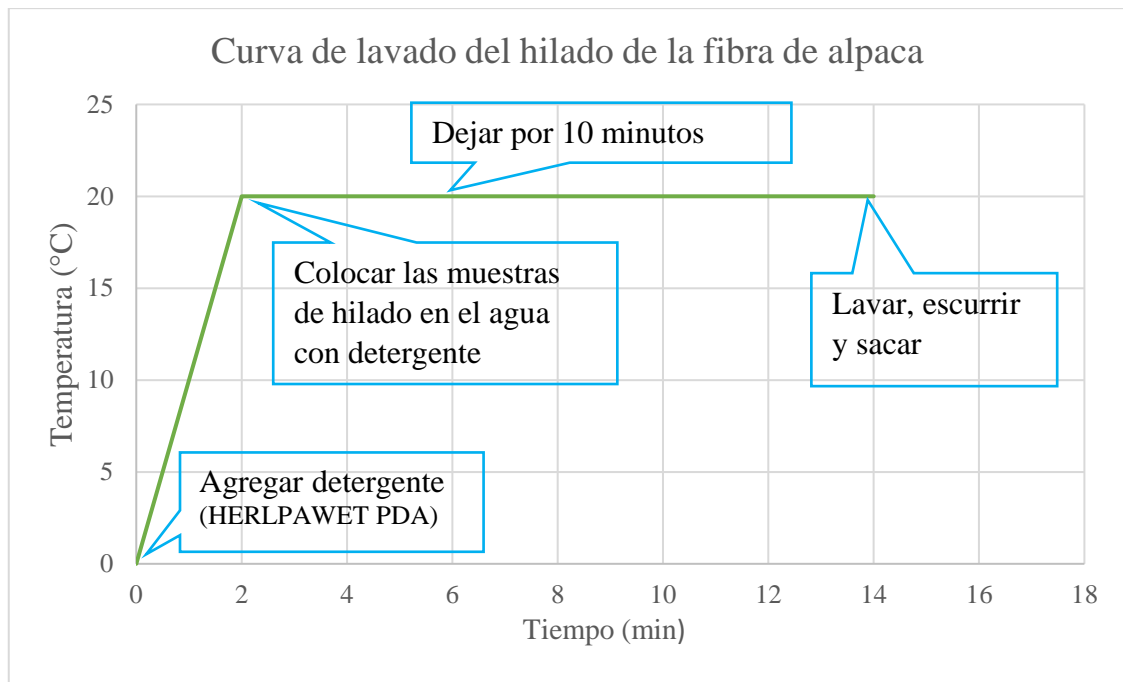


Figura 15: Curva para realizar el lavado de las madejas de hilado de fibra de alpaca.

d) Teñido

El procedimiento de teñido de las muestras del hilado de fibra de alpaca se realiza en un equipo (datacolor) modelo (AHIBA IR) programable que contiene 20 envases de acero máximo, primeramente, se izó la medida del volumen de baño en una probeta para colocar en el vaso precipitado el líquido ya extraído de tinte, después se le agrega el tipo de mordiente correspondiente (sulfato de cobre o bicarbonato de sodio) para la dilución completa, después se le agregó a los vasos de acero y por último se añade las madejas hiladas.

Finalmente, ya empleado el baño pigmentario, mordiente y la muestra de hilado en los recipientes de acero y cerrado herméticamente, se colocó las cubas a la máquina de muestras de teñido, donde se programó el tiempo del teñido y la temperatura para obtener la curva de los teñidos.

- **Los parámetros controlados fueron:**

Relación de planta/ sustrato: esto es muy influyente para disponer la magnitud de color en el hilado de fibra de alpaca. Se desarrolla un ensayo previo de acuerdo a la experiencia del especialista del CITEtextil camélidos de Arequipa en línea húmeda y teñidos, se utilizó el 50 % y 20 %, porque de acuerdo a su experiencia si es mayor la concentración de planta/sustrato es bajo la solidez de color.

Mordiente: la concentración de mordiente es importante durante el teñido, puesto que sirve para la fijación del colorante en el hilado de alpaca, por lo tanto, en el estudio se hizo ensayos previos de teñido con distintos mordientes (sal marina, (FeSO_4) , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, crémor de tártaro, (CuSO_4) sulfato de cobre, bicarbonato de sodio), con el propósito de concluir los parámetros para las pruebas. De acuerdo al ensayo se logró que los mordientes sulfato de cobre y bicarbonato de sodio obtuvo una considerable solidez de color, por lo tanto, se escogió al bicarbonato de sodio porque es un producto biodegradable lo cual ayuda a no contaminar y se empleó en cantidad de 5 g/l y 1 g/l de acuerdo a la experiencia del especialista en línea húmedo y teñido.

Tiempo: los tiempos de los teñidos está relacionado con la impregnación del tinte por completo sobre la superficie del hilado de la fibra de alpaca, el cual en el estudio se utilizó dos tiempos: 30 min y 50 min. En este estudio se tuvo en cuenta las revisiones literarias, los antecedentes de los que realizaron el teñido natural con otras plantas naturales y las experiencias del experto en líneas húmedas y teñidos naturales.

Temperatura: el procedimiento se realizó una previa prueba en 80 °C y 98 °C para analizar la mejor fijación del colorante hacia el hilado de alpaca, de lo cual se utilizó la temperatura de 98 °C por su mayor fijación. Se consideraron estos parámetros porque las madejas de los hilados de fibra de alpaca se dañan a mayor temperatura superior a 100 °C. En otras palabras, bajo los cambios de temperatura se vuelven quebradizas y pierden su resistencia, porque es una fibra proteica y la temperatura lo descompone.

Cada uno de los parámetros se tomó en cuenta y se estableció de acuerdo a las revisiones literarias y el asesoramiento de un experto en líneas húmedas y teñidos naturales.

e) Enjuagado

Una vez teñida las madejas de hilado de fibra de alpaca, se realiza el enjuague con abundante agua hasta que no queden restos de tinte, por lo tanto, se elimina el tinte que no se haya fijado en los hilados.

f) Secado

La muestra del hilado de fibra de alpaca enjuagada se colocó en una estufa eléctrica, dejando secar las muestras de hilado teñido a una temperatura de 60 °C por 15 min para sus respectivas evaluaciones de la solidez al color.

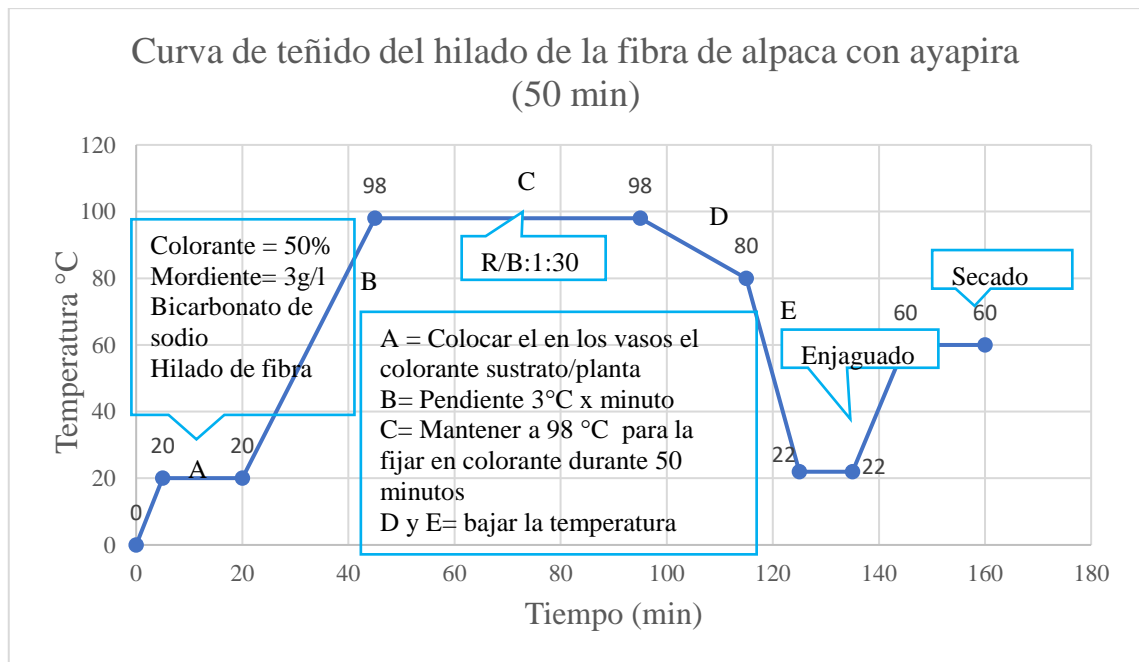


Figura 16: Curva de teñido del hilado de la fibra de alpaca.

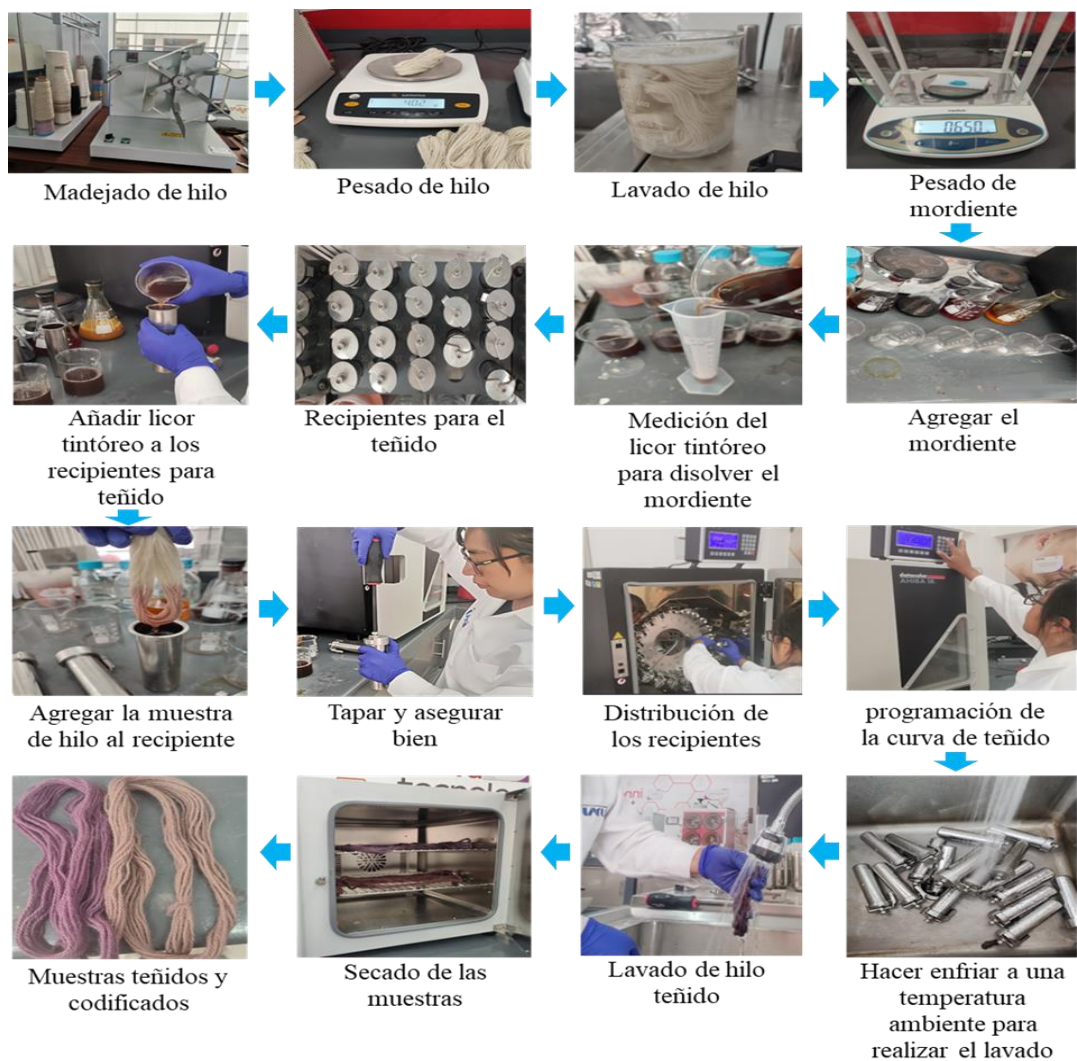


Figura 17: Secuencia fotográfica del teñido de hilado en fibra de alpaca.

3.8.2. Solideces de color en teñidos de hilados de la fibra de alpaca

a) Pruebas de solidez de color a la luz

Se empleó la metodología de la NTP 231. 007- 1967, que consiste en exponer las muestras de teñido natural a la luz solar durante 4 horas al día, por un total de 12 horas, bajo la condición determinada y protegidas de las lluvias (INACAL, 2020).

Se realizó la prueba todo en conjunto (para exponer las muestras en la luz solar diaria) y un testigo (para comparar) en la cual las madejas teñidas se graparon sobre una franja de cartulina negra, cada una de las muestras tienen 1 cm x 6 cm, estas fueron identificados cada uno. Para tener una muestra testigo se tapó la mitad de la muestra que se expondrá en la luz solar con una cartulina negra y se grapó para que no se esponga ni se destape con el viento o cualquier movimiento mientras se expone en el sol, para así comparar con lo que se expuso a la luz solar. Se evitó caer la sombra de objeto más cercano y las presencias de vapores entre otros componentes que puede variar el resultado.

Se utilizo las escalas de grises para las evaluaciones de los cambios de color en una cabina de luces después de tres días de exposición a la luz solar durante cuatro horas diarias. Para obtener un resultado calificado según la NTP, esta evaluación se comparó con la muestra testigo y con la exposición a la luz solar directa.

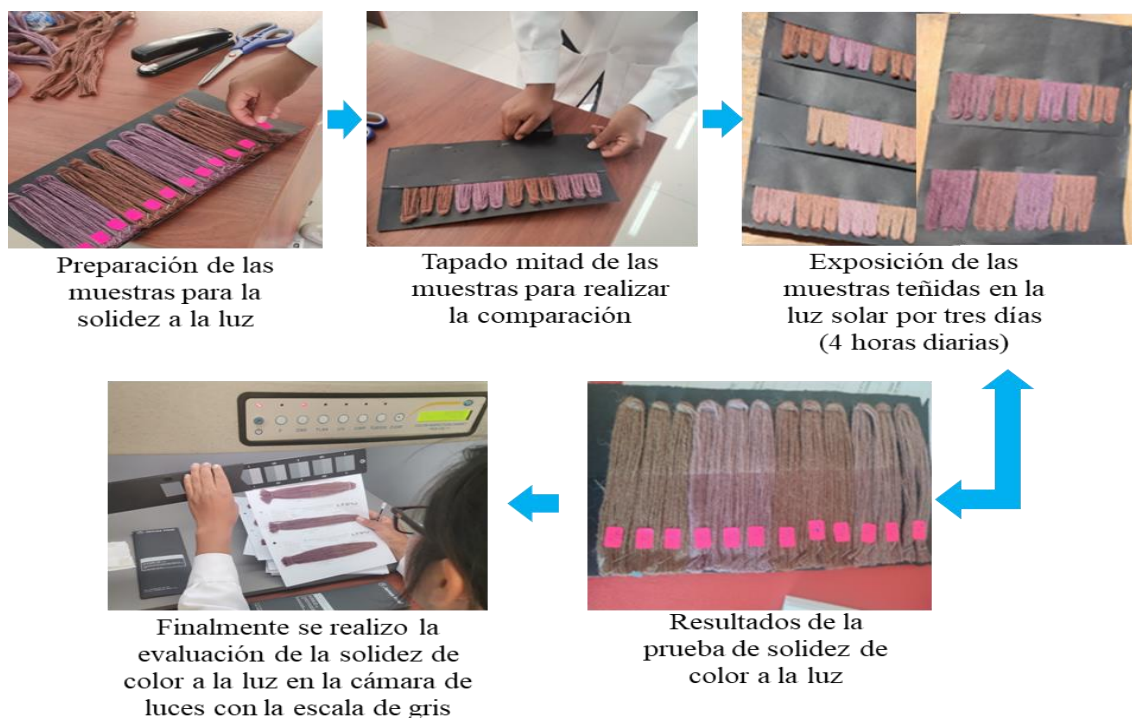


Figura 18: Secuencia fotográfica de pruebas de solidez de color a la luz.

b) Prueba de solidez de color al lavado

Para realizar la solidez color al lavado se utilizó la metodología de la NTP 231.008: 2015, las pruebas se basan en detectar la transferencia y los cambios de color de las muestras teñidos del hilado sobre tejidos de testigo blancos (multifibra) en una solución líquida de 150 ml, esto se compara en la escala de grises de transferencia y los cambios de color (INACAL, 2022).

La multifibra se integra de varios tejidos, por el cual, incluyen el acetato, algodón, nylon, poliéster, acrílico y la lana, se cortó a 5 cm de ancho. Luego se pesó junto con dos telas de algodón de 5 cm x 5 cm, el peso aproximado es de 1.8 gr seguidamente se pesa la muestra teñida, el mismo peso de las muestras testigo.

Posteriormente, se empezó a coser la tela multifibra y las telas de algodón con la muestra de teñido centradas dentro de ambas telas, las muestras deben estar en contacto frontal con la multifibra, luego se pesó 0.15 gr de detergente std referencial AATCC 1993 – WOB (sin blanqueador óptico) en sólido, esto se colocó en vasos precipitados con 150 ml de agua blanda para diluir todo el detergente. Seguidamente, se colocó las 50 esferas de acero y la solución diluida del detergente con el agua en los vasos de acero inoxidable del equipo water colour fastness tester marca (SAMKOON) para el lavado, después se calentó los frascos por 2 minutos, finalmente se sacó cada uno de los frascos y se colocó el espécimen preparado y bien arrugado en la solución y tapar el frasco, este proceso se llevó a cabo a 49 °C de temperatura de durante 45 minutos.

Después de completar las pruebas, se enjuagaron las muestras con abundante agua durante un minuto, luego se descosió la muestra de la multifibra con el fin de retirar completamente el agua y se deja secar en la estufa eléctrica no más de 60 °C por unos 15 minutos.

Finalmente, se evaluó en la cabina de luces con la escala de gris de la transferencia de color comparando la multifibra que se utilizó la solidez de color al lavado y con una muestra original, el cual se dio los valores según la NTP para cada uno de los tejidos: la lana, acrílico, poliéster, nylon, algodón y el acetato.

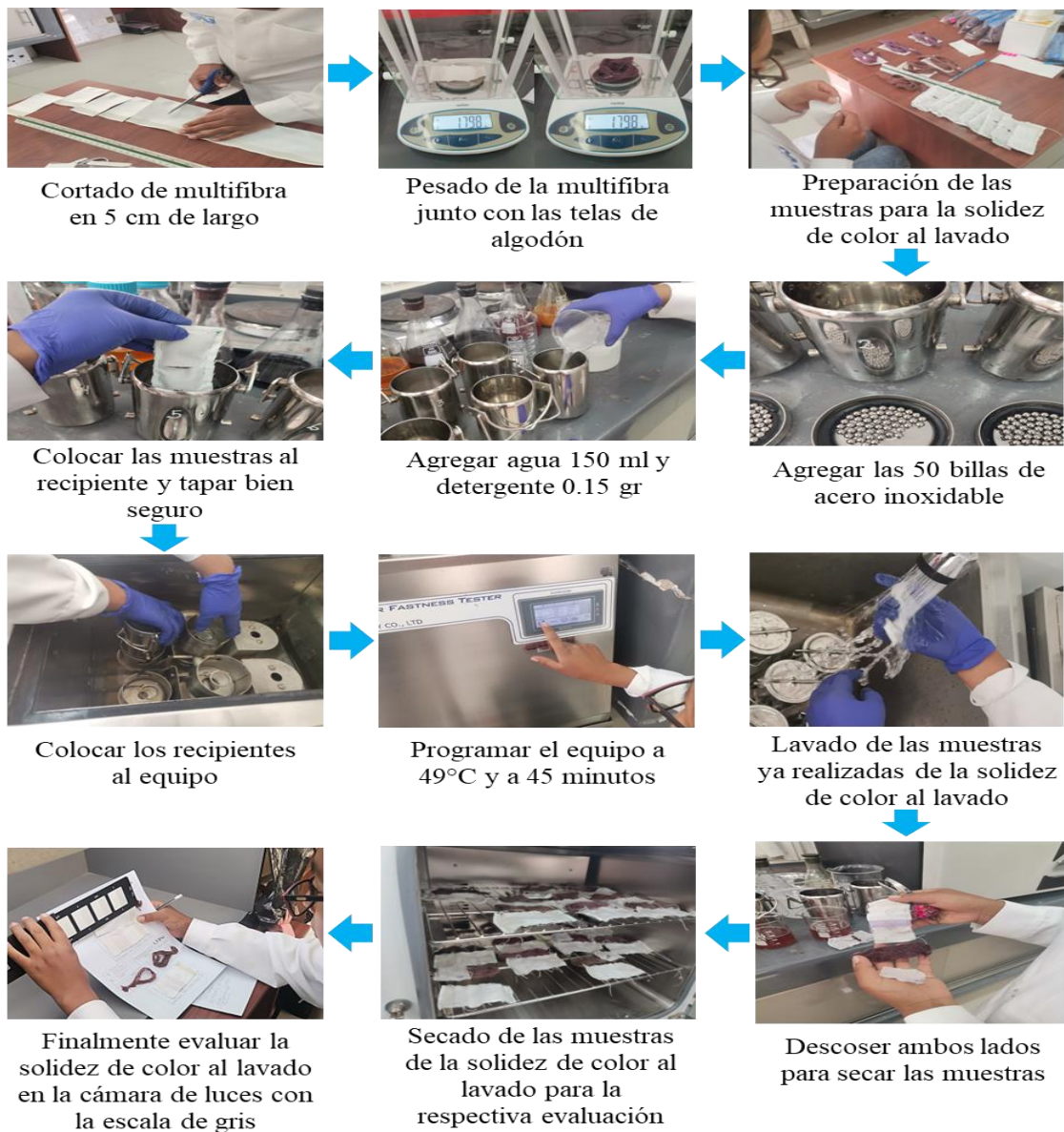


Figura 19: Secuencia fotográfica de pruebas de solidez de color al lavado.

c) Pruebas de solidez de color al frote en seco

Se realizaron con una muestra de teñido del hilado de fibra de alpaca de 5 x 13 y una muestra de algodón de 5 x 5. Se empleó el método NTP 231.042:2009.

En este proceso el hilado se enrolla en un cartón prensado en el sentido largo, seguidamente se colocó una muestra en la base de equipo crockmeter dejando estirado sobre el papel lija para realizar la frotación correspondiente, para sujetar la tela cuadrada del algodón de la prueba. Primero, se coloca algodón de tela blanco de 5 x 5 cm, tejido en la dirección del roce en relación con el extremo del dedo, proyectando para abajo desde el brazo deslizante con peso. Luego se conecta con un alambre espiral especial.

El equipo crockmeter se programó para 10 giros completos a razón de 1 vuelta por segundo para deslizar el dedo cubierto hacia delante y hacia atrás 20 veces.

Después de realizar el frote respectivo, se quitó la tela de algodón blanco y se inició a limpiar las pelusas que formo al momento de frotar, por lo tanto, esto puede interferir al momento de la calificación, la calificación se realizó en la cabina de luces con la escala de grises de trasferencia de color.



Figura 20: Secuencia fotográfica de pruebas de solidez de color al frote.

3.9. LOS PROCESOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.9.1. Diseño experimental

La evaluación de estos efectos requiere la ayuda de un diseño experimental. Estudio los efectos del tipo de mordientes, la concentración de mordientes, la relación de planta/sustrato y el tiempo de tinción. Se realizó con un diseño factorial 2^k , es decir que cada factor tiene 2 niveles. En el modelo matemático de este diseño experimental se tuvo en cuenta la combinación de tratamiento, se puede escribir en una secuencia estándar, construyendo un factor a la vez y luego variando cada factor dependiendo de lo que se esté haciendo. Por ejemplo, los diseños predeterminados para un diseño factorial completo 2^4 con puntos medios (Montgomery, 2004).

Modelo matemático para el diseño experimental fue:

$$Y_{ijkl} = (\mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\alpha\delta)_{il} + (\beta\gamma)_{jk} + (\beta\delta)_{jl} + (\gamma\delta)_{kl} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + (\alpha\beta\delta)_{ijl} + (\alpha\gamma\delta)_{ikl} + (\beta\gamma\delta)_{jkl} + (\alpha\beta\gamma\delta)_{ijkl} + \varepsilon_{ijkl})$$

En el que:

La media general del experimento se representa con μ .

α_i : muestra el impacto del factor A en el i-ésimo nivel.

β_j : muestra el impacto del factor B en el nivel j-ésimo.

γ_k : indica el impacto del factor C en el nivel k-ésimo.

δ_l : muestra el impacto del factor D en el nivel l-ésimo.

$\alpha\beta_{ij}$: representan los efectos de las interacciones combinadas ij.

$\alpha\gamma_{ik}$: representan los efectos de las interacciones combinadas ik.

$\alpha\delta_{il}$: representan los efectos de las interacciones combinadas il.

$\beta\gamma_{jk}$: representan los efectos de las interacciones combinadas jk.

$\beta\delta_{jl}$: representan los efectos de las interacciones combinadas jl.

$\gamma\delta_{kl}$: representan los efectos de las interacciones combinadas kl.

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$: representan los efectos de las interacciones combinadas ijk.

$\alpha\beta\delta_{ijl}$: representan los efectos de las interacciones combinadas ij l.

$\alpha\gamma\delta_{ikl}$: representan los efectos de las interacciones combinadas ijk.

$\beta\gamma\delta_{jkl}$: representan los efectos de las interacciones combinadas jkl.

$\alpha\beta\gamma\delta_{ijkl}$: representan los efectos de las interacciones combinadas ijkl.

ε_{ijkl} : el error aleatorio que, se supone, sigue una distribución normal con $\mu=0$ y $\sigma^2=Constante$, además de que son independientes entre sí (Gutiérrez & de la Vara, 2008).

Tabla 3: Análisis de varianza de un diseño factorial 2^k .

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F _o	Valor P
K efectos principales					
A	SS _A	1	CM _A	CM _A /CM _E	P(F > F ₀)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
K	SS _K	1	CM _K	CM _K /CM _E	P(F > F ₀)
Interacciones de 2 factores					
AB	SS _{AB}	1	CM _{AB}	CM _{AB} /CM _E	P(F > F ₀)
AC	SS _{AC}	1	CM _{AC}	CM _A /CM _E	P(F > F ₀)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
JK	SS _{JK}	1	CM _{JK}	CM _{JK} /CM _E	P(F > F ₀)
Interacciones de tres factores					
ABC	SS _{ABC}	1	CM _{ABC}	CM _{ABC} /CM _E	P(F > F ₀)
ABD	SS _{ABD}	1	CM _{ABD}	CM _{ABD} /CM _E	P(F > F ₀)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
IJK	SS	1	CM _{IJK}	CM _{IJK} /CM _E	P(F > F ₀)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Error	SS _E	2 ^K (n - 1)	CM _E		
Total	SS _T	n2 ^K - 1			

FUENTE: (Montgomery, 2004).

En la tabla 4 se muestra el diseño factorial 2^4 que se realizó y las combinaciones para cada tratamiento en la solidez de color a la luz, al lavado y al frote, donde se consideró 4 factores con 2 niveles y 4 puntos medios obteniéndose así un total de 20 tratamientos.

Tabla 4: Matriz diseño factorial 2^4 para la solidez de color a la luz, lavado y frote

N° Trat.	Combinación de tratamientos	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/sustrato (%)
		A	B	C	D
T 1	(1)	-1	-1	-1	-1
T 2	a	1	-1	-1	-1
T 3	b	-1	1	-1	-1
T 4	a b	1	1	-1	-1
T 5	c	-1	-1	1	-1
T 6	a c	1	-1	1	-1
T 7	b c	-1	1	1	-1
T 8	a b c	1	1	1	-1
T 9	d	-1	-1	-1	1
T 10	a d	1	-1	-1	1
T 11	b d	-1	1	-1	1
T 12	a b d	1	1	-1	1
T 13	c d	-1	-1	1	1
T 14	a c d	1	-1	1	1
T 15	b c d	-1	1	1	1
T 16	a b c d	1	1	1	1
T 17	CT1	0	0	0	0
T 18	CT2	0	0	0	0
T 19	CT3	0	0	0	0
T 20	CT4	0	0	0	0

Las interacciones de los factores diferentes, hace que el experimento sea muy eficiente, porque cada análisis proporciona indagación acerca de cada factor correspondiente y en el mismo experimento se puede ver la respuesta de cada uno de los factores con diferentes niveles del otro factor. Las respuestas de cualquier factor observado en diferentes condiciones indican si el factor actúa independientemente sobre la unidad experimental.

Tabla 5: Combinación de tratamientos del teñido natural con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

N° Trat.	Combinación de tratamientos	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)
			(g/l)		
		A	B	C	D
T 1	(1)	Bicarbonato de sodio	1	30	20
T 2	a	Cu ₂ SO ₄	1	30	20
T 3	b	Bicarbonato de sodio	5	30	20
T 4	a b	Cu ₂ SO ₄	5	30	20
T 5	c	Bicarbonato de sodio	1	50	20
T 6	a c	Cu ₂ SO ₄	1	50	20
T 7	b c	Bicarbonato de sodio	5	50	20
T 8	a b c	Cu ₂ SO ₄	5	50	20
T 9	d	Bicarbonato de sodio	1	30	50
T 10	a d	Cu ₂ SO ₄	1	30	50
T 11	b d	Bicarbonato de sodio	5	30	50
T 12	a b d	Cu ₂ SO ₄	5	30	50
T 13	c d	Bicarbonato de sodio	1	50	50
T 14	a c d	Cu ₂ SO ₄	1	50	50
T 15	b c d	Bicarbonato de sodio	5	50	50
T 16	a b c d	Cu ₂ SO ₄	5	50	50
T 17	CT1	Bicarbonato de sodio	3	40	35
T 18	CT2	Cu ₂ SO ₄	3	40	35
T 19	CT3	Bicarbonato de sodio	3	40	35
T 20	CT4	Cu ₂ SO ₄	3	40	35

En el cual se consideró 4 factores de investigación con dos niveles, en el que se obtuvo 16 tratamientos con dos réplicas y 4 puntos medios, por lo tanto, se consideró cuatro variables controlables (tipo de mordiente, concentración de mordiente, tiempo de teñido y la relación de planta/sustrato) del procedimiento del teñido del hilado de fibra de alpaca con colorante de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), sobre las variables de respuestas de las solideces de color al lavado, luz y frote.

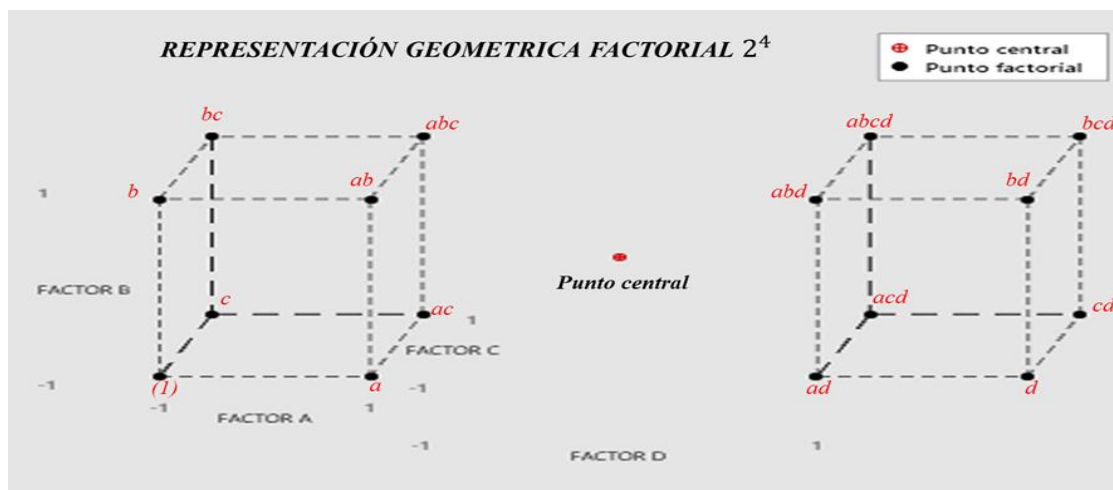


Figura 21: Representación geométrica factorial 2^4

Tabla 6: Combinaciones para cada tratamiento.

Factor 1: Tipo de mordiente	Factor 2: concentración de mordiente (g/l)	Factor 3: Tiempo de teñido (min)	Factor 4: Relación de planta/sustrato (%)
Tratamiento 1: Bicarbonato de sodio	Tratamiento 1: 1g/l	Tratamiento 1: 30 min	Tratamiento 1: 20 %
Tratamiento 2: Sulfato de cobre	Tratamiento 2: 5g/L	Tratamiento 2: 50 min	Tratamiento 2: 50 %

Se muestra en la figura 22, una de las pruebas o series, de pruebas en donde se realiza cambio intencional en la variable de entrada, que componen en el proceso para que se pueda analizar y determinar el motivo de los cambios en las variables de salida.



Figura 22: Diseño estadístico de experimentos de las variables entrada y de salida

3.9.2. Variable de los procesos de teñidos naturales de los hilados de fibra de alpaca con ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

a) **Variables de entrada:** teñidos naturales con ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

Tabla 7: Dimensiones de las entradas del procedimiento de teñido de hilado de fibra de alpaca.

DIMENSIONES	Nivel Inferior	Punto intermedio	Nivel Superior
A: Tipo de mordiente	Bicarbonato de sodio		Sulfato de cobre
B: Concentración de mordiente (g/l)	1	3	5
C: Tiempo de teñido (min)	30	40	50
D: Relación de planta/sustrato (%)	20	35	50

a) **Variable de respuesta:** solidez de color del teñido natural

Tabla 8: Dimensiones de las respuestas del procedimiento del teñido de hilado de fibra de alpaca.

DIMENSIONES	MEDICIÓN
Pruebas de solidez del color a la luz	La NTP de la escala de gris del cambio de color determina el valor de la calificación de solidez de color.
Pruebas de solidez del color al lavado	La NTP de la escala de gris de la transferencia de color determina el valor de la calificación de solidez de color.
Prueba de solidez del color al frote	La NTP de la escala de gris de la transferencia de color determina el valor de la calificación de solidez de color.

3.9.3. Análisis estadístico de los datos

Se utiliza para observar el dato estadístico adquirido, utilizando los resultados de la solidez de color en la escala de gris de cambio y transferencia de color, los datos que se obtiene son cuantitativos, el cual se utilizó el programa estadístico software MINITAB 19. Para realizar pruebas de hipótesis ANOVA (normalidad, homogeneidad de varianza y pruebas Tukey), el nivel de significancia es 0.05, También se realizó una prueba ANOVA de diseño experimental factorial completo 2^k ; Su objetivo es aceptar o rechazar hipótesis de investigación presentadas en gráficas y tablas para observar en detalle los resultados, sin embargo, para diagnosticar la diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos se usó las pruebas de Tukey con intervalo de confianza del 95 %.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

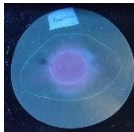
4.1.1. Evaluar los efectos de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca

a) Evaluación del efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

La evaluación de la caracterización fitoquímica es una prueba que se utiliza para identificar los componentes de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), por medio de los ensayos de coloración y precipitados según el método, esto se identificara de la siguiente manera de acuerdo a la solubilidad: completamente soluble o en su totalidad (+++), medianamente soluble o solubilidad moderada (++) , poco soluble (+) e insoluble (-). Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes pruebas:

Identificación de las cumarinas: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y del libro de (Lock,1997).





Tabla 9: Identificación de la cumarina de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

Nº	Metabolito secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenido	Resultado
1	Cumarinas fijas	(NH ₃) amoniaco	Papel Whatman: fluorescencia color verde amarillenta.	Fluorecencia color verde	(+) 

El ensayo de la cumarina con el reactivo amoniaco fluorescencia color verde (indica que es poco soluble) hay presencia de cumarinas fijas. Por lo tanto, hay poca evidencia de que las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii Planch*) presentan esta composición química.

Identificación de alcaloides: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y del libro de (Lock,1997).




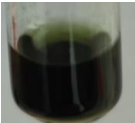

Tabla 10: Identificación de alcaloides en las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii Planch*).

Nº	Metabolito secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenida	Resultado	
1	Alcaloides	Dragendorff Nitrato de Bismuto (III) y Ácido nítrico	Precipitado anaranjado a rojo.	Naranja	(+)	
2		Mayer bicloruro de Mercurio, agua y yoduro de potasio	Precipitado blanco a crema.	Marrón	(-)	
3		Wagner yodo, yoduro de potasio y agua	Precipitado marrón	Rojizo	(-)	
4		Otto ácido sulfúrico y dicromato de potasio	Tono de color rojo - violeta a azul púrpura.	Verde	(-)	

El ensayo de los alcaloides con el reactivo dragendorff da color naranja (indica que es poco soluble) y con los reactivos mayer, Wagner y otto (indica que es insoluble) por lo tanto, hay poca evidencia de que las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii Planch*) presentan esta composición química.

Identificación de saponinas: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y del libro de (Lock, 1997).


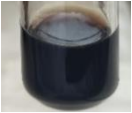





Tabla 11: Identificación de saponinas en las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

Nº	Metabolito secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenido	Resultado	
1	Saponinas	Espuma	presencia de espuma persistente	no hay reacción	(-)	
2	Saponinas Triterpenoidales o esteroidales	salkowki Ácido sulfúrico (H2SO4) cc y Anhidrido acético	Coloraciones de amarillo a rojo sangre	negro- marrón	(-)	
3A	Saponinas Triterpénicas	Variante A Salkowski cloroformo, Anhidrido acético,	Coloración rojiza-grosella	Verde pasto	(-)	
	Saponinas esteroidales	ácido sulfúrico y (H2SO4) cc	Coloraciones azul-verdosa		(+)	
3B	Saponinas esteroidales	Variante B salkowski cloroformo, ácido sulfurico y (H2SO4) cc	Coloraciones rojo-azulado hasta púrpura	negro a verde oscuro	(-)	
	Colesterol		Coloración roja		(-)	
4	Saponinas Triterpenoidales	Lieberman - Burchard ácido acético (HOAc)	Coloración rosada a púrpura	marrón claro	(-)	
	Saponinas esteroidales	anhidrido, acético (AC2O) y ácido sulfúrico (H2SO4)	Coloración azul-verdoso		(-)	

El ensayo de las saponinas con el reactivo variante A salkowki es de color verde pasto (indica que es poco soluble) hay presencia de saponinas esteroidales. Sin embargo, el extracto acuoso no presenta espuma y el resultado es negativo, con los reactivos salkowki, variante B salkowki y Lieberman - Burchard (indica que es insoluble) no hay presencia de saponinas, por lo tanto, indica que hay poca evidencia de que las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) presentan esta composición química.

Identificación de taninos: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y del libro de (Lock,1997).




Tabla 12: Identificación de taninos e las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

Nº	Metabolito secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenido	Resultado
1	Taninos	Gelatina-NaCl	Precipitado color blanco	Coloración rojiza con precipitado blanco	(+) 
2	Tanino derivado del ácido pirogálico	Cloruro férrico	Color negra azulada	negro	(-) 
3	Tanino deriva Catequina		Tono verde		(-) 
4	Taninos catéquicos o flobatanino	Agua de bromo	Generación de precipitado	Si hay precipitado	(+) 
5	Tanino clase catéquica	formaldehido	Precipitación total	Poco precipitado	(-) 
6	Taninos pirogálicos	Ácido clorhídrico cc	Parcialmente soluble		(+) 
7	Taninos	Acetato de plomo	Formación de precipitado	Si hay precipitado	(+) 

El ensayo de los taninos con los reactivos gelatina y NaCl da coloración rojizo precipitado blanco, (indica que es poco soluble) hay presencia de taninos, en el agua de bromo se forma un precipitado, (indica que es poco soluble) hay presencia de taninos catéquico o flobatanino, en el formaldehido se forma poco precipitado (indica que es soluble) hay presencia de taninos clase catéquica y en el acetato de plomo hay una formación de precipitado (indica que es soluble) hay presencia de taninos, sin embargo, con el reactivo de cloruro férrico (indica que es insoluble), por lo tanto, hay poca evidencia de que las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) presentan esta composición química.

Identificación de las quinonas - antraquinonas: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y del libro de (Lock,1997).




Tabla 13: Identificación de quinonas - antraquinonas de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

N°	Metabolito secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenido	Resultado
1	Composición quinónicos	NaOH 5% Etanol	Cambio de coloración	Si hay cambio de coloración y precipitado	(+) 
2	Antraquinonas	Borntrager NaOH, cloruro de hidrogeno 20%, benceno y hidróxido de amonio	Coloración rosada a roja	Color rosado a rojo	(+) 
3	Quinonas	FeCl ₃ 3%	Coloración roja (en fase acuosa alcalina).	Color verde	(-) 

El ensayo de las quinonas y antraquinonas con el reactivo NaOH 5% y etanol si hay cambio de color (indica que es insoluble), por lo tanto, hay presencia de la composición quinonicos, con el reactivo de Borntrager da color rosado (indica que es poco soluble) hay presencia de antraquinonas. Sin embargo, con el reactivo cloruro de hierro III (indica que es insoluble) no hay presencia de quinonas, esto indica que hay poca evidencia de que las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) presentan esta composición química.

Identificación de los flavonoides: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y (Lock,1997).



Tabla 14: Identificación de los flavonoides de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

N°	Metabolito Secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenido	Resultado
1	Flavonoides	Shinoda	Coloraciones preliminares naranja claro y naranja intenso después de 10 min.	Verde claro	(-) 
2		NaOH 20%	Tonalidad naranja	Rojizo	(-) 
3		Cloruro férrico	Tonalidad verde oscuro casi negro.	Verde oscuro casi negro	(+) 

El ensayo de los flavonoides con el reactivo cloruro férrico de color verde oscuro casi negro y contenía de compuestos fenólicos (indica que es poco soluble), sin embargo, con los reactivos shinoda e hidróxido de sodio (NaOH 20%) (indica que es insoluble) no hay presencia de flavonoides, por lo tanto, hay poca evidencia de que las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) presentan esta composición química.

Identificación de las antocianinas: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y del libro de (Lock,1997).





Tabla 15: Identificación de las antocianinas de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

N°	Metabolito Secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenido	Resultado	
1	Antocianinas	Fehling A	Formación precipitado color rojo-ladrillo	Rojo Violeta claro precipitado rojo	(+++)	
2		Fehling B	Rojo violeta	Rojo violeta	(+++)	

El ensayo de las antocianinas con el reactivo Fehling A tuvo una formación de precipitado de color rojo, por lo tanto, indica que es completamente soluble y con el reactivo Fehling B hay una reacción de color rojo violeta, por el cual también indica que es completamente soluble en las reacciones, por ende, si hay evidencias de que el extracto de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) presenta esta composición química.

Identificación de las antocianinas - betalainas: se utilizó la metodología de la guía del laboratorio química de los productos naturales de la UNMSM (Castro, 2023) y del libro de (Lock,1997).

Tabla 16: Identificación de las antocianinas - betalainas de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

N°	Metabolito Secundario	Reactivo	Reacción	Resultado de la reacción obtenido	Resultado	
1	Adición de álcali: NaOH 20 % (antocianinas)	hidróxido de sodio	coloración violeta- azul y verde-amarillo	Violeta	(+++)	
	Adición de álcali: NaOH 20 % (betacianina)		Si la coloración cambia rápido a amarillo	amarillo	(-)	
2	Reacidificación: HCL 1N (antocianinas)	Ácido clorhídrico	Coloración roja	rojo	(+++)	
3	Adición de amoniaco (antocianinas)	amoniaco	violeta - azul y verde a amarillo	violeta claro precipitado rojo	(+++)	
	Adición de amoniaco (betacianinas)		violeta por un tiempo o rojo marrón	violeta	(-)	
4	Adición de acetato de plomo 5% (antocianinas)	Acetato de plomo	azul verdoso o azul grisáceo pertenece a la antocianina		(-)	
	Adición de acetato de plomo 5% (betacianinas)		color rojo marrón es betacianina	rojo marrón	(++)	
5	Distribución entre el alcohol isoamílico y agua (antocianinas)	alcohol isoamílico y agua	la fase del alcohol color rojo	rojo claro	(+++)	
	distribución entre el alcohol isoamílico y agua (betacianinas)		no adquiere la fase del alcohol color rojo		(-)	

En el ensayo de la adición al álcali: hidróxido de sodio al 20% tiene un resultado de una reacción de color violeta, por lo tanto, indica que es completamente soluble y hay presencia de las antocianinas, así mismo, el ensayo se realiza de igual manera para las betacianinas y hay un resultado negativo, por el cual no hay solubilidad.

En el ensayo de la Re acidificación: ácido clorhídrico 1N el resultado de la reacción es la coloración roja, por lo tanto, esto muestra es completamente soluble y hay presencia de antocianinas.

En el ensayo de la adición de amoníaco tiene un resultado de la reacción de color violeta claro con precipitado rojo, por el cual demuestra que es completamente soluble, hay presencia de antocianinas, sin embargo, este ensayo se realiza de igual manera para las betacianinas y hay un resultado negativo, por lo tanto, es insoluble.

En el ensayo adición de acetato de plomo 5 % tiene un resultado en la reacción de color marrón, por el cual hay una reacción positiva, esto indica que hay presencia de betacianinas y tiene medianamente soluble.

Por último, el ensayo de la distribución entre el alcohol isoamílico y agua el resultado de la reacción tiene la fase del alcohol color rojo, el cual indica que es completamente soluble y si hay presencia de antocianinas, también se realiza esta misma prueba para las betacianinas y es negativo, por lo cual, indica que no es soluble.

Se concluye que en la investigación de las pruebas de la marcha fitoquímica se encontró el metabolito secundario de las antocianinas con los reactivos siguientes: Fehling A, Fehling B, hidróxido de sodio al 20 %, Ácido clorhídrico 1N, amoníaco y alcohol isoamílico, el cual indicaron un resultado positivo (+++), es completamente soluble en la reacción con el extracto de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) de colores rojo – violeta.

b) Supuestos análisis de varianza

• Prueba de normalidad

Las pruebas de probabilidad de la solidez de color

Se plantea los siguientes enunciados

H_0 = cuando el valor **P** es > 0.05 los datos se corresponden con una asignación normal.

H_1 = cuando **P** valor es ≤ 0.05 los datos no muestran una distribución normal.

Si el valor de P es más de 0.05, acepte la hipótesis nula y rechace la hipótesis alternativa.

Si el valor de P es menos de 0.05, acepte la hipótesis alternativa y rechace la hipótesis nula.

Tabla 17: Resultado para la solidez de color (prueba de Ryan Joiner).

Prueba	Media	Error estándar	Número de muestras	Ryan Joiner	P Valor
Solidez de color	3.18	0.3289	40	0.997	0.100

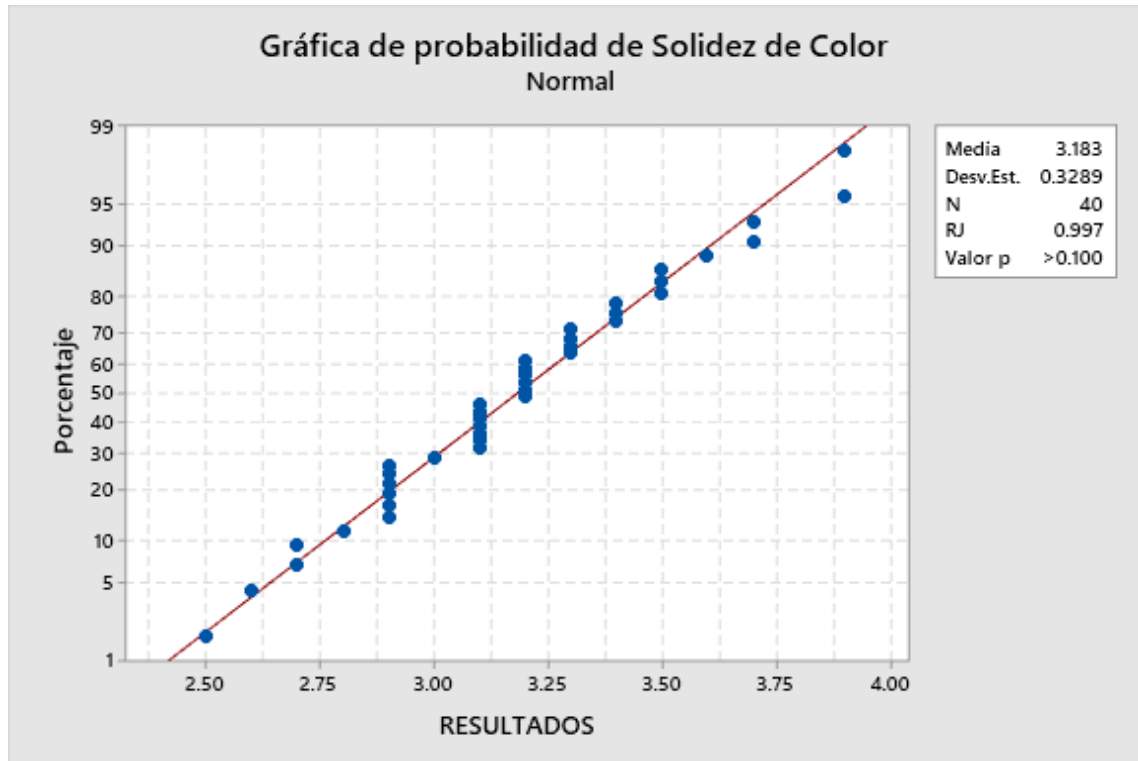


Figura 23: Gráfica de probabilidad de la solidez de color.

Como se muestra en la Tabla 17 y la Figura 23, se acepta la hipótesis nula y la hipótesis alterna se rechaza. La prueba de normalidad de Ryan Joiner para la solidez de color tiene un **RJ** = 0.997 y un **P** valor de 0.100. Los datos están alineados y cercanos de la línea normal, el cual, que los datos se distribuyen normalmente. Esto demuestra que los datos cumplen con la normalidad.

- **Prueba de igualdad de varianzas**

El test de Levene cuando su valor P de es mayor que 0.05, las variantes no son significativamente diferentes entre sí (es decir, se cumple el supuesto de homogeneidad de las variantes). Si el valor P de la prueba de Levene es inferior a 0.05, existe una diferencia significativa entre las variantes (es decir, no cumple el supuesto homogeneidad de las varianzas) (Hernández *et al.*, 2016).

Tabla 18: Prueba igualdad de varianzas para la solidez de color (prueba Levene).

Método	Prueba Estadística	P Valor
Comparación múltiple	—	0.976
Levene	0.30	0.904

La Tabla 18 muestra la prueba de Levene, que indica que se acepta la hipótesis nula y la hipótesis alterna se rechaza, porque el valor de P es superior a 0.05 del nivel de significancia valor $P = 0.904$, esto muestra que los niveles de cada factor presentan varianzas constantes, esto muestra que se cumple con la homogeneidad de las variantes y es eficaz para desarrollar los análisis de varianzas.

c) Contrastación de la hipótesis

• Hipótesis general

La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tienen efectos significativos en la evaluación de las pruebas de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca.

- **H₀:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, no tienen efectos significativos en la evaluación de las pruebas de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca.
- **H₁:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tienen efectos significativos en la evaluación de las pruebas de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca.

Tabla 19: Prueba de validación de la hipótesis general (ANOVA).

Fuentes	Grados de Libertad	SC Ajustados.	MC Ajustados.	F Valor	P Valor
TRATAMIENTOS	19	4.12275	0.216987	45.68	0.000
Error	20	0.09500	0.004750		
Total	39	4.21775			

La Tabla 19 muestra la prueba de ANOVA, que muestra que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con un valor de $P = 0.000$, que es menor a 0.05, esto indica que los resultados de las pruebas de solidez de color no se distribuyen de manera uniforme en cada tratamiento. Por lo tanto, en las evaluaciones de las pruebas de solidez de color, la hipótesis general tiene un efecto significativo.

d) Resultados descriptivos

Los resultados de las dos réplicas de la solidez de color al lavado, luz y frote se utilizaron para evaluar el impacto del tinte de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) en las solideces de color de los hilados.

Tabla 20: Resultados de la prueba de las solideces de color (réplica I).

N° Trat.	Combinación de tratamiento	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/L)	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Resultado		
						Solidez color a la luz	Solidez de color al lavado	Solidez de color al frote
		A	B	C	D			
T 1	(1)	Bicarbonato de sodio	1	30	20	1.5	3.7	4.0
T 2	a	Sulfato de cobre	1	30	20	2.5	3.9	4.0
T 3	b	Bicarbonato de sodio	5	30	20	1.5	4.0	4.0
T 4	ab	Sulfato de cobre	5	30	20	3.0	4.2	4.5
T 5	c	Bicarbonato de sodio	1	50	20	2.5	3.8	4.0
T 6	ac	Sulfato de cobre	1	50	20	3.0	4.0	4.0
T 7	bc	Bicarbonato de sodio	5	50	20	1.5	4.1	4.0
T 8	abc	Sulfato de cobre	5	50	20	3.0	4.2	3.5
T 9	d	Bicarbonato de sodio	1	30	50	1.5	3.1	3.5
T 10	ad	Sulfato de cobre	1	30	50	2.5	3.2	3.5
T 11	bd	Bicarbonato de sodio	5	30	50	1.5	2.9	3.5
T 12	abd	Sulfato de cobre	5	30	50	3.0	3.5	3.5
T 13	cd	Bicarbonato de sodio	1	50	50	2.0	3.1	3.5
T 14	acd	Sulfato de cobre	1	50	50	3.0	3.7	3.5
T 15	bcd	Bicarbonato de sodio	5	50	50	2.0	3.5	3.5
T 16	abcd	Sulfato de cobre	5	50	50	3.0	3.7	3.0
T 17	CT1	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.5	3.7	3.5
T 18	CT2	Sulfato de cobre	3	40	35	2.0	3.8	3.5
T 19	CT3	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.5	3.8	4.0
T 20	CT4	Sulfato de cobre	3	40	35	2.5	3.9	3.0

Tabla 21: Resultados de la prueba de las solídecas de color (replica II).

N° Trat.	Combinación de tratamiento	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo(min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Resultado		
						Solidez color a la luz	Solidez de color al lavado	Solidez de color al frote
		A	B	C	D			
T 1	(1)	Bicarbonato de sodio	1	30	20	1.5	3.7	3.5
T 2	a	Cu ₂ SO ₄	1	30	20	2.5	3.9	4.0
T 3	b	Bicarbonato de sodio	5	30	20	1.5	4.0	4.0
T 4	ab	Cu ₂ SO ₄	5	30	20	3.0	4.2	4.5
T 5	c	Bicarbonato de sodio	1	50	20	2.5	3.8	3.5
T 6	ac	Cu ₂ SO ₄	1	50	20	3.0	4.0	4.0
T 7	bc	Bicarbonato de sodio	5	50	20	1.5	4.1	4.0
T 8	abc	Cu ₂ SO ₄	5	50	20	3.0	3.9	3.5
T 9	d	Bicarbonato de sodio	1	30	50	1.5	3.1	3.5
T 10	ad	Cu ₂ SO ₄	1	30	50	2.5	3.2	3.5
T 11	bd	Bicarbonato de sodio	5	30	50	1.5	3.1	3.0
T 12	abd	Cu ₂ SO ₄	5	30	50	3.0	3.5	3.5
T 13	cd	Bicarbonato de sodio	1	50	50	2.0	3.3	3.5
T 14	acd	Cu ₂ SO ₄	1	50	50	3.0	3.7	3.5
T 15	bcd	Bicarbonato de sodio	5	50	50	1.5	3.4	3.5
T 16	abcd	Cu ₂ SO ₄	5	50	50	3.0	3.6	3.0
T 17	CT1	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.5	3.8	3.5
T 18	CT2	Cu ₂ SO ₄	3	40	35	2.5	3.8	3.5
T 19	CT3	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.5	3.7	3.5
T 20	CT4	Cu ₂ SO ₄	3	40	35	2.0	3.8	3.5

Nota: se desarrolló la calificación de la solidez de color según la NTP de la escala de grises, por el cual, se considera como aceptable él (4/5-5 muy bueno), (3/4- 4 bueno), (3 suficiente) y como no aceptable, (2/3-2 regular), (1/2- 1 escasa).

Se muestran en las Tablas 20 y 21 los tratamientos que se realizaron del teñido de muestras de madejas, también se visualizan las combinaciones y los parámetros del teñido que son el tipo de mordiente (bicarbonato de sodio y sulfato de cobre), concentración de mordiente (1 g/l y 5 g/l), tiempo del teñido (30 min y 50 min) y la relación de planta/sustrato (20 % y 50 %), de igual manera se observa el resultado de los tratamientos

de solidez de color de las dos réplicas, que se realizaron según la NTP de la escala de grises, se observa a la luz, lavado y frote.

e) Prueba estadística

Tabla 22: Análisis de varianza para la solidez de color.

Fuentes	Grados de libertad	SC Ajustada.	MC Ajustada.	F Valor	P Valor
Modelos	16	3.97619	0.24851	23.66	0.000
Lineal	4	3.32469	0.83117	79.14	0.000
A: Tipo de mordiente	1	1.80625	1.80625	171.98	0.000
B: Concentración de mordiente	1	0.00281	0.00281	0.27	0.610
C: Tiempo de teñido	1	0.11281	0.11281	10.74	0.003
D: relación de planta/sustrato	1	1.40281	1.40281	133.57	0.000
Interacción de 2 términos	6	0.33437	0.05573	5.31	0.001
A * B	1	0.01531	0.01531	1.46	0.240
A * C	1	0.09031	0.09031	8.60	0.007
A * D	1	0.00031	0.00031	0.03	0.865
B * C	1	0.16531	0.16531	15.74	0.001
B * D	1	0.02531	0.02531	2.41	0.134
C * D	1	0.03781	0.03781	3.60	0.070
Interacción de 3 términos	4	0.12625	0.03156	3.01	0.039
A* B * C	1	0.07031	0.07031	6.69	0.016
A * B * D	1	0.00031	0.00031	0.03	0.865
A * C * D	1	0.00281	0.00281	0.27	0.610
B * C * D	1	0.05281	0.05281	5.03	0.035
Interacción de 4 términos	1	0.01531	0.01531	1.46	0.240
A * B * C * D	1	0.01531	0.01531	1.46	0.240
Curvatura	1	0.17556	0.17556	16.72	0.000
Error	23	0.24156	0.01050		
Faltas de ajuste	19	0.20156	0.01061	1.06	0.539
Errores puros	4	0.04000	0.01000		
Total	39	4.21775			

La Tabla 22 muestra los resultados con un nivel de significancia del 5% del análisis de varianza de las solideces de color. El modelo es significativo; los factores tipo de mordiente (A), tiempo de teñido (C) y relación planta/sustrato (D) son significativos porque tienen un valor menor que 0.05, por lo tanto, si dependen de estos factores, sin embargo, el factor (B) tiene un valor mayor que el 0.05, por el cual no es significativo y no depende de este factor, porque tiene el valor de P mayor que el nivel de significancia.

La interacción de 2 términos, los factores (A*C y B*C) tienen el valor de P menor que el 0.05 por el cual tienen efectos significativos, por lo tanto, si dependen de estas interacciones de dos términos, sin embargo, las demás interacciones (A*B, A*D, B*D y

C*D) no tienen efectos significativos, porque tienen el valor mayor que 0.05, por lo tanto, no depende de estas combinaciones.

Las interacciones de 3 términos, los factores (A*B*C y B*C*D) tienen el valor de P menor que 0.05, por el cual, si tienen efectos significativos, por lo tanto, si dependen de estas interacciones en el teñido, sin embargo, la interacción (A*B*D y A*C*D) no tiene efectos significativos, ya que su valor es mayor del 0.05, por lo tanto, no depende de estas interacciones.

La interacción de 4 términos (A*B*C*D) no tiene efectos significativos, por lo tanto, no depende de esta interacción.

- **Reglas de decisiones de los factores**

H_0 = Cuando el valor P es $>$ de 0.05, la hipótesis nula es aceptada.

H_1 = Cuando el valor P es \leq de 0.05, la hipótesis alterna es aceptada.

Si el valor de P es mayor que 0.05, la hipótesis nula debe aceptarse y la hipótesis alternativa debe rechazarse. Si el valor de P es menor que 0.05, la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alternativa se acepta.

- En el factor **tipo mordiente (A)**, Con un nivel de significancia del 5 % y un valor de P de 0.000, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa., lo que significa que es inferior a 0.05. por ende, en el tipo de mordiente si hay efecto significativo en las pruebas de solidez al color.
- En el factor de **concentración del mordiente (B)**, Con un nivel de significancia del 5%, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna; el valor de P es 0.610, por lo tanto, es superior a 0.05, el cual el diseño no es eficaz con la inserción de concentración de mordiente, la prueba de solidez de color no depende de este factor porque no tiene efecto significativo.
- En el factor de **tiempo de teñido (C)**, Con un nivel de significancia del 5 % y un valor $P = 0.003$, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. que es inferior a 0.05. el tiempo de teñido es un factor que influye en la solidez de color porque tiene efecto significativo.
- En el factor **relación de planta/sustrato (D)**, Con un nivel de significancia del 5%, su valor de P es de 0.000 y es inferior a 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis

nula y la hipótesis alterna se acepta, por el cual, la prueba de solidez al color si depende de este factor porque tiene efecto altamente significativo.

se observa en la Tabla 23 y la figura 24, la relación planta/sustrato de teñido en la solidez de color, el tipo de mordiente, la concentración de mordiente, el tiempo de teñido y los factores de influencia.

Tabla 23: Efectos de cada factor para la solidez de color.

Término	Efecto
A: Tipo de mordiente	0.4250
B: Concentración de mordiente	0.0188
C: Tiempo de teñido	0.1187
D: Relación de planta/sustrato	-0.4188

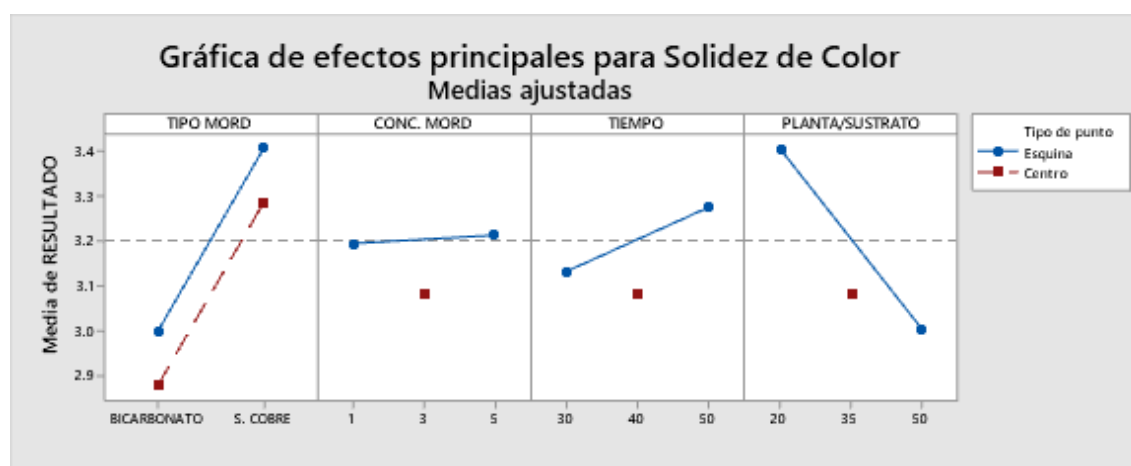


Figura 24: Gráfica de efecto principal para la solidez de color.

Se muestra la siguiente gráfica de los efectos principales de la solidez de color para los factores de tipo de mordiente, concentración de mordiente, tiempo de teñido y relación planta/sustrato, el cual se detalla a continuación:

- El factor **tipo de mordiente** entre el nivel de bicarbonato de sodio y sulfato de cobre, tiene un incremento positivo con un promedio 0.4250 entre los dos factores, por lo cual posee un efecto directo en la solidez de color del teñido, el cual muestra que si es significativo porque hay mucha diferencia entre los niveles.
- En el factor **concentración de mordiente** no tiene un incremento positivo significativo entre 1 g/l y 5 g/l, con un promedio de 0,0188 entre los dos factores; esto indica que no es significativo porque no hay una gran diferencia entre los niveles.
- El factor **tiempo** de teñido entre 30 min y 50 min tiene un incremento positivo con promedio 0.1187 entre los dos factores, lo que indica es que posee un efecto directo

en la solidez de color en el teñido, el cual muestra que si es significativo porque hay diferencia entre los dos niveles.

- El factor **relación de planta/sustrato** entre el nivel 20 % y 50 %, hay un decremento con un promedio negativo -0.4188 entre los dos factores, por lo tanto, posee un efecto opuesto en la solidez de color en el teñido, por lo que indica que si hay efecto significativo por que hay mayor diferencia entre los niveles.

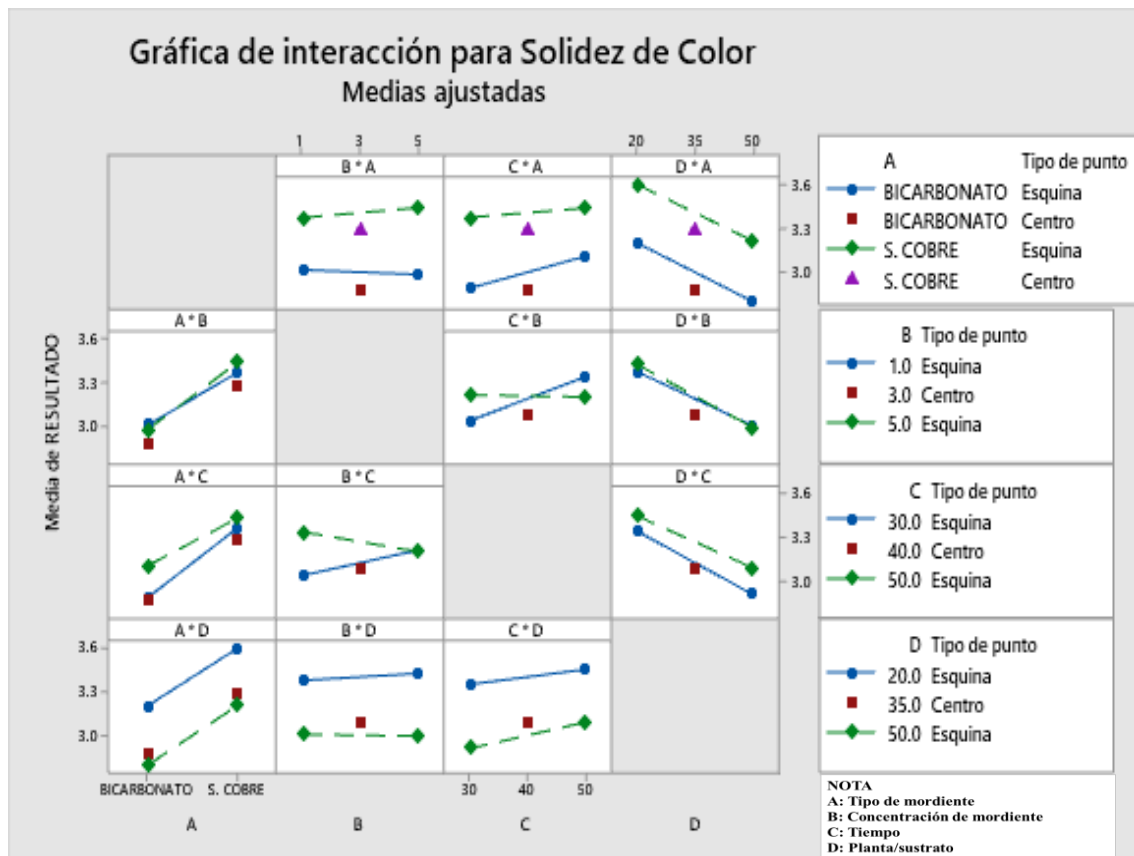


Figura 25: Gráfica de interacciones para la solidez de color.

Se visualiza en la figura 25, las gráficas de interacciones para la solidez de color, donde se observa la interacción (A*C) tienen efectos significativos, donde se obtiene buenos resultados con el factor tipo de mordiente (sulfato de cobre y el tiempo de teñido 50 min), también se observa que con la interacción de (B*C) es significativo, donde con la concentración de mordiente y el tiempo de teñido se obtienen buena solidez de color, sin embargo, con las interacciones (D*A), (D*B) y (D*C) tienen efectos inversos en la solidez de color porque al tener una relación de planta de 20 % influye con los demás factores y se obtiene buen resultado de la solidez de color en la escala de gris, sin embargo, las demás combinaciones no son significativas, por lo tanto, no influyen para obtener buenos resultados.

f) Análisis del efecto medio y significancia

Tabla 24: Diferencias estadísticas del método de Tukey con nivel de confianza del 95% de la solidez de color.

Orden Tratamiento	Repeticiones	Media	Agrupación
T4	2	3.9	A
T6	2	3.7	AB
T8	2	3.6	B C
T2	2	3.5	B C
T14	2	3.4	CD
T5	2	3.4	CDE
T12	2	3.3	CDE
T18	2	3.2	DEF
T16	2	3.2	DEF
T7	2	3.2	DEF
T3	2	3.2	DEF
T20	2	3.1	EFG
T10	2	3.1	EFG
T19	2	3.0	FG
T1	2	3.0	FG
T17	2	2.9	GH
T15	2	2.9	GH
T13	2	2.9	GH
T9	2	2.7	HI
T11	2	2.6	I

Se visualiza en la Tabla 24 los resultados de las pruebas de significancia., muestra que el tratamiento T4 tiene el mejor resultado con una media de 3.9, el cual está con una ponderación de (A) en la solidez al color, este tratamiento obtuvo buenos resultados porque influye el tipo de mordiente. Así mismo también se encontraron con buenos resultados con los tratamientos T6, T8 y T2 con los siguientes datos 3.7, 3.6 y 3.5 con una ponderación de (AB y BC), el cual se encuentran en aceptable en la escala de grises de la NTP, en estos resultados influye los factores de tipo de mordiente y relación de planta/sustrato. Sin embargo, los tratamientos T17, T15, T13, T9 y T11 tiene los resultados más bajos en la prueba de solidez de color y por ende tiene las ponderaciones más bajas que van de (GH, HI y I), por lo tanto, el teñido hilado de fibras de alpaca con hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) no tiene una excelente solidez de color, lo cual, no se sugiere la combinación de estos tratamientos.

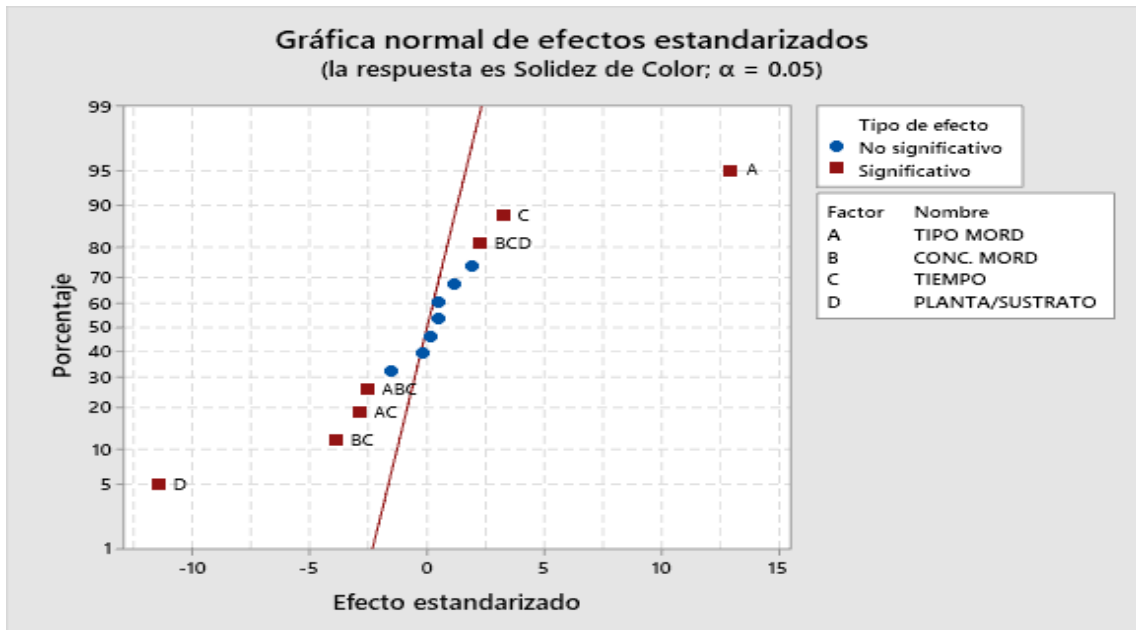


Figura 26: Gráfica normal de efecto estandarizados de la solidez de color.

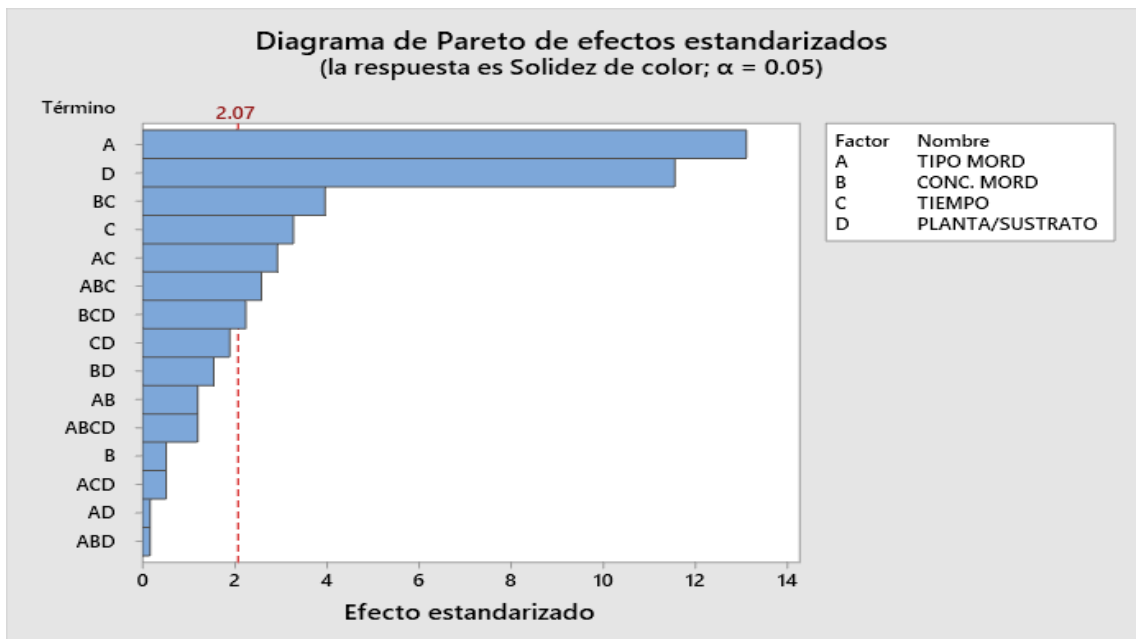


Figura 27: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados de la solidez de color.

Se visualiza en la figura 26 y 27, que los factores que tienen mayores efectos significativos son el tipo de mordiente (A), la relación de planta/sustrato (D) y tiempo de teñido (C), también se observa que las interacciones de dos términos B*C y A*C tiene influencia para obtener un buen resultado en la solidez de color y también se visualiza que las interacciones de tres términos A*B*C y B*C*D tienen efectos significativos. El factor (B) no es significativo, el cual no influye en los resultados. Sin embargo, las interacciones menores al punto crítico 2.07 no son significativas, por ende, no se obtienen buenos resultados.

- **Parámetros del estudio**

Los parámetros que se recomienda en la solidez de color son los siguientes según la prueba Tukey:

Tabla 25: Comparación del tipo de mordiente utilizando el método Tukey para la solidez de color.

Tipo de mordiente	Número de muestras	Media	Agrupación
Sulfato de cobre	20	3.40	A
Bicarbonato de sodio	20	2.97	B

Se señala en la Tabla 25 los resultados de la comparación de los tipos de mordiente con un nivel de confianza del 95 % con el método Tukey, el mordiente sulfato de cobre tiene suficiente solidez de color y es aceptable según la calificación en la escala de grises de la NTP con un valor de 3.40 y tiene una ponderación de (A), por lo tanto, se recomienda utilizar este mordiente en el teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira, sin embargo, con el bicarbonato de sodio tiene una baja solidez de color con un valor de 2.97 de color en comparación con el sulfato de cobre.

Tabla 26: Comparación de la concentración de mordiente utilizando el método Tukey para la solidez de color.

Concentración de mordiente (g/l)	Número de muestras	Media	Agrupación
5	16	3.22	A
1	16	3.20	A
3	8	3.05	A

En la Tabla 26 se observa el resultado de la combinación con un nivel de confianza del 95 % de la comparación de la concentración de mordiente con el método Tukey, se observa según esta prueba que se realizó el 5 g/l tiene superior resultado con un valor de 3.22, seguido del 1 g/l y 3 g/l con valor de 3.20 y 3.05, por lo tanto, se consideran una ponderación de (A) las tres concentraciones y se califican en aceptable en la escala de grises de la NTP.

Tabla 27: Comparación del tiempo de teñido utilizando el método Tukey para la solidez de color.

Tiempo de teñido (min)	Número de muestras	Media	Agrupación
50	16	3.27	A
30	16	3.15	A
40	8	3.05	A

Se visualiza en la Tabla 27 los resultados de la comparación del tiempo de teñido con el método Tukey, se visualiza que tienen diferencias en sus valores, por el cual con el tiempo de 50 min tiene un valor más alto de 3.27 seguido de 30 min y 40 min con un valor de 3.15 y 3.05 por ello los tres tiempos se consideran en una ponderación de (A), por lo tanto, los tres tienen una calificación de aceptable en la escala de grises de la NTP.

Tabla 28: Comparación relación planta/sustrato utilizando el método Tukey para la solidez de color.

Relación planta/sustrato (%)	Número de muestras	Media	Agrupación
20	16	3.42	A
35	8	3.05	B
50	16	3.00	B

Se verifica en la Tabla 28 los resultados con 95 % de nivel de confianza del de la comparación de la relación de planta/sustrato (D) con el método Tukey, se observa una gran diferencia en sus valores, por el cual el 20 % de la relación de planta/sustrato tiene un mayor valor de 3.42 y se considerara con una ponderación de (A), seguido del 35 % y 50 % con el valor de 3.05 y 3.00, por el cual estos se consideran con la ponderación de (B), sin embargo, se consideran en aceptable como suficiente solidez de color en la escala de grises de la NTP, se concluye que a menor porcentaje de la relación de planta/sustrato es mejor el resultado.

4.1.2. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.

a) Supuestos análisis de varianza

• Prueba de normalidad

Se plantea los siguientes enunciados:

H_0 = cuando el valor **P** es > 0.05 los datos se corresponden con una repartición normal.

H_1 = cuando **P** valor es ≤ 0.05 los datos no muestran una distribución normal.

Si el valor de P es más de 0.05, acepte la hipótesis nula y rechace la hipótesis alterna. Si el valor de P es menos de 0.05, acepte la hipótesis alternativa y la hipótesis nula rechace.

Tabla 29: Resultado para la solidez de color a la luz (prueba de Ryan Joiner).

Prueba	Media	Error estándar	Numero de muestras	Ryan Joiner	Valor p
Solidez a la luz	2.21	0.6394	40	0.997	0.100

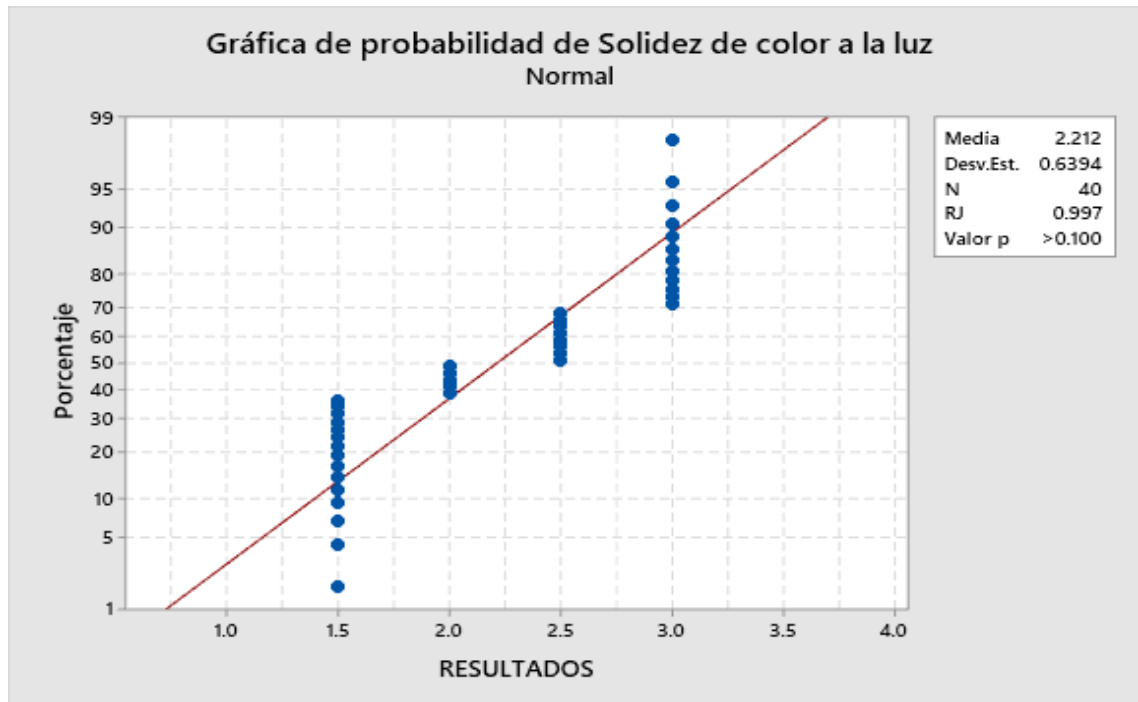


Figura 28: Gráfica de probabilidad de las pruebas de solidez de color a la luz.

La prueba de Ryan Joiner para la normalidad de la solidez de color a luz se muestra en la Tabla 29 y en la Figura 28, donde se determina que **RJ** = 0.997 y su **P** valor = 0.100. Los datos se encuentran cerca de la línea de normalidad según la aceptación de la hipótesis nula y el rechazo de la hipótesis alterna.

- **Prueba de igualdad de varianzas**

Las variantes no son significativamente diferentes entre sí cuando el valor P de la prueba de Levene es mayor que 0.05. (es decir, se cumple el supuesto de homogeneidad de las variantes). Si el valor P de la prueba de Levene es inferior a 0.05, existe una diferencia significativa entre las variantes (es decir, no cumple el supuesto homogeneidad de las varianzas) (Hernández *et al.*, 2016).

Tabla 30: Prueba de igualdad de varianzas para la solidez de color a la luz (prueba de Levene).

Métodos	Prueba Estadística	Valor P
Comparación múltiple	—	0.847
Levene	0.53	0.486

Se muestra en la Tabla 30 la prueba de Levene, donde indica que el valor de $P = 0.486$, el cual es superior a 0.05 del nivel de significancia, el cual se capta la hipótesis nula y es rechazada la hipótesis alternativa, esto indica que los niveles de cada factor presentan varianzas constantes, esto muestra que se cumple con la homogeneidad de las variantes y es eficaz para desarrollar los análisis de varianzas.

b) Contratación de la hipótesis

- **Hipótesis específica 1**

La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.

- **H₀:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, no tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.
- **H₁:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.

Tabla 31: Prueba de validación de la hipótesis específica 1 (ANOVA)

Fuentes	Grados de Libertad	SC Ajustada.	MC Ajustada.	F Valor	P Valor
Tratamientos	19	15.5687	0.81941	43.70	0.000
Error	20	0.3750	0.01875		
Total	39	15.9437			

En la Tabla 31, la prueba ANOVA muestra que los resultados de las pruebas de solidez de color a la luz, no son los mismos en cada tratamiento; por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alterna es aceptada; el P valor es inferior a 0.05 el cual, la hipótesis específica 1 si tiene efectos significativos en las evaluaciones de las pruebas de solidez de color a la luz.

c) Resultados descriptivos

Se empleó el hilado de fibra de alpaca teñido con colorante natural de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) para la prueba experimental; se tomaron 16 muestras con 4 puntos medios y 2 repeticiones.

Tabla 32: Resultados descriptivos de las pruebas solidez de color a la luz.

N° Trat.	Combinación de tratamientos	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Resultado	
						Replica I	Replica II
		A	B	C	D		
T 1	(1)	Bicarbonato de sodio	1	30	20	1.5	1.5
T 2	a	Sulfato de cobre	1	30	20	2.5	2.5
T 3	b	Bicarbonato de sodio	5	30	20	1.5	1.5
T 4	ab	Sulfato de cobre	5	30	20	3.0	3.0
T 5	c	Bicarbonato de sodio	1	50	20	2.5	2.5
T 6	ac	Sulfato de cobre	1	50	20	3.0	3.0
T 7	bc	Bicarbonato de sodio	5	50	20	1.5	1.5
T 8	abc	Sulfato de cobre	5	50	20	3.0	3.0
T 9	d	Bicarbonato de sodio	1	30	50	1.5	1.5
T 10	ad	Sulfato de cobre	1	30	50	2.5	2.5
T 11	bd	Bicarbonato de sodio	5	30	50	1.5	1.5
T 12	abd	Sulfato de cobre	5	30	50	3.0	3.0
T 13	cd	Bicarbonato de sodio	1	50	50	2.0	2.0
T 14	acd	Sulfato de cobre	1	50	50	3.0	3.0
T 15	bcd	Bicarbonato de sodio	5	50	50	1.5	1.5
T 16	abcd	Sulfato de cobre	5	50	50	3.0	3.0
T 17	CT1	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.5	1.5
T 18	CT2	Sulfato de cobre	3	40	35	2.0	2.5
T 19	CT3	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.5	1.5
T 20	CT4	Sulfato de cobre	3	40	35	2.5	2.0

Nota: Según la NTP, se calificó para cambios de color en la escala de gris como aceptable (4/5-5 muy bueno), (3/4- 4 bueno), (3 suficiente) y como no aceptable (2/3-2 regular), (1/2- 1) escasa.

Se observa en la Tabla 32 los tratamientos, las combinaciones y los parámetros que se utilizan en el teñido, se consideró dos tipos de mordiente (bicarbonato de sodio y sulfato de cobre), concentración de mordiente (1 g/l, 5 g/l), tiempo de teñido (30 min y 50 min) y la relación de planta/sustrato (20 % y 50 %), así mismo se visualiza el resultado de cada una de las réplicas, se muestra a través de la escala de grises para los cambios de color de la NTP 231.005.

- Prueba estadística

Tabla 33: Análisis de varianza para la solidez de color a la luz

Fuentes	Grados de libertad	SC Ajustada.	MC Ajustada.	F Valor	P Valor
Modelos	16	15.3047	0.9565	34.43	0.000
Lineal	4	12.5172	3.1293	112.62	0.000
A: Tipo de mordiente	1	11.5563	11.5563	415.91	0.000
B: Concentración de mordiente	1	0.0078	0.0078	0.28	0.601
C: Tiempo de teñido	1	0.9453	0.9453	34.02	0.000
D: Relación planta/sustrato	1	0.0078	0.0078	0.28	0.601
Interacción de 2 términos	6	1.4219	0.2370	8.53	0.000
A * B	1	0.6328	0.6328	22.78	0.000
A * C	1	0.0703	0.0703	2.53	0.125
A * D	1	0.0078	0.0078	0.28	0.601
B * C	1	0.6328	0.6328	22.78	0.000
B * D	1	0.0703	0.0703	2.53	0.125
C * D	1	0.0078	0.0078	0.28	0.601
Interacción de 3 términos	4	0.1562	0.0391	1.41	0.263
A * B * C	1	0.0078	0.0078	0.28	0.601
A * B * D	1	0.0703	0.0703	2.53	0.125
A * C * D	1	0.0078	0.0078	0.28	0.601
B * C * D	1	0.0703	0.0703	2.53	0.125
Interacción de 4 términos	1	0.0703	0.0703	2.53	0.125
A * B * C * D	1	0.0703	0.0703	2.53	0.125
Curvatura	1	1.1391	1.1391	41.00	0.000
Error	23	0.6391	0.0278		
Falta de ajuste	19	0.3891	0.0205	0.33	0.958
Error puro	4	0.2500	0.0625		
Total	39	15.9438			

R²= 95.55 % R²_{Ajus}=92.77 % Nivel de significancia 5 %

En la Tabla 33, observamos los resultados con un nivel de significancia del 5 % del análisis de varianza, para la solidez de color a la luz, se muestra que el modelo es significativo, el factor tipo de mordiente (A) y tiempo de teñido (C) tienen efectos significativos, ya que el valor de P es inferior que 0.05, por el cual influyen en el teñido, sin embargo, los factores (B y D) no tienen efectos significativos porque su valor de P es mayor que 0.05.

Las interacciones de dos términos, el factor (A*B y B*C) tienen efectos significativos, por lo tanto, si depende de estas interacciones, sus valores de P son menores que el 0.05, sin embargo, las demás interacciones (A*C, A*D, B*D y C*D) no tienen efectos significativos porque sus valores de P son mayores que 0.05.

Las interacciones de tres términos ($A*B*C$, $A*B*D$, $A*C*D$ y $B*C*D$) no tienen ningún efecto significativo porque todas las interacciones tienen el valor de P mayores que 0.05.

La interacción de cuatro términos ($A*B*C*D$) no tiene ningún efecto significativo porque la interacción tiene el valor de P mayor que 0.05.

Se observa en el resumen de modelo que el $R^2 = 95.55\%$ y $R^2_{Ajustado} = 92.77\%$. Se puede llegar a la conclusión, el modelo lineal es apropiado para definir las relaciones que existe entre sus variables, ya que afirma que el ajuste del modelo es bueno.

- **Reglas de decisiones de los factores**

H_0 = Cuando el valor P es $>$ de 0.05, la hipótesis nula es aceptada.

H_1 = Cuando el valor P es \leq de 0.05, la hipótesis alterna es aceptada.

Si el valor de P es mayor que 0.05, la hipótesis nula debe aceptarse y la hipótesis alternativa debe rechazarse. Si el valor de P es menor de 0.05, la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alternativa se acepta.

- En el factor **tipo de mordiente** (A), con el nivel de significancia del 5 %, el P valor es 0.000 es menor a 0.05, esto muestra que es rechazada la hipótesis nula y la hipótesis alterna es aceptada, las cuales tienen efectos significativos en la prueba de solidez de color a la luz.
- En el factor **concentración de mordiente** (B), con nivel de significancia del 5 %, el P valor es 0.601 es superior al nivel de significancia de 0.05, la hipótesis nula es aceptada y la hipótesis alterna es rechazada; según esta hipótesis, el diseño no es efectivo con la inserción de concentración de mordiente; además, las pruebas de solidez de color a la luz no dependen de este factor, ya que no tiene efecto significativo.
- En el factor **tiempo de teñido** (C), con nivel de significancia del 5 %, el P valor es 0.000, es inferior a 0.05, esto indica, que es rechazada la hipótesis nula y la hipótesis alterna es aceptada, el cual, si influye en la prueba de solidez de color a la luz porque sí tiene efecto significativo.
- El factor **relación de planta/sustrato** (D), con nivel de significancia del 5 %, el P valor es 0.612 es superior al 0.05, esto muestra que es aceptada la hipótesis nula y la hipótesis alterna es rechazada, por lo tanto, las pruebas de solidez de color a la luz no dependen de este factor porque no tiene efecto significativo.

Indica Tabla 34 y la figura 29 la relación de los efectos de los factores como el tipo de mordiente, las concentraciones de mordiente, los tiempos de teñido y la relación planta/sustrato con respecto a la resistencia a la luz.

Tabla 34: Efectos evaluados para la solidez de color a la luz.

Término	Efecto
A: Tipo de mordiente	1.0750
B: Concentración de mordiente	-0.0313
C: Tiempo de teñido	0.3437
D: Relación sustrato/planta	-0.0313

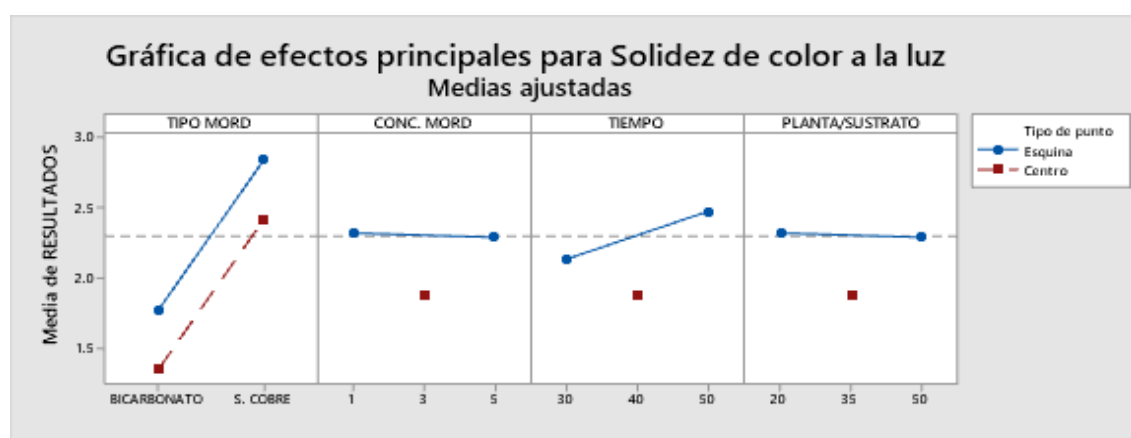


Figura 29: Gráfica del efecto principal para la solidez de color a la luz.

Se observa en la figura 29, los efectos principales para los factores de tipo de mordiente, concentración de mordiente, tiempo de teñido y la relación planta/sustrato, el cual se detalla a continuación:

- El factor **tipo de mordiente** entre el nivel de bicarbonato de sodio y sulfato de cobre, tiene un incremento positivo entre los dos factores con un promedio de 1.0750, por lo tanto, muestra que tiene un efecto directo, también indica que si es significativo porque hay mayor diferencia entre los niveles.
- El factor de **concentración de mordiente** el decremento es negativo entre los dos factores, con un promedio de -0,0313, entre 1 g/l y 5 g/l, indica que no tiene efecto directo y que no es significativo debido a la escasa diferencia entre los niveles.
- El factor **tiempo** de teñido entre 30 min y 50 min tiene un incremento positivo entre los factores con un promedio de 0.3437, esto se muestra que tiene un efecto directo, por lo tanto, si es significativo porque hay una mayor diferencia entre los niveles.
- El factor **relación de planta/sustrato** entre el nivel de 20% y 50% tiene un decremento negativo entre los factores con un promedio de - 0.0313, lo cual muestra que no hay

un efecto directo, muestra que no es significativo porque no hay mucha diferencia entre cada nivel.

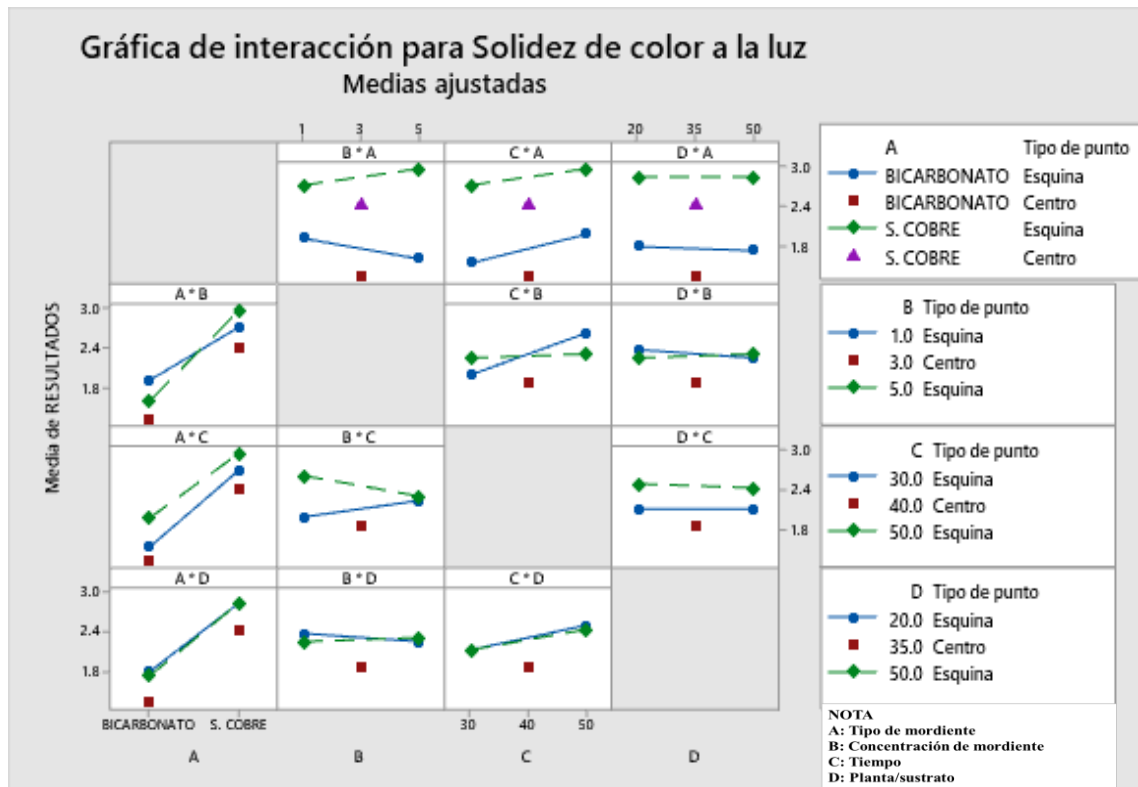


Figura 30: Gráfica de interacciones para la solidez de color a la luz.

Se visualiza en la figura 30, las gráficas de las interacciones para la solidez de color a la luz, se observa que la interacción (A*B) si es significativo donde se obtienen buenos resultados en la solidez de color a la luz con la combinación del factor tipo de mordiente (sulfato de cobre con la concentración de mordiente), también la interacción (B*C) es significativo donde con el factor concentración de mordiente 1 g/l con el tiempo de teñido tiene mejor resultado, así mismo las interacciones (A*C y A*D) tienen un buen resultado el cual influye las combinaciones factor tipo mordiente (sulfato de cobre con los demás factores), sin embargo, las demás interacciones no tiene efectos significativos el cual no influyen mucho el teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

a) Análisis del efecto medio y significancia

Diferencia estadística entre el tratamiento y la solidez de color a la luz

Tabla 35: Diferencias estadísticas del método de Tukey con nivel de confianza del 95% de la solidez de color a la luz.

N° Tratamientos	Repeticiones	Media	Agrupaciones
T16	2	3.0	A
T14	2	3.0	A
T12	2	3.0	A
T8	2	3.0	A
T6	2	3.0	A
T4	2	3.0	A
T10	2	2.5	AB
T5	2	2.5	AB
T2	2	2.5	AB
T20	2	2.3	BC
T18	2	2.3	BC
T13	2	2.0	BCD
T15	2	1.8	CD
T19	2	1.5	D
T17	2	1.5	D
T11	2	1.5	D
T9	2	1.5	D
T7	2	1.5	D
T3	2	1.5	D
T1	2	1.5	D

Se muestran en la Tabla 35 la diferencia estadística según el método Tukey con un nivel de confianza del 95%. Los resultados fueron evaluados con la escala de gris de la NTP de cambio de color, se observa que los tratamientos T16, T14, T12, T8, T6 y T4 tienen un valor de 3.0, el cual está con la ponderación de (A), por el cual se califican en aceptable como suficiente solidez de color a la luz de la NTP 231.005- 2014, por lo tanto, en estos tratamientos influye más el tipo de mordiente, sin embargo, los tratamientos T10, T5, T2, T20, T18 y T13 tienen el valor 2.5 - 2.0 tienen la ponderación de (AB, BC y BCD) se califica como regular en la escala de grises, los demás tratamientos tienen un valor 1.5 tiene muy baja solidez de color, se encuentran con la ponderación de (CD y D), por lo tanto estos tratamientos tienen la calificación regular y escasa, se encuentran en no aceptable según la NTP en la escala de grises.

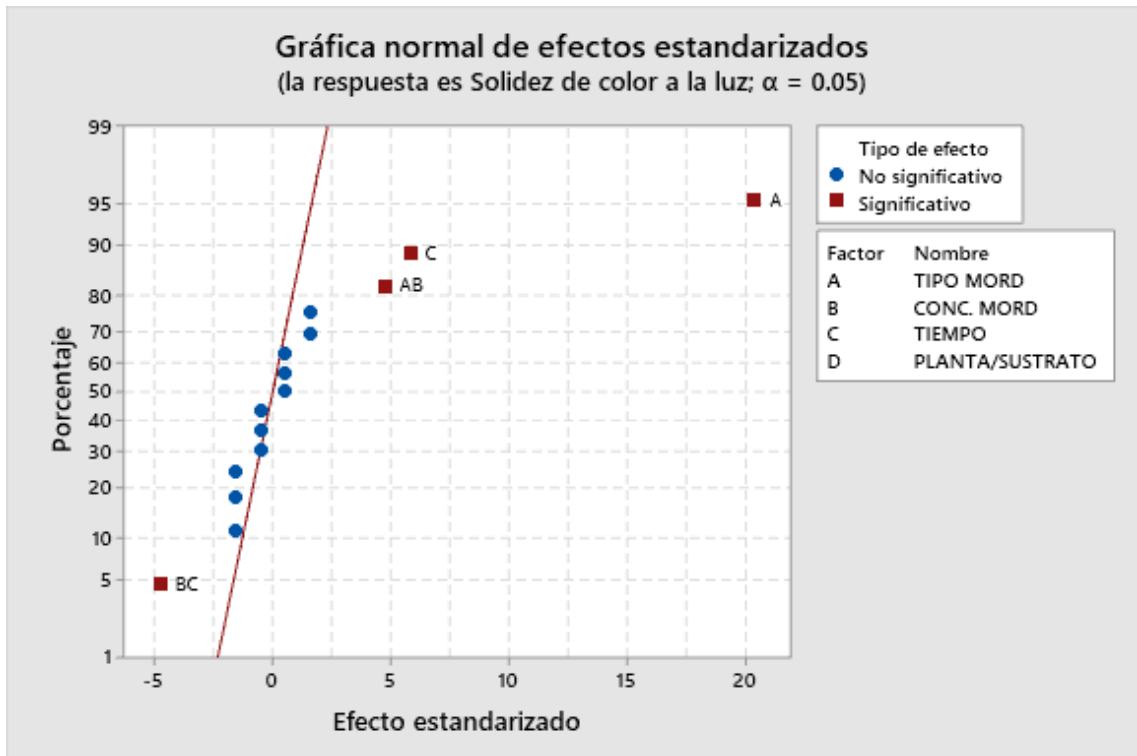


Figura 31: Gráfica normal de los efectos estandarizados de la solidez a la luz

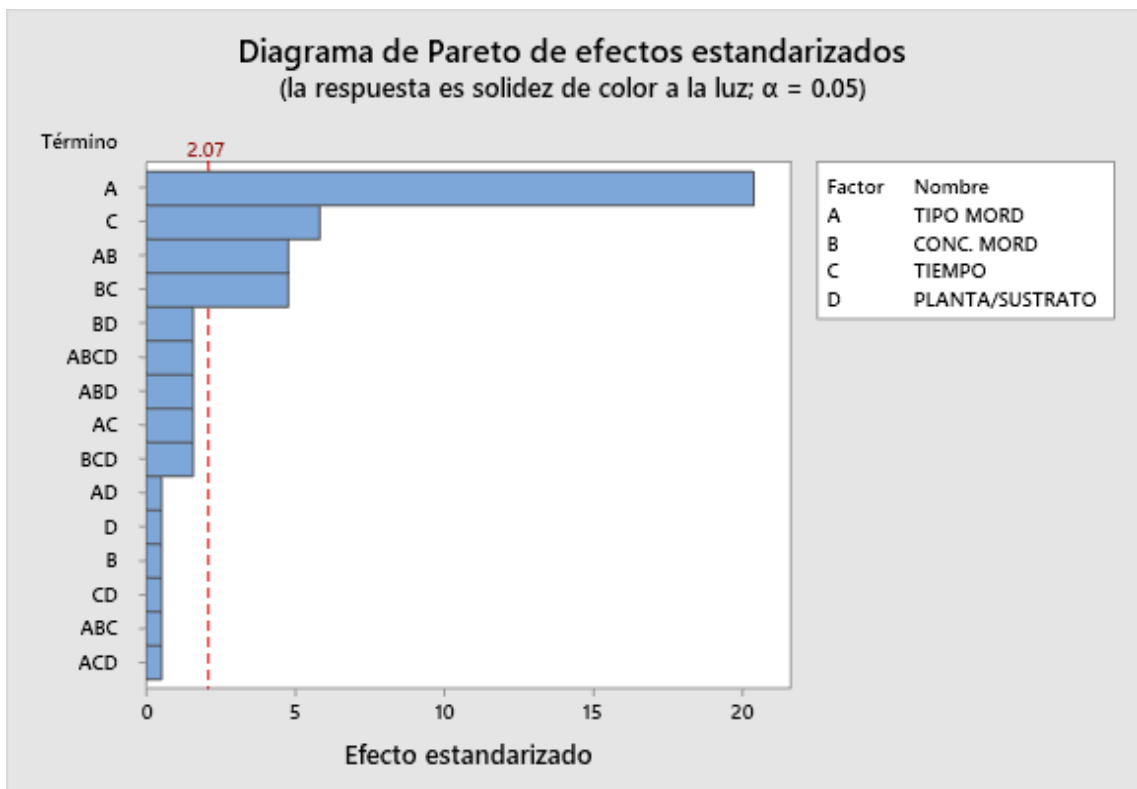


Figura 32: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados.

Se observa en la figura 31 y 32, el factor que tiene mayor efecto significativo es el tipo de mordiente (A), por el cual influye bastante para obtener un buen resultado, el factor tiempo de teñido (C) también tiene una influencia, los factores (B y D) la relación de planta/sustrato no son significativos por eso no influyen mucho durante el teñido, también se muestra que las interacciones (A*B y B*C) son significativos e influyen para obtener un buen resultado, sin embargo, las interacciones menores al punto crítico del 2.07 no son significativos.

4.1.3. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.

a) Supuestos análisis de varianza

• Prueba de normalidad

Se plantea los siguientes enunciados:

H_0 = cuando el valor **P** es > 0.05 los datos se corresponden con una repartición normal.

H_1 = cuando **P** valor es ≤ 0.05 los datos no muestran una distribución normal.

Si el valor de P es más de 0.05, acepte la hipótesis nula y rechace la hipótesis alterna. Si el valor de P es menos de 0.05, acepte la hipótesis alternativa y rechace la hipótesis nula.

Tabla 36: Resultado para la solidez de color al lavado (prueba de Ryan Joiner).

Prueba	Media	Error estándar	Número de muestras	Ryan Joiner	P Valor
Solidez de color al lavado	3.68	0.3438	40	0.980	0.100

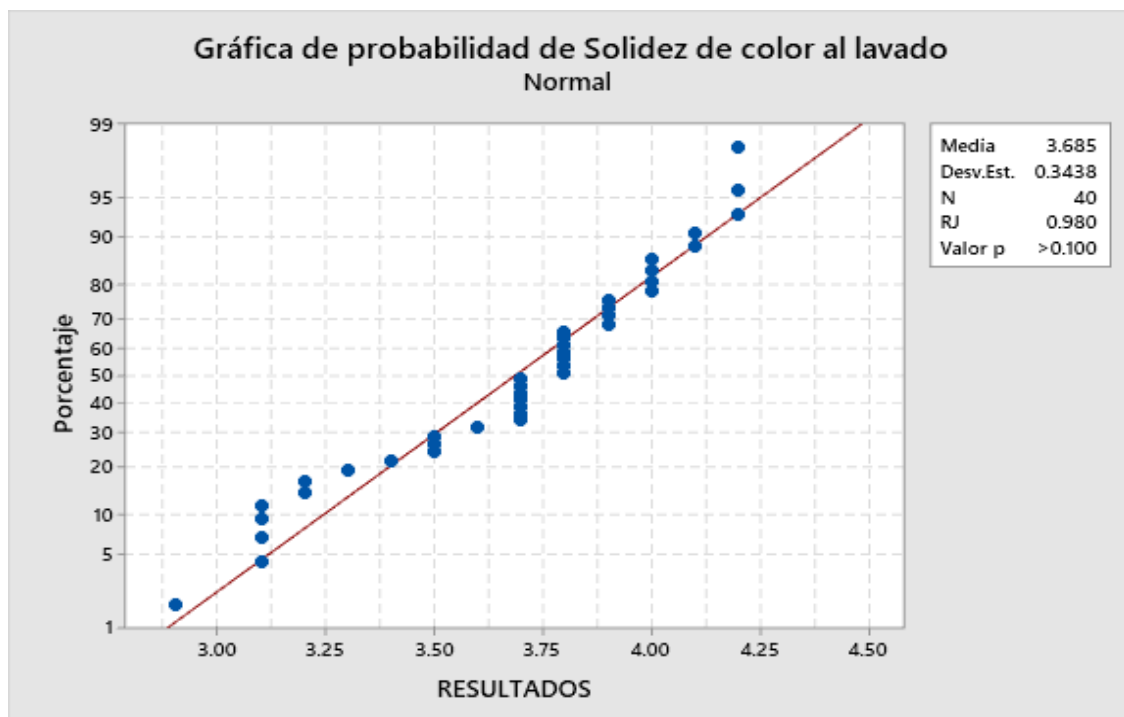


Figura 33: Gráfica de prueba de probabilidad de la solidez de color al lavado.

La hipótesis nula es aceptada y la hipótesis alterna es rechazada, el cual, se observa en la Tabla 36 y la Figura 33, donde la prueba Ryan Joiner de normalidad tiene un **RJ** = 0.980 y con el Valor **P** = 0.100, se observa que en los datos se distribuyen normalmente, observamos que la mayoría de los datos que está distribuido cerca de la línea de normalidad.

- **Prueba de igualdad de varianzas**

Si la prueba de Levene su valor P es mayor que 0.05, las variantes no son significativamente diferentes entre sí (es decir, se cumple el supuesto de homogeneidad de las variantes). Si el valor P de la prueba de Levene es inferior a 0.05, existe una diferencia significativa entre las variantes (es decir, no cumple el supuesto homogeneidad de las varianzas) (Hernández *et al.*, 2016).

Tabla 37: Prueba de igualdad de varianzas para la solidez de color al lavado (prueba de Levene).

Métodos	Prueba Estadística	P Valor
Comparación múltiple	—	0.000
Levene	1.80	0.188

El resultado de la prueba de Levene, con un valor p de 0.188, se encuentra en la Tabla 37, la hipótesis nula es aceptada y se rechaza la hipótesis alterna porque el P valor es mayor

que 0.05. el cual, implica que las variaciones en los distintos niveles del factor son similares, lo cual confirma el supuesto de homogeneidad de varianza y permite la realización adecuada de los análisis de varianza.

b) Contrastación de la hipótesis

- **Hipótesis específica 2**

La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.

- **H₀:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, no tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.
- **H₁:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.

Tabla 38: Prueba de validación de la hipótesis 2 (ANOVA).

Fuentes	Grados de Libertad	SC Ajustada.	MC Ajustada.	F Valor	P Valor
Tratamientos	19	4.5010	0.236895	43.07	0.000
Error	20	0.1100	0.005500		
Total	39	4.6110			

La prueba de ANOVA, que tiene un valor **P** de 0.000, se muestra en la Tabla 38. Se rechaza hipótesis nula y la hipótesis alterna se acepta porque este valor P es menor al 0.05. Los resultados varían según el tratamiento. Por lo tanto, la evaluación se ve afectada significativamente en la hipótesis específica 2.

c) Resultados descriptivos

La prueba experimental se utilizó el hilado de fibra de alpaca teñido con colorante natural de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), se tomó 16 muestras y 4 puntos medio con 2 réplicas.

Tabla 39: Resultados descriptivos de las pruebas solidez de color al lavado.

N° Trat.	Combinación de tratamientos	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Resultado	
						Replica I	Replica II
		A	B	C	D		
T 1	(1)	Bicarbonato de sodio	1	30	20	3.7	3.7
T 2	a	Sulfato de cobre	1	30	20	3.9	3.9
T 3	b	Bicarbonato de sodio	5	30	20	4.0	4.0
T 4	ab	Sulfato de cobre	5	30	20	4.2	4.2
T 5	c	Bicarbonato de sodio	1	50	20	3.8	3.8
T 6	ac	Sulfato de cobre	1	50	20	4.0	4.0
T 7	bc	Bicarbonato de sodio	5	50	20	4.1	4.1
T 8	abc	Sulfato de cobre	5	50	20	4.2	3.9
T 9	d	Bicarbonato de sodio	1	30	50	3.1	3.1
T 10	ad	Sulfato de cobre	1	30	50	3.2	3.2
T 11	bd	Bicarbonato de sodio	5	30	50	2.9	3.1
T 12	abd	Sulfato de cobre	5	30	50	3.5	3.5
T 13	cd	Bicarbonato de sodio	1	50	50	3.1	3.3
T 14	acd	Sulfato de cobre	1	50	50	3.7	3.7
T 15	bcd	Bicarbonato de sodio	5	50	50	3.5	3.4
T 16	abcd	Sulfato de cobre	5	50	50	3.7	3.6
T 17	CT1	Bicarbonato de sodio	3	40	35	3.7	3.8
T 18	CT2	Sulfato de cobre	3	40	35	3.8	3.8
T 19	CT3	Bicarbonato de sodio	3	40	35	3.8	3.7
T 20	CT4	Sulfato de cobre	3	40	35	3.9	3.8

Nota: se calificó en escala de grises para transferencia de color de la NTP, por lo que se considera como aceptable (4/5-5 muy bueno), (3/4- 4 bueno), (3 suficiente) y como no aceptable, (2/3-2 regular), (1/2- 1 escasa).

En la Tabla 39 se observa los tratamientos que se realizaron del teñido de muestras de madejas del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), también se observa las combinaciones y los parámetros del teñido que fueron: tipo de mordiente (bicarbonato de sodio y sulfato de cobre), concentración de mordiente (1 g/l y 5 g/l), tiempo de teñido (30 min y 50 min), la relación planta/sustrato (20 % y 50 %), así mismo se muestra el resultado según la calificación de la NTP 231.004 – 2014 con la escala de grises de la calificación de las solidez de color al lavado.

d) Prueba estadística

Tabla 40: Análisis de varianza para la solidez de color al lavado.

Fuentes	Grados de libertad	SC Ajustada.	MC Ajustada.	F Valor	P Valor
Modelo	16	4.45944	0.27871	42.30	0.000
Lineal	4	3.91844	0.97961	148.66	0.000
A: Tipo de mordiente	1	0.40000	0.40000	60.70	0.000
B: Concentración de mordiente	1	0.22781	0.22781	34.57	0.000
C: Tiempo de teñido	1	0.22781	0.22781	34.57	0.000
D: Relación de planta/sustrato	1	3.06281	3.06281	464.79	0.000
Interacción de 2 términos	6	0.25937	0.04323	6.56	0.000
A * B	1	0.00281	0.00281	0.43	0.520
A * C	1	0.00281	0.00281	0.43	0.520
A * D	1	0.07031	0.07031	10.67	0.003
B * C	1	0.00781	0.00781	1.19	0.288
B * D	1	0.03781	0.03781	5.74	0.025
C * D	1	0.13781	0.13781	20.91	0.000
Interacción de 3 términos	4	0.15125	0.03781	5.74	0.002
A * B * C	1	0.11281	0.11281	17.12	0.000
A * B * D	1	0.01531	0.01531	2.32	0.141
A * C * D	1	0.01531	0.01531	2.32	0.141
B * C * D	1	0.00781	0.00781	1.19	0.288
Interacción de 4 términos	1	0.02531	0.02531	3.84	0.062
A * B * C * D	1	0.02531	0.02531	3.84	0.062
Curvatura	1	0.10506	0.10506	15.94	0.001
Error	23	0.15156	0.00659		
Faltas de ajuste	19	0.13656	0.00719	1.92	0.279
Error puro	4	0.01500	0.00375		
Total	39	4.61100			

R²=96.71 % R²_{Ajus}=94.43% Nivel de significancia 5 %

En la Tabla 40, para las solideces del color al lavado del hilo teñido con hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), los resultados del análisis de varianza muestran que el modelo es relevante, los valores **P** menores de 0.05 se encuentran para los factores de tipo de mordiente (A), concentración de mordiente (B), tiempo de teñido (C) y relación planta/sustrato (D). tienen valores p menores de 0.05, lo que significa que todos los factores son significativos y que la solidez del color al lavado depende de cada uno de ellos.

Las interacciones de dos términos tienen efectos significativos, los factores (A*D, B*D y C*D), tienen un valor de P menor que el 0.05, por lo cual se muestra que, si son significativos y dependen de estas interacciones, sin embargo, las demás interacciones (A*B, A*C y B*C) no tienen efectos significativos, por lo tanto, no dependen de esas interacciones.

Las interacciones de tres términos tienen efectos significativos, los factores (A*B*C) tienen un valor de P menor que 0.05, por lo tanto, es significativo y si depende de esta interacción de tres factores, sin embargo, las demás interacciones (A*B*D, A*C*D y B*C*D) no tienen efectos significativos y no depende de esas interacciones.

La interacción de cuatro términos (A*B*C*D) no tiene efecto significativo, porque tiene el valor de P mayor que el valor de significancia de 0.05, por lo tanto, no influye las cuatro interacciones.

Se observa en el resumen de modelo que el $R^2 = 96.71\%$ y $R^2_{Ajust} = 94.43\%$, esto demuestra que el modelo es bueno, por lo tanto, el modelo lineal es adecuado para establecer las relaciones entre las variables.

- **Reglas de decisiones de los factores**

H_0 = Cuando el valor P es $>$ de 0.05, la hipótesis nula es aceptada.

H_1 = Cuando el valor P es \leq de 0.05, la hipótesis alterna es aceptada.

Si el valor de P es mayor que 0.05, la hipótesis nula debe aceptarse y la hipótesis alternativa debe rechazarse. Si el valor de P es menor de 0.05, la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alternativa se acepta.

- El factor **tipo de mordiente** (A) con el nivel de significancia del 5 %, el P valor es 0.000 es menor a 0.05, la hipótesis nula es rechazada y es aceptada la hipótesis alterna porque este valor es menor que 0.05. Esto demuestra que el tipo de mordiente influye significativamente en las pruebas de las solideces de color al lavado.
- El factor **concentración de mordiente** (B) con un nivel de significancia del 5%, el P valor es de 0.000. La hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alterna se acepta porque este valor es menor al 0.05. Esto confirma que el diseño funciona con este factor, ya que tiene un impacto significativo en las solideces de color al lavado.
- El factor **tiempo de teñido** (C), con nivel de significancia 5%, Si tiene un impacto significativo en la prueba de solidez de color al lavado, la hipótesis alterna se acepta; el P valor es 0.000, es inferior a 0.05, indica que es rechazada la hipótesis nula.
- El factor **relación de planta/sustrato** (D), con nivel de significancia 5%, La hipótesis alternativa implica las pruebas de solideces de color al lavado si necesita de este factor porque tiene un impacto significativo; el P valor es 0.000, es menor al 0.05, indica que es rechazada la hipótesis nula.

se muestran en la Tabla 41 y la Figura 34 los efectos de los factores como el tipo de mordiente, la concentración de mordiente, el tiempo y la relación planta/sustrato con el colorante natural.

Tabla 41: Efectos de los factores para la solidez de color al lavado.

Término	Efecto
A: Tipo de mordiente	0.2000
B: Concentración de mordiente	0.1687
C: Tiempo de teñido	0.1687
D: Relación planta/sustrato	-0.6188

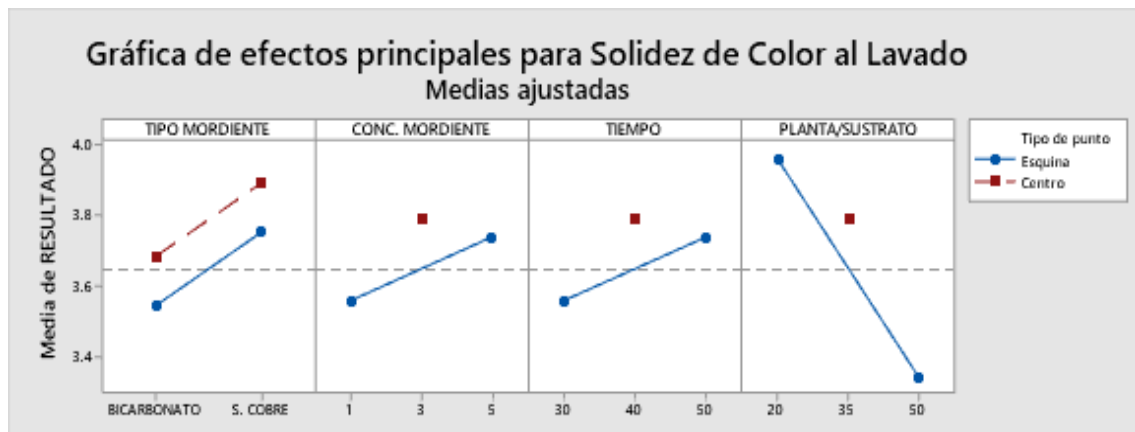


Figura 34: Gráfica del efecto principal para la solidez de color al lavado.

Se observa en la figura 34, las gráficas de los efectos principales para los factores de tipo de mordiente, concentración de mordiente, tiempo de teñido y relación planta/sustrato. A continuación, se muestra en la figura 34. A continuación se detalla cada uno de estos factores.

- El factor **tipo de mordiente** entre el nivel de bicarbonato de sodio y sulfato de cobre, indica que tiene un incremento positivo con un promedio de efecto 0.2000 se muestra que tiene efecto directo, por lo cual es significativo porque hay diferencia entre los dos niveles.
- El factor **concentración de mordiente** tiene un incremento positivo entre el nivel de 1 g/l y 5 g/l con un promedio de efecto 0.1687 se muestra que tienen efecto directo, por lo tanto, es significativo porque hay diferencia entre los niveles.
- El factor **tiempo** de teñido entre el nivel de 30 min y 50 min se verifica que hay incremento positivo con promedio de 0.1687, esto muestra que tiene efecto directo, el cual es significativo porque también tiene diferencia entre los niveles.

- El factor **relación de planta/sustrato** entre el nivel 20 % y 50 %, muestra que hay un decremento negativo con un promedio - 0.6188, el cual indica que tiene un efecto inverso, por lo tanto, es significativo por hay mucha diferencia entre los niveles.

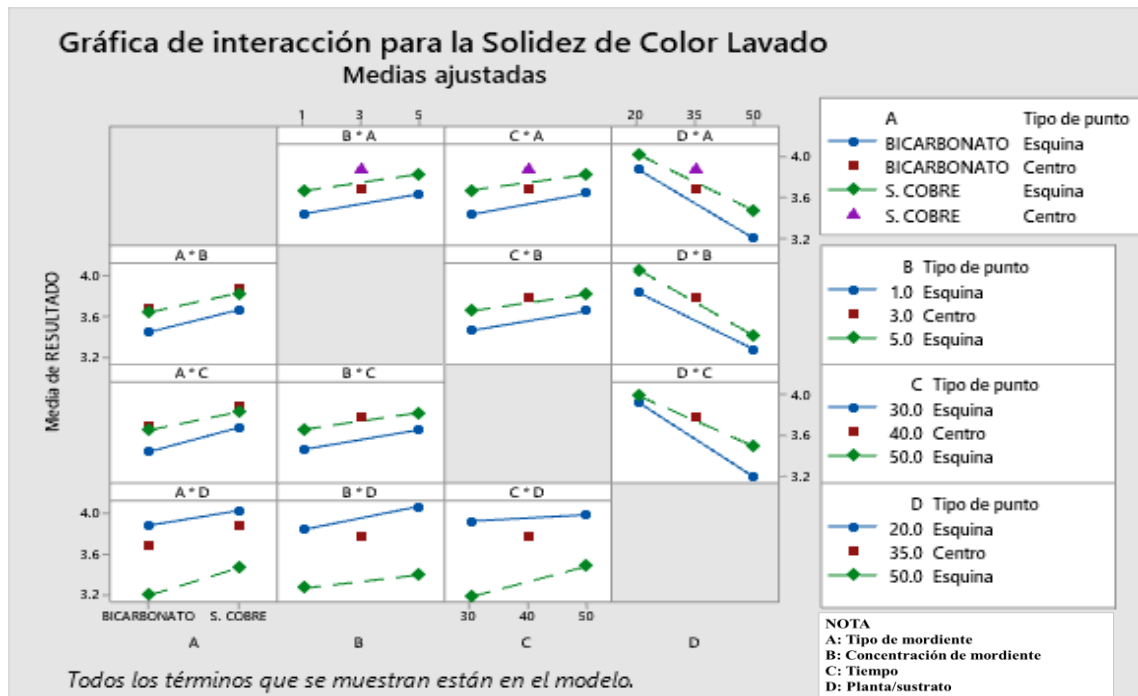


Figura 35: Gráfica de interacciones para la solidez de color al lavado.

Las gráficas de las interacciones de dos términos para la solidez del color al lavado, donde (A*D, B*D y C*D) son significativas, se obtiene buenos resultados con las interacciones del factor relación de planta/sustrato 20 % con los demás factores, así mismo se observa que las interacciones inversas de (D*A, D*B y D*C) tiene efectos inversos en la solidez de color al lavado porque al tener una relación de planta/sustrato 20 % con los demás factores se obtiene buenos resultados en la escala de grises de la NTP, sin embargo, las demás combinaciones no son significativas porque no influye para tener buenos resultados, se puede observar en la figura 35.

e) Análisis del efecto medio y significancia

Diferencias estadísticas entre el tratamiento y la solidez de color al lavado.

Tabla 42: Diferencias estadísticas del método de Tukey con nivel de confianza del 95 % de la solidez de color al lavado.

Orden Tratamientos	Repeticiones	Media	Agrupaciones
T4	2	4.2	A
T7	2	4.1	AB
T8	2	4.1	AB
T6	2	4.0	ABCD
T3	2	4.0	ABCD
T2	2	3.9	BCDE
T20	2	3.9	BCDE
T18	2	3.8	CDE
T5	2	3.8	CDE
T19	2	3.8	DEF
T17	2	3.8	DEF
T14	2	3.7	EFG
T1	2	3.7	EFG
T16	2	3.7	EFG
T12	2	3.5	FG
T15	2	3.5	GH
T13	2	3.2	HI
T10	2	3.2	HI
T9	2	3.1	I
T11	2	3.0	I

Se observa en la Tabla 42 los resultados con un nivel de confianza 95% del método de Tukey. Se visualiza que tratamiento T4 tiene el mejor resultado con un promedio de 4.2 el cual está con una ponderación de (A), así mismo los tratamientos T7, T8, T6 y T3, tienen buenos resultados con el promedio de 4.1, 4.1, 4.0 y 4.0 con la ponderación de (AB y ABCD), por lo tanto, se califican en aceptable en la escala de grises de la NTP, el cual influyen el tipo de mordiente y la relación de planta/sustrato (20 %), se recomienda utilizar estos tratamientos en el teñido de hilo de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), sin embargo, los demás tratamientos que siguen se califican en aceptable como suficiente solidez de color según la NTP de la escala de grises

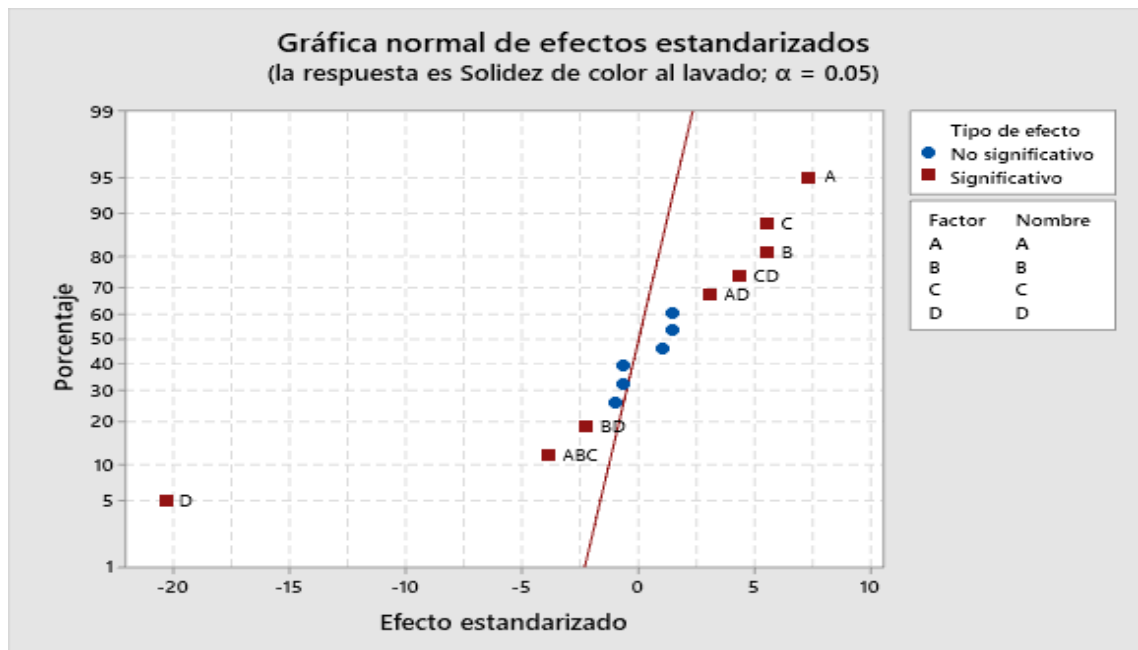


Figura 36: Gráfica normal de efectos estandarizados de la solidez de color al lavado.

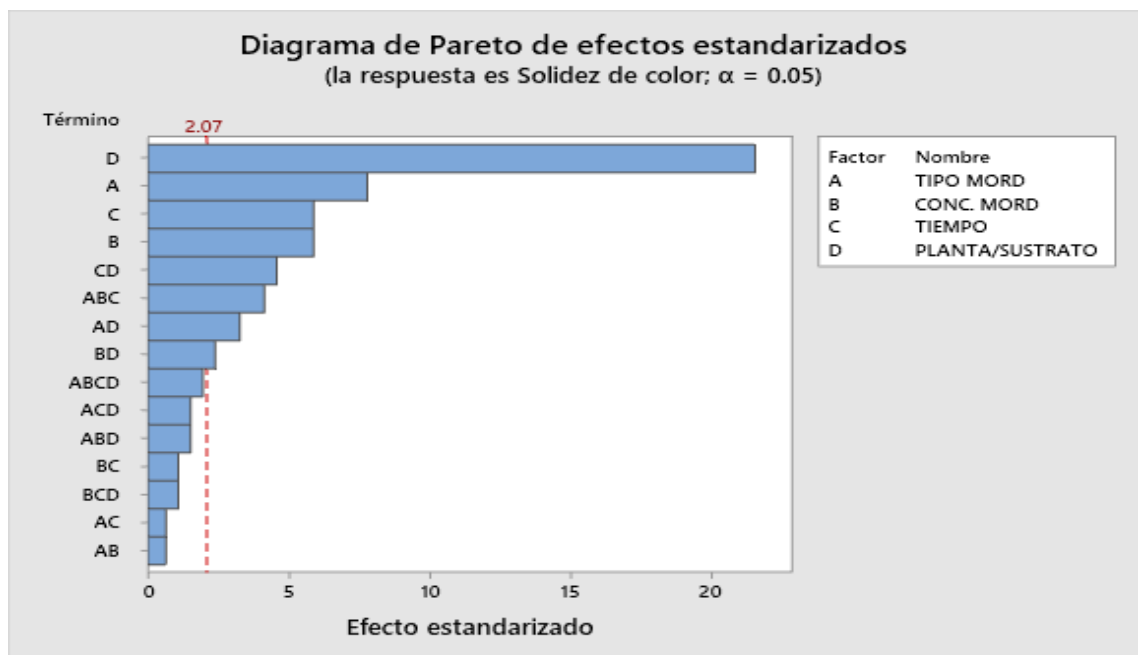


Figura 37: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados.

Se observa en la figura 36 y 37, que el factor relación de planta/sustrato (D), tiene mayor efecto significativo, por lo cual influye bastante para tener un buen resultado en la solidez de color al lavado, así mismo, los factores tipo de mordiente (A), concentración de mordiente (B) y el tiempo de teñido (C) tiene efectos significativos, por el cual influyen en el resultado adquirido, también se visualiza que las interacciones de dos términos (C*D, A*D y B*D) tiene una influencia para obtener buenos resultados en la solidez, sin

embargo, las demás interacciones que se muestran menores que el valor crítico de 2.07 no son significativos y no se obtiene buenos resultados.

4.1.4. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.

a) Supuestos análisis de varianza

• Prueba de normalidad

Se plantea los siguientes enunciados:

H_0 = cuando el valor **P** es > 0.05 los datos se corresponden con una distribución normal.

H_1 = cuando **P** valor es ≤ 0.05 los datos no muestran una distribución normal.

Si el valor de P es más de 0.05, acepte la hipótesis nula y rechace la hipótesis alterna. Si el valor de P es menos de 0.05, acepte la hipótesis alternativa y la hipótesis nula rechace.

Tabla 43: Resultado para la Solidez de Color al Frote (prueba de Ryan Joiner).

Prueba	Media	Error estándar	Número de muestras	Ryan Joiner	P Valor
Solidez al frote en seco	3.638	0.3578	40	0.998	0.100

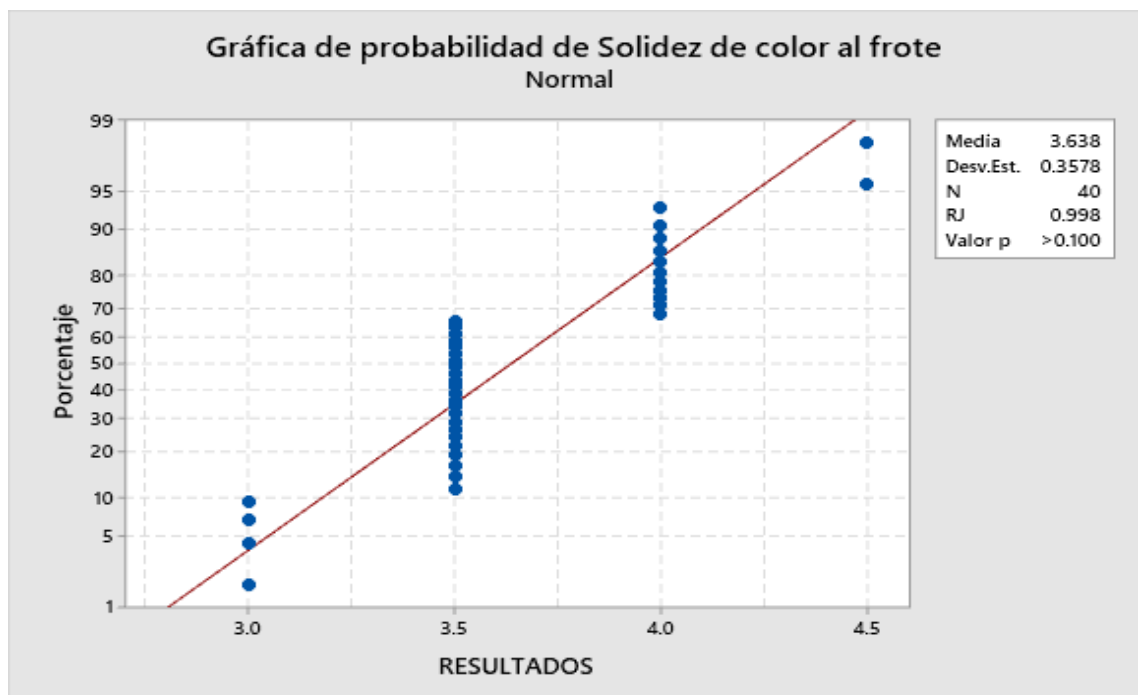


Figura 38: Gráfica de prueba de probabilidad de la solidez de color al frote.

Se visualiza en la Tabla 43 y la figura 38, la prueba Ryan Joiner de la normalidad para la solidez de color al frote, nos muestra el valor de **RJ** = 0.998 y un **P** valor es 0.100, esto indica es aceptada la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna; se concluye que los datos se han distribuido de manera normal.

- **Prueba de igualdad de varianzas**

Si en la prueba de Levene el valor P de es mayor que 0.05, las variantes no son significativamente diferentes entre sí (es decir, se cumple el supuesto de homogeneidad de las variantes). Si el valor P de la prueba de Levene es inferior a 0.05, existe una diferencia significativa entre las variantes (es decir, no cumple el supuesto homogeneidad de las varianzas) (Hernández *et al.*, 2016).

Tabla 44: Prueba de igualdad de varianza para la solidez de color al frote (prueba de Levene).

Métodos	Prueba Estadística	P Valor
Comparación múltiple	—	0.987
Levene	0.48	0.706

Se muestran en la Tabla 44, el resultado de la prueba de Levene, con un P valor de 0.706 que supera el 0.05 del nivel de significancia. Como resultado, la hipótesis nula es aceptada y la hipótesis alternativa es rechazada. Esto indica que las varianzas entre los niveles de cada factor son constantes, cumpliendo así con el supuesto de homogeneidad de varianzas, lo que permite realizar análisis de varianza de manera válida.

b) Contrastación de la hipótesis

- **Hipótesis específica 3**

La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.

- **H₀:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, no tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.
- **H₁:** La caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural, tiene efectos significativos en la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.

Tabla 45: Prueba de validación de la hipótesis específica 3 (ANOVA).

Fuentes	Grados de Libertad	SC Ajustada.	MC Ajustada.	F Valor	P Valor
Tratamientos	19	4.3687	0.22993	7.36	0.000
Error	20	0.6250	0.03125		
Total	39	4.9937			

Los resultados de la prueba ANOVA, con un valor p de 0.000, que es inferior que 0.05, se muestran en la Tabla 45. Esto resulta en la aceptación de la hipótesis alterna y el rechazo de la hipótesis nula. Los resultados de las pruebas de solidez de color al frote varían entre los diferentes tratamientos, según este resultado la hipótesis específica 3 tiene un efecto significativo en las evaluaciones de la solidez de color al frote.

c) Resultados descriptivos

La prueba experimental se utilizó el hilado de fibra de alpaca teñido con colorante natural de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), se tomó 16 muestras, 4 puntos medios con 2 réplicas.

Tabla 46: Resultados descriptivos de las pruebas solidez de color al frote.

Nº Trat.	Combinación de tratamiento	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/sustrato (%)	Resultado	
						Replica I	Replica II
		A	B	C	D		
T 1	(1)	Bicarbonato de sodio	1	30	20	4.0	3.5
T 2	a	Sulfato de cobre	1	30	20	4.0	4.0
T 3	b	Bicarbonato de sodio	5	30	20	4.0	4.0
T 4	ab	Sulfato de cobre	5	30	20	4.5	4.5
T 5	c	Bicarbonato de sodio	1	50	20	4.0	3.5
T 6	ac	Sulfato de cobre	1	50	20	4.0	4.0
T 7	bc	Bicarbonato de sodio	5	50	20	4.0	4.0
T 8	abc	Sulfato de cobre	5	50	20	3.5	3.5
T 9	d	Bicarbonato de sodio	1	30	50	3.5	3.5
T 10	ad	Sulfato de cobre	1	30	50	3.5	3.5
T 11	bd	Bicarbonato de sodio	5	30	50	3.5	3.0
T 12	abd	Sulfato de cobre	5	30	50	3.5	3.5
T 13	cd	Bicarbonato de sodio	1	50	50	3.5	3.5
T 14	acd	Sulfato de cobre	1	50	50	3.5	3.5
T 15	bcd	Bicarbonato de sodio	5	50	50	3.5	3.5
T 16	abcd	Sulfato de cobre	5	50	50	3.0	3.0
T 17	CT1	Bicarbonato de sodio	3	40	35	3.5	3.5
T 18	CT2	Sulfato de cobre	3	40	35	3.5	3.5
T 19	CT3	Bicarbonato de sodio	3	40	35	4.0	3.5
T 20	CT4	Sulfato de cobre	3	40	35	3.0	3.5

Nota: se calificó según la NTP en la escala de grises para transferencia de color, en cual, se considera como aceptable (4/5 - 5 muy bueno), (3/4 - 4 bueno), (3 suficiente) y como no aceptable, (2/3 - 2 regular), (1/2 - 1 escasa).

En la Tabla 46 se observan los tratamientos que se realizaron del teñido de muestras de madejas del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), también se observa las combinaciones y los parámetros del teñido que fueron: tipo de mordiente (bicarbonato de sodio y sulfato de cobre), concentración de mordiente (1 g/l y 5 g/l), tiempo de teñido (30 min y 50 min), la relación planta/sustrato (20 % y 50 %), así mismos se encuentran los resultados que se obtuvieron según la calificación de la NTP 231.042:2009 con la escala de grises de para transferencia de color.

d) Prueba estadística

Tabla 47: Análisis de varianza para la solidez de color al frote.

Fuentes	Grados de Libertad	SC Ajustada.	MC Ajustada.	F Valor	P Valor
Modelo	16	4.11719	0.25732	6.75	0.000
Lineal	4	2.46719	0.61680	16.18	0.000
A: Tipo de mordiente	1	0.00625	0.00625	0.16	0.689
B: Concentraciones de mordiente	1	0.00781	0.00781	0.20	0.655
C: Tiempo de teñido	1	0.19531	0.19531	5.12	0.033
D: Relación planta/sustrato	1	2.25781	2.25781	59.24	0.000
Interacción de 2 términos	6	0.98437	0.16406	4.30	0.005
A * B	1	0.07031	0.07031	1.84	0.188
A * C	1	0.38281	0.38281	10.04	0.004
A * D	1	0.07031	0.07031	1.84	0.188
B * C	1	0.19531	0.19531	5.12	0.033
B * D	1	0.19531	0.19531	5.12	0.033
C * D	1	0.07031	0.07031	1.84	0.188
Interacción de 3 términos	4	0.46875	0.11719	3.07	0.036
A * B * C	1	0.38281	0.38281	10.04	0.004
A * B * D	1	0.00781	0.00781	0.20	0.655
A * C * D	1	0.00781	0.00781	0.20	0.655
B * C * D	1	0.07031	0.07031	1.84	0.188
Interacción de 4 términos	1	0.00781	0.00781	0.20	0.655
A * B * C * D	1	0.00781	0.00781	0.20	0.655
Curvatura	1	0.18906	0.18906	4.96	0.036
Error	23	0.87656	0.03811		
Faltas de ajuste	19	0.62656	0.03298	0.53	0.847
Error puro	4	0.25000	0.06250		
Total	39	4.99375			
R ² =82.45% R ² _{ajus} =70.24% Nivel de significancia = 5%					

En la Tabla 47, para las solideces e color al frote del hilo con hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), los resultados del análisis de varianza muestran que el modelo es relevante, se muestra que los factores tiempo de teñido (C) y relación de planta/sustrato (D) tienen efectos significativos, ya que el valor de P es inferior que el 0.05 por lo tanto, si dependen de estos factores, los demás factores tipo de mordiente (A) y concentración de mordiente (B), no tiene efectos significativos porque tienen su valor más alto que 0.05.

Las interacciones de dos términos tienen efectos significativos, las combinaciones de los factores (A*C, B*C y B*D), tienen efectos significativos, ya que el valor de P es menor que el 0.05, el cual influyen de estas interacciones, sin embargo, las demás interacciones de los factores (A*B, A*D y C*D) no tiene efectos significativos porque su valor es mayor que el 0.05, se concluye que hay evidencias que sí depende del efecto de las interacciones de dos términos.

Las interacciones de tres términos tienen efectos significativos, los factores (A*B*C) tienen efectos significativos, ya que su valor de P es menor que el 0.05, sin embargo, las demás interacciones de los factores (A*B*D, A*B*D y B*C*D) no tienen efectos significativos porque él su valor de P es mayor que el 0.05, se concluye que si hay evidencia que sí dependen de las interacciones de tres términos.

La interacción de cuatro términos (A*B*C*D) no tiene efecto significativo, porque su valor de P es mayor que el nivel de significancia.

Se observa también que en el $R^2=82.45\%$ y $R^2_{Ajustado}=70.24\%$, esto afirma que el modelo lineal es bueno, se concluyó que, si es adecuado el modelo lineal, para definir la relación entre las variables.

- **Reglas de decisiones de los factores**

H_0 = Cuando el valor P es $>$ de 0.05, la hipótesis nula es aceptada.

H_1 = Cuando el valor P es \leq de 0.05, la hipótesis alterna es aceptada.

Si el valor de P es mayor que 0.05, la hipótesis nula debe aceptarse y la hipótesis alternativa debe rechazarse. Si el P valor es menos de 0.05, la hipótesis nula se rechaza y la hipótesis alternativa se acepta.

- El factor **tipo mordiente** (A) con nivel de significancia del 5 %, el valor de $P = 0,689$ indica que es superior al 0.05, esto muestra que es aceptada la hipótesis nula y la

hipótesis alterna es rechazada, por lo tanto, en las pruebas de solidez de color al frote no influye este factor porque no tiene efecto significativo.

- El factor **concentración de mordiente** (B) Con un nivel de significancia del 5 %, el valor de $P = 0.655$, que es superior que 0.05, indica que la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alterna es rechazada, el cual el diseño no es eficaz con la inserción de concentración de mordiente, por lo tanto, las pruebas de solidez de color al frote no dependen de este factor porque no tiene efecto significativo.
- El factor **tiempo de teñido** (C), nivel de significancia del 5 %, tiene el valor $P = 0.033$, es inferior al 0.05, muestra que es rechazada la hipótesis nula y la hipótesis alternativa es aceptada, por el cual, es un factor que influye en la solidez de color al frote porque tiene efecto significativo.
- El factor **relación de planta/sustrato** (D), con nivel de significancia del 5 %, tiene el valor $P = 0.000$, inferior que 0.05, muestra que es rechazada la hipótesis nula y hipótesis alterna se acepta, el cual, si depende de este factor porque tiene efecto significativo.

En la Tabla 48 y la Figura 39, muestran los efectos de cada uno de los factores para la solidez de color al frote se muestran: el tipo de mordiente, la concentración de mordiente, el tiempo de teñido y la relación planta/sustrato.

Tabla 48: Efectos de los factores para la solidez de color al frote.

Términos	Efectos
A: Tipo de mordiente	-0.0250
B: Concentración de mordiente	-0.0312
C: Tiempo de teñido	-0.1563
D: Relación planta/sustrato	-0.5313

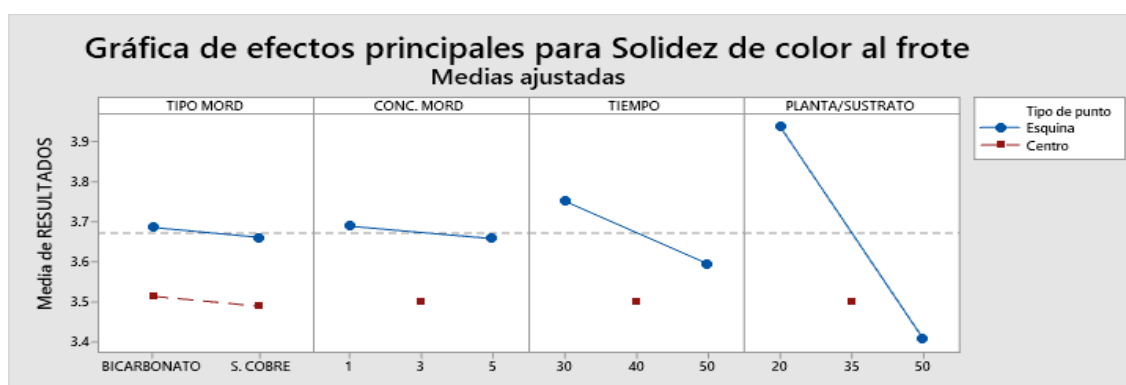


Figura 39: Gráfica de efecto principal para la solidez de color al frote.

Los efectos principales de la solidez de color para los factores; relación planta/sustrato, tipo de mordiente, concentración de mordiente, tiempo de teñido y se muestran en la figura 39, los cuales se detallan a continuación:

- El factor **tipo de mordiente** entre el nivel bicarbonato de sodio y sulfato de cobre, en el cambio de nivel con un promedio de -0.0250 , esto muestra que tiene un efecto inverso, sin embargo, no es significativo porque no hay mucha diferencia entre los niveles.
- El factor **concentración de mordiente** tiene un decremento negativo entre el nivel 1 g/l y 5 g/l, en el cambio de nivel con un promedio de -0.0312 , lo que muestra que tiene un efecto inverso, por lo cual, no es significativo porque no hay mucha diferencia entre los niveles.
- El factor **tiempo** de teñido entre 1 nivel de 30 min y 50 min, tiene un decremento negativo en el nivel de cambio con un promedio de -0.1563 , esto muestra que tiene efecto inverso, por lo tanto, es significativo porque hay diferencia entre los niveles.
- El factor **relación de planta/sustrato** entre el nivel de 20 % y 50 %, tiene un decremento negativo en el nivel de cambio con un promedio de -0.5313 , esto muestra que tiene efecto inverso, por cual, es significativo porque hay mucha diferencia entre los niveles.

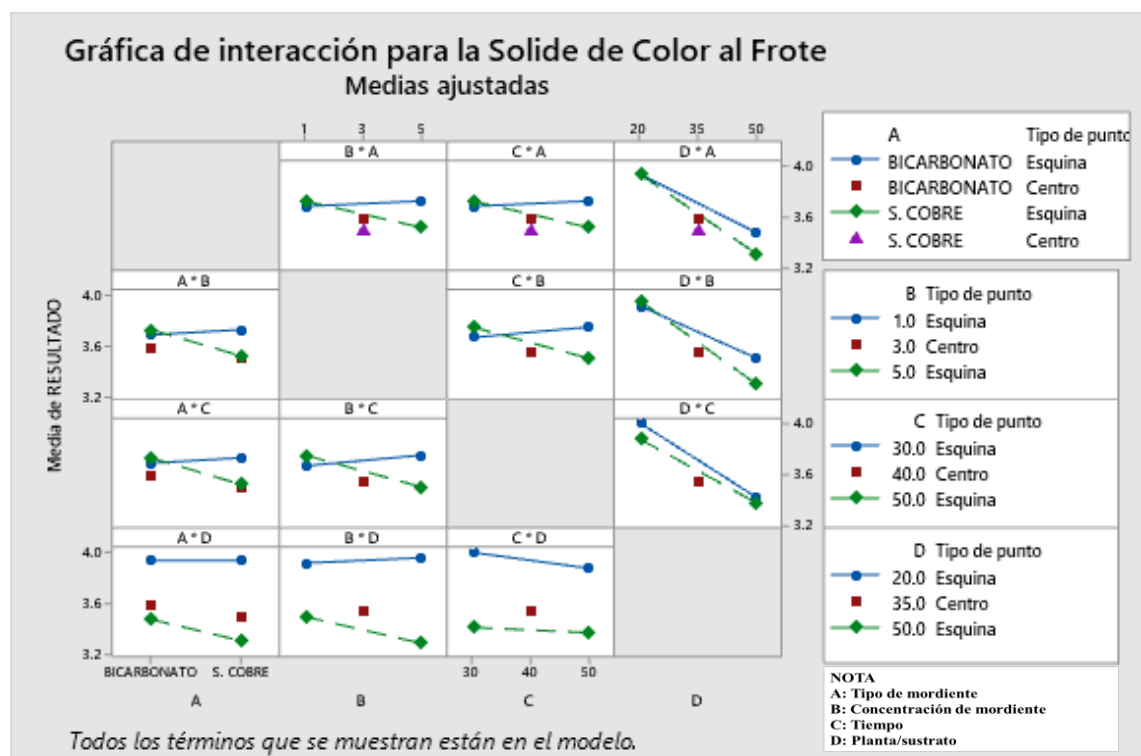


Figura 40: Gráfica de las interacciones para la solidez de color al frote.

Se observa en la figura 40, las gráficas de las interacciones para la solidez de color al frote donde se muestra que la interacción (C*D) si es significativo donde obtiene un buen resultado con la combinación del tiempo de teñido y la relación de planta/sustrato de 20 %, así mismo, las interacciones que tiene efectos significativos son (A*C, B*C y B*D) en la solidez de color al frote, donde influyen todos los factores, sin embargo, se observa que las interacciones de (D*A, D*B y D*C) tienen efectos inversos, por el cual influye más la relación de planta/sustrato 20% con los de más factores y se obtienen buenos resultados según la calificación en la escala de grises de la NTP.

a) Análisis del efecto medio y significancia

Tabla 49: Diferencias estadísticas entre el tratamiento y la solidez de color al frote según el método Tukey y una confianza del 95 %.

Orden Tratamientos	Repeticiones	Media	Agrupaciones
T4	2	4.5	A
T7	2	4.0	AB
T6	2	4.0	AB
T3	2	4.0	AB
T2	2	4.0	AB
T19	2	3.8	BC
T5	2	3.8	BC
T1	2	3.8	BC
T18	2	3.5	BCD
T17	2	3.5	BCD
T15	2	3.5	BCD
T14	2	3.5	BCD
T13	2	3.5	BCD
T12	2	3.5	BCD
T10	2	3.5	BCD
T9	2	3.5	BCD
T8	2	3.5	BCD
T20	2	3.3	CD
T11	2	3.3	CD
T16	2	3.0	D

Se observa en la Tabla 49 la diferencia estadística según la prueba Tukey con un nivel de confianza 95%, los resultados fueron evaluados según la NTP 213.004 de la escala de grises para transferencia de color, se visualiza que el tratamiento T4 tiene el mejor resultado con un valor promedio de 4.5, el cual está con la ponderación de (A) con una buena solidez de color al frote, el cual influye más la relación de planta/sustrato (D), así mismo, también se observa que tiene buenos resultados son los tratamientos T7, T6, T3 y T2 tienen la ponderación de (AB) con los siguientes valores de promedio 4.0, 4.0, 4.0

y 4.0, el cual se califica en la escala de grises de la NTP como aceptable, por lo tanto, influyen la relación de planta/sustrato y el tiempo de teñido, así mismo los demás tratamientos tienen una calificación suficiente.

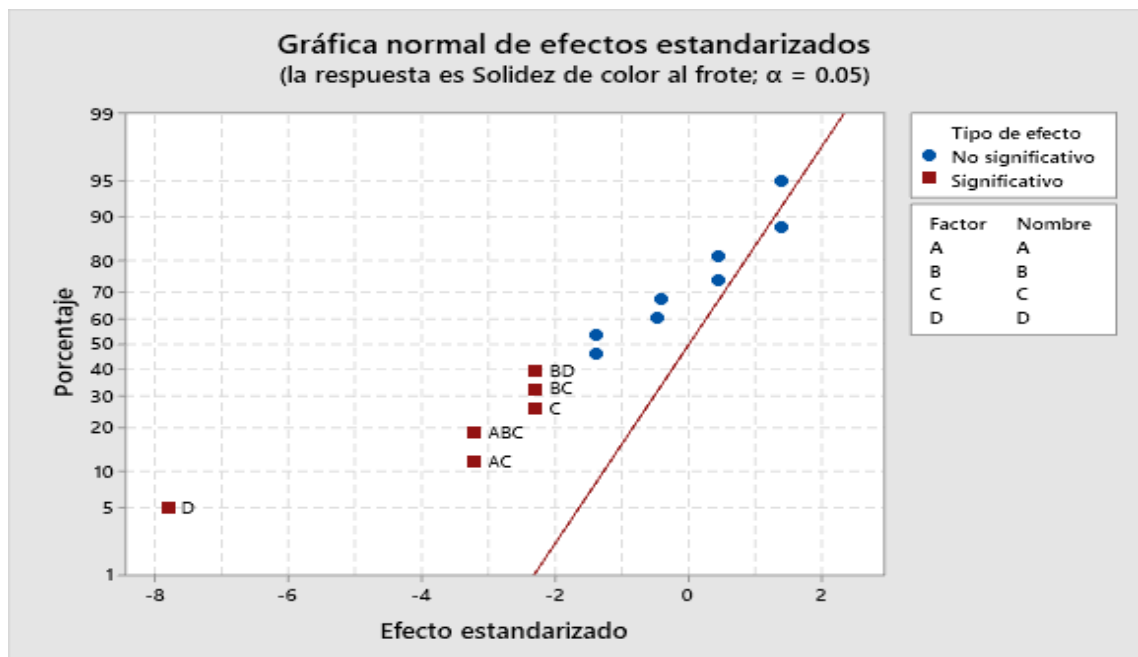


Figura 41: Gráfica normal de efectos estandarizados de la solidez de color al frote.

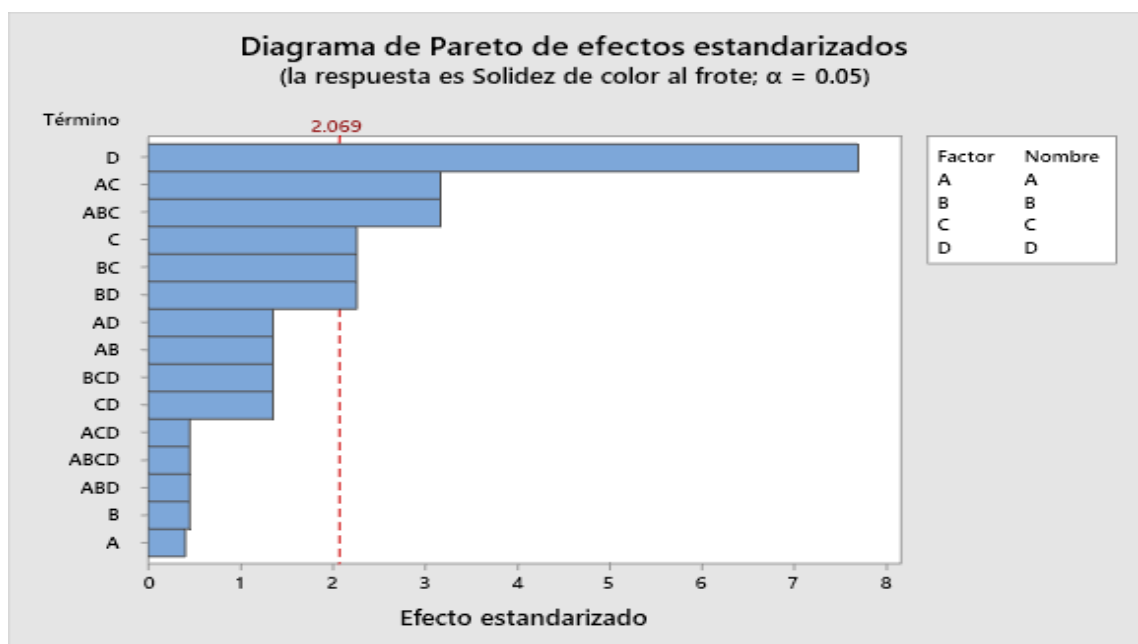


Figura 42: Gráfica del diagrama de Pareto de efectos estandarizados.

Se muestra en las figuras 41 y 42, que el factor con mayor efecto significativo es la relación planta/sustrato por el cual influye bastante para obtener un buen resultado en la solidez de color al frote, así mismo el factor tiempo de teñido también influye para obtener un buen resultado, los factores tipo mordiente y concentración de mordiente no son significativos por eso no influyen mucho en la solidez de color al frote, así mismo se

observa que las interacciones de dos términos (A*C, B*C y B*D) y las interacciones de tres términos (A*B*C) son significativos el cual influyen durante los teñidos realizados para tener una buena solidez de color al frote, sin embargo, los factores y las interacciones menores que el punto crítico 2.069 no son significativos por ende no influyen en el teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. Evaluar el efecto de la caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca.

La caracterización fitoquímica se identificó el metabolito secundario del extracto de las hojas de ayapira (*Picramnia Sellowii* Planch), mediante el ensayo de la coloración y precipitación, según la metodología descrito por los autores (Castro, 2023) y (Lock,1997). Se encontró en la marcha fitoquímica el metabolito secundario de las antocianinas, fue identificado por la coloración y precipitación de color rojo y morado que producen cuando se les agrega los reactivos el cual dieron resultados positivos (+++) que indican que son completamente solubles en el extracto de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) así mismo se encontraron en pocas cantidades las curaminas, taninos, flavonoide.

Según el estudio realizado por (Gutierrez & Puelles, 2012), aplico las mismas marchas fitoquímicas para determinar el metabolito secundario y su naturaleza del tinte natural y encontró similares resultados, como las antocianinas, carotenoides, flavonoides y en pocas cantidades alcaloides y taninos, pero el trabajo con otras plantas naturales que son (korocho, chilca, kolle, tara, ahuyapilli).

La investigación se realizó con 16 tratamientos 4 puntos medios y con 2 repeticiones el cual se tomó en cuenta el tipo de mordiente (bicarbonato de sodio y sulfato de cobre), concentración de mordiente (1 g/l y 5 g/l), tiempo de teñido (30 min y 50 min) y la relación de planta/sustrato (20 % y 50 %) de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch). Los resultados adquiridos para la prueba de solidez de color se desarrollaron con nivel de confianza del 95 % donde el modelo es significativo, el factor tipo de mordiente tiene mayor efecto para obtener buenos resultados en la solidez de color, seguido del factor relación planta /sustrato y el factor tiempo, influye para obtener buenos resultados. Se realizó una prueba con un nivel de confianza del 95 % de diferencias estadísticas de

las pruebas Tukey, donde muestra que el tratamiento T4 obtuvo el mejor resultado con una media de 3.9 donde se consideró con una ponderación de (A), en este tratamiento influye el factor tipo de mordiente donde (sulfato de cobre) que es el encargado de fijar mejor el color al hilado de fibras de alpaca, Así mismo los tratamientos T6, T8 y T2 se obtiene buenos resultados con una media de 3.7, 3.6 y 3.5 asignándoles una ponderación de (AB y BC), en estos resultados influye el tipo de mordiente y la relación de planta/sustrato, los resultados mencionados según la escala de grises de la NTP está clasificado dentro de los rangos (3.5 – 4) el cual tiene una calificación de (bueno) para la prueba de solidez al color. Los tratamientos T14, T5, T12, T18, T16, T7, T3, T20, T10, T19 y T1 que tiene resultados de (3 a 3.5) el cual tiene una calificación de (suficiente) según la NTP. Los tratamientos T17, T15, T13, T9 y T11 tiene los resultados más bajos en la prueba de solidez de color y por ende tiene las ponderaciones más bajas, tienen una calificación de (2.5 a 3) tiene una calificación de (regular) el cual no son recomendados para obtener una buena solidez al color.

Se realizó las comparaciones con el método Tukey para verificar la comparación de cada factor a un nivel de confianza del 95%. Para el factor tipo de mordiente se obtiene buenos resultados con el sulfato de cobre, donde este se encarga de fijar mejor el color en los hilados de fibras de alpaca y también se obtiene buenos resultados según la escala de grises de la NTP. El factor concentración de mordiente no son tan significativos, pero a una concentración de 5 g/l se obtienen mejores resultados. Para el factor tiempo de teñido no son tan significativos, sin embargo, con un tiempo de 50 min se impregna mejor el color a los hilados de fibra de alpaca cuando se quiere obtener buena solidez de color. El factor relación de planta/sustrato se obtiene buenos resultados con el (20 %), es el encargado de dar el color a los hilados de fibra de alpaca, sin embargo, al utilizar la relación de (50 %) da buen color, pero no tiene una buena solidez al color según la NTP.

Punyachareonnon *et al.* (2021) fundamenta que las antocianinas se consideran sustitutos potenciales de los tintes sintéticos y representan uno de los principales grupos de pigmentos en muchas plantas. Todas estas plantas pueden proporcionar colores en tono rojo - violeta. En su estudio, la influencia del PH, temperatura y tiempo del extracto frijol negro como colorante, el cual afirma que las muestras con presencia de antocianinas, dependiendo de su estructura copigmentaria, varía el color rojizo a un tono violeta/azul en función al pH. También encontró que las líneas de absorción se elevaron hasta un nivel

alto de porcentaje a los 60 min, donde mostro una mejor solidez del color a la luz, lavado y frote.

Realizaron estudios con otras especies tintóreas (Palacios & Ullauri, 2020), estudio la revaloración ancestral de tinturado natural, donde utilizo seis especies vegetales (Nogal Barba de viejo, Killuyuyo, Garau, Aliso y Shirán), se empleó la cochinilla, utilizaron la lana de oveja y las fibras de alpaca. Las pruebas de abrasión, lavado y resistencia a la luz realizadas sin mordiente, con sal muestran colores opacos y apagados porque los mordientes pueden reaccionar mejor para fijar el tinte. Las pruebas de calidad de la estructura química de la fibra y de los colorantes que le dan brillo muestran que los colorantes obtenidos de vegetales se clasifican como satisfactorios, demostrando que las técnicas ancestrales de teñido pueden utilizarse de manera técnica para lograr buenos resultados de solidez del color.

4.2.2. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz en el hilado de fibra de alpaca.

Los resultados obtenidos se desarrollaron con nivel de confianza del 95 % donde el modelo es significativo, el cual el factor tipo de mordiente tiene mayor efecto significativo para obtener buenos resultados en la solidez de color a la luz con una buena solidez, seguido del factor tiempo que influyen para obtener buenos resultados, también se realizó la prueba de diferencias estadísticas según la prueba de Tukey, donde se muestra que los tratamientos T16, T14, T12, T8, T6 y T4 obtuvieron buenos resultados con una media de 3.0 donde se considera en la ponderación de (A), en estos tratamientos influyen el tipo de mordiente donde él (sulfato de cobre) es el encargado de fijar mejor el color al hilado, los resultados mencionados según la escala de gris de la NTP está clasificado dentro de los rangos (3), el cual tiene una calificación de (suficiente) en la solidez de color a la luz. Sin embargo, los tratamientos T10, T5, T2, T20, T18 y T13 están en la ponderación de (AB, BC y BCD), según la NTP está dentro de los rangos (2 – 2.5) con la calificación de (regular), así mismo los tratamientos T15, T19, T17, T11, T9, T7, T3 y T1, están con la ponderación (CD y D) el cual está dentro de los rangos (1.5-2) con la calificación (escasa), por lo tanto, estos tratamientos tiene muy baja solidez de color a la luz y están en la calificación no aceptable de la NTP según la escala de gris de cambio de color, por lo tanto, no se recomienda para obtener buenos resultados.

Estudios similares realizados (Santos *et al.*, 2020) mencionan que, utilizó el tinte natural de *Croton urucurana* en la extracción, caracterización, teñido y propiedades de la solidez de color, utilizó la corteza del árbol para el estudio, el cual, trabajó con tejidos de lana y algodón, evaluó los factores de tipo de mordiente (sulfato de aluminio - potasio y sulfato ferroso), temperatura, tiempo (20, 40 y 60 min) y concentración de extracto (10, 55 y 100 %). Resulta que los grados de color cambian a claro, oscilo de 2 y 3, el cual, clasifica como (pobre a regular). Con la exposición a la luz, las telas tendían a debilitarse y volverse más amarillas, en cambio, al trabajar con el mordiente sulfato férrico, aumentó la solidez a la luz en la lana, sin embargo, en el algodón al utilizar como mordiente de aluminio disminuyó la solidez. Concluye que el proceso óptimo para una buena solidez de color a la luz para los tejidos de lana y algodón son a una temperatura de 98 °C, tiempo de teñido de 60 min. y una concentración de extracto del 100 %.

4.2.3. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado en el hilado de fibra de alpaca.

Los resultados de las pruebas de solidez de color al lavado, con un nivel de confianza del 95% donde el modelo es significativo. El factor de relación planta/sustrato tiene el mayor impacto en los resultados de la solidez de color al lavado. A este le siguen el tipo de mordiente, la concentración del mordiente y el tiempo de teñido, los cuales también contribuyen a obtener buenos resultados. Se realizó una prueba con un nivel de confianza 95% de diferencias estadísticas según la prueba Tukey, donde se muestra que el tratamiento T4 obtuvo el mejor resultado con una media de 4.2 donde se consideró con la ponderación de (A), en este tratamiento influye más el factor relación de planta/sustrato al 20 % que es el encargado de dar color al hilado de fibra de alpaca con el factor tipo mordiente que se encarga de fijar mejor el color y obtener buenos resultados en la solidez de color al lavado, así mismo los tratamientos T7, T8, T6 y T3 obtienen buenos resultados con una media de 4.1, 4.1, 4.0 y 4.0 asignándoles la ponderación de (AB, ABC, ABCD y BCD) el cual influyen el factor relación de planta 20 % y el tipo de mordiente, los resultados mencionados según la escala de grises de la NTP está clasificado dentro de los rangos (4 – 5) el cual tiene como la calificación (muy bueno) para las pruebas de la solidez de color al lavado. Los tratamientos T2, T20, T18, T5, T19, T17, T14, T1, T16, T12 y T15 designándolos en la ponderación de (B hasta H), tienen buenos resultados en la solidez al lavado, el cual se clasifican entre los rangos (3.5 – 4) el cual se califica según

la escala de grises de la NTP como (bueno), los demás tratamientos se califican entre los rangos (3 – 3.5) tiene una calificación de (suficiente) según la escala de grises de la NTP. Similares resultados se encontró los autores (Moghaddam *et al.*, 2019), indica que, estudio el efecto de los ácidos y diferentes mordientes en las características del color teñidos con cáscara de berenjena, el estudio lo realizo con hilos de lana, los factores utilizados para el teñido fueron tipo de mordiente (muestra blanca, sulfato de aluminio, sulfato de potasio, sulfato de cobre, sulfato ferroso, dicromato de potasio, cloruro de níquel y sulfato de zinc) y la relación de planta/sustrato al 50 %, donde afirma que el uso de un mordiente en el proceso de teñido da un resultado excelente en la solidez al lavado en las muestras teñidas con cloruro de níquel y sulfato de cobre el cual muestran los resultados mejores en la solidez al lavado. Estos resultados afirman que el uso del mordiente sulfato de cobre son buenos fijadores para realizar teñidos de fibras textiles.

Concuerdo con los resultados (Jahangiri *et al.*, 2018), realizó un estudio de teñido natural de lana con *Rubia tinctorum*, se desarrolló el teñido en hilos de lana con el bio mordiente (*Rhus coriaria*, Eucalipto, *Terminalia chebula*, *Quercus castaneifolia* y Granada) y mordiente químico (alumbre). Resulto que los bio mordientes cambiaron los tonos de color porque están relacionados con el extracto de rubia y se pueden obtener más tonalidades de color, menciona también que la solidez al lavado de los tintes naturales no son tan satisfactorios en comparación con los tintes sintéticos, sin embargo, al ser evaluados según las pruebas ISO resulto con una excelente solidez al lavado con los hilos de lana porque la composición de los bio mordientes y el extracto de rubia forman complejos iónicos entre la fibra, en un pH apropiado hay una mejor fijación del colorante y una buena solidez al lavado.

4.2.4. Determinar el efecto del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al frote en el hilado de fibra de alpaca.

Los resultados de las pruebas de solidez de color al frote, con un nivel de confianza del 95%, indican que el modelo es significativo muestran que el modelo es significativo. En este contexto, el factor relación planta/sustrato tiene el mayor impacto en la obtención de buenos resultados, seguido por el factor tiempo de teñido. Ambos factores influyen en la efectividad de la solidez de color al frote. Se realizó una prueba con el nivel de confianza del 95 % de diferencias estadísticas según la prueba Tukey, donde se muestra que el

tratamiento T4 obtuvo el mejor resultado con una media de 4.5 donde se consideró con la ponderación de (A), en este tratamiento influye el factor relación planta/sustrato al 20 % que es el encargado de dar el color al hilado de fibra de alpaca, así mismo, los tratamientos T7, T6, T3 y T2 con una media 4.0, 4.0, 4.0 y 4.0, asignándoles la ponderación de (AB), en estos influye más la relación de planta/sustrato, los resultados mencionados según la escala de grises de la NTP está clasificado dentro de los rangos (4 –5) el cual tiene una calificación (muy bueno) en la solidez de color al frote. Los tratamientos T19, T5, T1, T18, T17, T15, T14, T13, T12, T10, T9 y T8 tienen resultados que van desde (3.5 - 4) el cual tienen buena solidez de color al frote, según NTP con calificación de la escala de gris, se clasifica en los rangos (3- 4) por lo tanto, tiene la calificación (bueno). Los demás tratamientos se califican entre los rangos (3 – 3.5) tiene una calificación de (suficiente) según la escala de grises de la NTP.

En el estudio realizado por (Vankar & Shukla, 2011), encontraron similares resultados en el teñido de *hibisco rosa sinensis* flores, utilizaron en el teñido (el algodón y la seda), los factores que utilizo son los mordientes (alumbre, sulfato de cobre, dicromato de potasio y cloruro de estaño), así mismo utilizaron 40 gr de extracto de tinte que fueron diluidos en 1 litro de agua. Evaluó las pruebas de solidez al frote en seco del teñido en las dos telas, al realizar el teñido sin mordiente resulta con valores muy bajos, sin embargo, en las telas de algodón obtuvo mejores resultados con el mordiente de sulfato de cobre y cloruro de estaños, en el teñido de las telas de seda resulto ser más eficaz el mordiente cloruro de estaño seguido por el sulfato de cobre, concluye que el extracto de antocianinas de flores de hibisco mejora la capacidad de teñir, el cual tiene buena solides al frote y al lavado. Estos resultados refieren que los factores utilizados en la investigación sí tiene influencia como el tipo de mordiente, sin embargo, no se encontraron antecedentes que se ha utilizado como factor la relación planta/sustrato. (Hoyos, 2016), refiere que las fibras de alpaca teñida con colorantes sintéticos se pueden obtener buena solidez al frote, así mismo las fibras de alpaca tiene gran poder absorción cuando se tiñe con mordientes ácidos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En relación al objetivo general, que se llevó a cabo la evaluación de la caracterización fitoquímica del extracto de las hojas de ayapira mediante las marchas fitoquímicas, se encontró el metabolito secundario llamado las antocianinas lo cual se obtuvo mediante la coloración y precipitación de color rojo y morado que se produjo con la reacción de los reactivos que indico que es positivo (+++) completamente soluble, así mismo se encontraron en pocas cantidades las curaminas, taninos, flavonoide. La evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca se realizó con nivel de confianza del 95 %, si tiene efectos significativos, el factor tipo de mordiente tiene mayor efecto para obtener buenos resultados en la solidez de color, seguido del factor relación planta /sustrato. Según la prueba Tukey a un nivel de confianza del 95 % demuestra que el tratamiento T4 obtuvo los mejores resultados con una media de 3.9, seguido por los tratamientos T6, T8 y T2 se obtiene buenos resultados con una media de 3.7, 3.6 y 3.5. Los resultados mencionados según la escala de grises de la NTP están clasificados dentro de los rangos (3.5 – 4) el cual tiene una calificación de (bueno).
- Referente a objetivo específico 1 se observó que el extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color a la luz, si tiene efectos significativos, se realizó con un nivel de confianza del 95 %, el cual el factor tipo de mordiente tiene mayor efecto significativo, según la prueba Tukey a un nivel de confianza del 95% demuestra que los tratamientos T16, T14, T12, T8, T6 y T4 obtuvieron buenos resultados con un promedio de 3.0, en estos tratamientos influye el tipo de mordiente donde él (sulfato de cobre) es el encargado de fijar mejor el color al hilado de fibra de alpaca, los resultados mencionados están según la escala de grises de la NTP está clasificado dentro de los rangos (3), el cual tiene una calificación de (suficiente).

- De la misma manera para el objetivo específico 2 que se han determinado que el extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al lavado, si tiene efectos significativos se realizó con nivel de significancia 95 %, el factor relación planta/sustrato tiene mayor efecto y seguido del factor tipo de mordiente influyen para obtener buenos resultados. Según la prueba Tukey, afirma que el T4 obtuvo mejor resultados con un promedio de 4.2, seguido por los tratamientos T7, T8, T6 y T3 con una media de 4.1, 4.1, 4.0 y 4.0 donde influye más el factor relación de planta/sustrato al 20% que es el encargado de dar color al hilado de fibra de alpaca con el factor tipo mordiente que se encarga de fijar mejor el color. Se analizó según la escala de grises de la NTP están clasificados dentro de los rangos (4 – 5) el cual tiene como la calificación (muy bueno).
- En cuanto al objetivo específico 3 se determinó que el extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color al frote si tiene efectos significativos en la evaluación de las pruebas de solidez de color al frote, el cual, se realizó con un nivel de significancia del 95 %, el factor relación planta/sustrato tiene mayor efecto para obtener buen resultado. Según la prueba Tukey afirma que el T4 obtuvo el mejor resultado con un promedio de 4.5, seguido los tratamientos T7, T6, T3 y T2 con una media 4.0, 4.0, 4.0 y 4.0 en este tratamiento influye el factor relación planta/sustrato al 20 % que es el encargado de dar el color al hilado de fibra de alpaca. Esto demuestra que hay una buena solidez de color al frote según la escala de gris de la NTP está clasificado dentro de los rangos (4 –5) el cual tiene una calificación (muy bueno).

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar las antocianinas presentes en las hojas de ayapira como colorante natural en el teñido de sustratos textiles ya que es una alternativa para reducir la contaminación ambiental causada por los tintes sintéticos.
- se recomienda realizar para futuras investigaciones utilizar otros tipos de mordientes y modificar los niveles de factor de la relación de planta/sustrato para ver los efectos en el proceso del teñido con el extracto de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural en el hilado de fibra de alpaca para verificar la solidez de color a la luz.
- Se recomienda realizar investigaciones modificando los niveles del factor concentración de mordiente para ver los efectos en el proceso de teñido con el extracto de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural en el hilado de fibra de alpaca para verificar la solidez de color al lavado.
- Se recomienda realizar investigaciones modificación del nivel del factor concentración de mordiente y otro tipo de mordiente en proceso del teñido con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural en el hilado de fibra de alpaca para verificar la solidez de color.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Figueroa, F., & Beltran Cañari, Y. (2022). Efecto del mordiente y tiempo en la solidez del teñido de hilo de ovino y alpaca con flores de manzanilla (matricaria chamomilla l.) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Antonio del Cusco, Sicuani.
- Alarcon Silvera, G. E., & Joela, L. O. (2020). Extracción de colorantes naturales a partir de plantas endémicas del Perú y su aprovechamiento en la industria textil (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima.
- 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/https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1177>
- Arango Ruíz, Á., & Garcés Giraldo, L. F. (2009). Remoción del colorante azoico amaranto de soluciones acuosas mediante electrocoagulación. *Revista lasallista de investigación*, 6(2), 31-38. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/695/69514278005.pdf>
- Arias Rocha, N. A. (2018). Tintes naturales de origen vegetal para el uso en el teñido de hilo de fibra natural (Tesis de Pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Arroyo Figueroa, G. (2011). Caracterización fisicoquímica de una fibra de algodón teñida con grana carmín (*dactylopius coccus* Costa) y tratabilidad biológica de las aguas residuales generadas en el proceso (Tesis Doctoral). Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Chihuahua.
- Arroyo Figueroa, G., Casimiro Rodríguez, M. G., Córdova Perera Nakiel Del Carmen, Hernández Carrillo. Nallely J., Leal Sánchez, Y. G., & Javier Sánchez, J. (2017). Comparación de la solidez del color de fibras teñidas con colorantes naturales contra colorantes sintéticos. *Revista XXVII verano de la ciencia*, 16. Recuperado de www.jóvenesenciencia.ugto.mx
- Ascensión Riva, J., Algaba Joaquín, I., & Prieto Fuentes, R. (2003). Pretratamientos enzimáticos de tejidos de lana: influencia sobre la absorción de colorantes, el color y las solideces. *Boletín Intexter*, (124), 19-28.

- Ashis Kumar, S., & Adwaita, konar. (2013). Dyeing of Textiles with Natural Dyes. Natural Dyes. Recuperado de www.intechopen.com
- Ashis Kumar, S., Nasser S., A., & Hamed Majdooa, A. (2020). Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments.
- Aucancela Quishpi, B. A. (2015). Caracterización de la fibra de vicugna pacos (alpaca) de la parroquia san juan, provincia de Chimborazo (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Barth, A. (2012). Cabina de luz PCE-CIC 11. Recuperado de www.pce-instruments.com
- Bermeo Poma, J. A. (2016). Análisis de la situación actual de técnicas de teñido natural en la provincia de Loja (Tesis de Pregrado). Universidad de Azuay, Cuenca.
- Brañez Sánchez, M., Gutiérrez, R., Pérez, R., Uribe, C., & Valle, P. (2018). Contaminación de los ambientes acuáticos generados por la industria textil. *Campus*, 23(26), 129-143. <https://doi.org/10.24265/campus.2018.v23n26.03>
- Cabo Scharpf, S. (2015). Estudio experimental de tintura de tejidos sintéticos para la preparación de muestras de referencia (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de València, València.
- Calderón Guevara, M. R. (2007). Extracción y caracterización fisicoquímica del extracto colorante de la corteza de aliso común (*alnus jorullensis humboldt, bonpland & kunth*), proveniente de San Lucas Sacatepéquez, Guatemala (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Cano Morales, T. M. (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. Guatemala.
- Carrasco Bocangel, J., Sucasaca, A., Sanchez-Gonzales, G., Morán Flores, G., & Barriga-Sánchez, M. (2022). Estudio preliminar de teñido de fibra de alpaca utilizando extracto acuoso de molle (*Schinus molle*) como pigmento natural. *revista de innovación y transferencia productiva*, 2(1), e003. <https://doi.org/10.54353/ritp.v2i1.e003>

- Castillo Bolaños, R. S. (2022). Análisis a escala de laboratorio de la influencia de los mordientes naturales en la tintura con el extracto de lengua de vaca (*rumex crispis*) en tejido jersey simple algodón 100 % mediante el proceso de agotamiento (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Castillo Casas, C. A. (2019). Propuesta de mejora en el proceso de tintura de fibras textiles en poliamida (Tesis de Pregrado). Fundación Universidad de América, Bogotá.
- 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). <https://doi.org/10.54353/ritp.v3i2.e006>
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Castro Mandujano, N. O. (2023). Guía de laboratorio química de los productos naturales. Lima.
- Cavenago Benites, M. F., & Córdova Valencia, A. (2014). Estudio del efecto del pH y la concentración de mordiente en el teñido sobre sustrato de Alpaca Suri con colorantes Naturales de estructura Curcuminoide, Xantófila y Antroquinónica (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Choque Apaza, R., & Hanco Atamari, L. E. (2018). Influencia de las grandes industrias de tintes sintéticos, frente al uso de tintes naturales dentro del ámbito socio-cultural en los artesanos de la isla de taquile, en el año 2017- puno (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Cornejo, X. (2006). *Picramnia tumbesina*: una nueva Picramniaceae, endémica del bosque seco tropical al occidente de Ecuador. *Acta bot. bras*, 20(2), 363-366.
- Cortadi, A., Andriolo, L., Campagna, M. N., Martínez, M. L., Di Sapio, O., Brousslis, A., ... Gatusso, S. (2010). Estudio farmacobotánico de hojas, cortezas y leños de Simaroubaceae sensu lato de Argentina. Parte I. *Alvaradoa subovata* Cronquist, *Picramnia parvifolia* Engl., *Picramnia sellowii* Planch. y *Castela coccinea* Griseb. 9(1), 38-55. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85612108006>

- Cortazar Mat3nez, A., Coronel Olivares, C., Escalante Lozada, A., & Gonz3lez Ram3rez, C. (2014). Contaminaci3n generada por colorantes de la industria textil. *Revista y Bolitines cient3ficos*. Recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/e1.html>
- Coy Barrera, C. A., Parra, J., & Cuca Su3rez, L. E. (2014). Caracterizaci3n qu3mica del aceite esencial e identificaci3n preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie *raptutia heptaphylla* (rutaceae). *Revista elementos*, 1(4).
- Cruz Pampa, A. J., & Molina Masias, G. P. (2018). Evaluaci3n de la acci3n de diferentes insumos textiles sobre el desmontado de colorante reactivo α -bromoacril3amida en fibra de alpaca teñida determinando temperaturas, tiempos y concentraciones (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Agust3n, Arequipa.
- Datacolor. (2010). *Ahiba IR User's Guide*. EE.UU. Recuperado de www.datacolor.com/locations/.
- De Boos, A. G., Naylor, G. R., Slota, I. J., & Stanton, J. (2001). The Effect of the Diameter Characteristics of the Fibre Ends on the Skin Comfort and Handle of Knitted Wool Fabrics. *International wool textile organisation*, 50(2), 110-120.
- Delgado Bastidas, J. R. (2021). Determinar los factores cuantitativos que inciden en el teñido de la fibra de vicuña (Tesis de maestr3a). Universidad Cat3lica de Santa Mar3a, Arequipa.
- Egas Balseca, S. A. (2021). Determinaci3n de las mejores condiciones de un blanqueador matizado para la obtenci3n del color blanco TVA en telas de algod3n 100% para la empresa Seyquiin CIA LTDA (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Ekta Grover, P. S., & Sharma, A. (2003). Optimisation of dyeing process for cotton with natural dye obtained from Kilmora roots. *Journal of the Textile Association*, 117-119. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/286866816>
- Fern3ndez Alc3ntara, W. L., & Saavedra Estrella, D. L. (2020). Obtenci3n y caracterizaci3n de colorante natural a partir de la *Baccharis Salicifolia* (Chilca blanca) para uso textil. Lambayeque.

- Fernández Rivera, N. T. (2021). A través de los tintes naturales: incentivar el conocimiento de la flora de Bogotá a partir de los procesos de extracción y aplicación de tintes naturales para crear conexión y entendimiento sobre las plantas tintóreas del entorno natural urbano. (Tesis de Pregrado). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia.
- Flores Bendezú, Y. (2018). Árboles nativos de la Región Ucayali (1°; Y. Flores Bendezú, Ed.). Ucayali. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/328145898>
- González Gonzales, H. R. M. (2007). Evaluación de un método numérico de medición de diámetro de fibra de la alpaca (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Guarin Lizarazo, L. K. (2019). Extracción de pigmento rojo de achiote (bixa orellana) y oleoresina roja de paprika (capsicum annum) en la formulación de pinturas para juguetes de madera colorantes vegetales. (Tesis de pregrado). Fundación Universidad de América, Bogotá.
- Guerrero Escobar, D. P. (2011). Extracción y evaluación de un colorante natural a partir de la pepa de aguacate para el teñido de las fibras de algodón y poliéster (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Guevara Garnica, E. D., & Sucasaca Quispe, A. (2020). Efectos del colorante natural inflorescencia de collí (Buddleja Coriacea) en la solidez de color de teñido de fibras de alpaca. *Revista de Innovación y Transferencia Productiva*, 1(2).
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos (Vol. 2). México. Recuperado de www.FreeLibros.org
- Gutiérrez Toledo, J. M. (2005). Utilización de colorantes naturales en el teñido de fibras de algodón en tejido de punto aplicados por el método de agotamiento (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Gutierrez Usca, Y., & Puelles Linares, L. (2012). Etnobotánica y fitoquímica de plantas tintóreas en las comunidades de rumira, Chaullacocha y Chupani: provincia de Urubamba-Cusco (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco.

- Hernández Medel, Ma. del R., Aguilar Tirado, A. de los Á., Velásquez Melgarejo, V., & Méndez Ventura, M. (2020). Guía fitoquímica. México.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (Sexta edición).
- Hernández Sampieri, Roberto., Fernández Collado, Carlos., & Baptista Lucio, Pilar. (2016). Metodología de la investigación. McGraw Hill.
- Hossain, A. (2018). Machine Translated by Google. Revista Global de Investigaciones en Ingeniería, 18(3). Recuperado de <http://creativecommons.org>.
- Hoyos Mallqui, M. (2016). Evaluación de frutos de mio-mio (*coriaria ruscifolia*) a distintos mordientes y parámetros de teñido en fibra de alpaca (*Lama pacos*) (Tesis de Pregrado). Universidad nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay.
- Ibáñez Calero, S. L., & Loayza Afonso, K. E. (2020). Colorantes naturales del valle de zongo (bolivia) y sus aplicaciones textiles. Investigación & desarrollo, 20(1), 5-22. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-1i>
- Illa Ccarita, C. P., & Tairo Huaita, G. (2015). Teñido de fibra de alpaca suri (*vicugna pacos*) con carmín de cochinilla (*datylopius coccus*) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Sicuani.
- INACAL. (2019). Solidez de color al frote NTP 231.042. Lima.
- INACAL. (2020). solidez al a luz NTP 231.183. Lima.
- INACAL. (2022). Solidez al lavado NTP 231.008. Lima.
- ITP Red CITE, C. T. C. C. (2023). Colorantes naturales para la industria textil a partir de residuos agroindustriales. Cusco.
- Jahangiri, A., Ghoreishian, S. M., Akbari, A., Norouzi, M., Ghasemi, M., Ghoreishian, M., & Shafiabadi, E. (2018). Natural Dyeing of Wool by Madder (*Rubia tinctorum* L.) Root Extract Using Tannin-based Biomordants: Colorimetric, Fastness and Tensile Assay. *Fibers and Polymers*, 19(10), 2139-2148. <https://doi.org/10.1007/s12221-018-8069-3>
- Karabulut, K., & Atav, R. (2020). Dyeing of Cotton Fabric with Natural Dyes without Mordant Usage Part I: Determining the Most Suitable Dye Plants for Dyeing and

- UV Protective Functionalization. *Fibers and Polymers*, 21(8), 1773-1782.
<https://doi.org/10.1007/S12221-020-9365-2>
- Khayaban, K. (2012). *Technical Color Solutions*. Recuperado 6 de enero de 2024, de <http://www.tec-color.com/contact-us.html>
- Leon Lima, A. Y., & Rodriguez Martinez, S. M. (2013). Obtención de colorantes naturales para uso textil, extraídos mediante la técnica artesanal a partir de especies vegetales durante el año 2013. Universidad del Salvador, Santa Ana.
- Loaiza Quizhpe, E. M. (2016). Extracción del pigmento natural del hongo *pyncoporus sanguineus* como colorante orgánico para teñido en fibras de algodón (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Lock Sing de Ugaz, O. (1997). *Colorantes Naturales*. Lima.
- Lockuán Lavado, F. E. (2012). *la industria textil y su control de calidad*.
- López Gonzáles, R. (2010). Alteraciones bioquímicas que ocasionan las plantas superiores parásitas en camu camu (*Myciaria dubia* H.B.K. Mc vaugh), pucallpa, Perú (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa.
- López Romero, D. C. (2012). Elaboración artesanal de hilo de la fibra de formo (*Phormium tenax*) (Tesis de Pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- María Galindo, Á., & Pardo Duran. (2014). *Tintes Naturales*. Bogotá.
- Mattavelli Junca, S. (2020). Obtención de un colorante natural a partir de la clorofila de *chlorella vulgaris* como alternativa al uso de colorantes sintéticos en la industria textil, bogotá, colombia. Bogotá.
- Melchor Castro, R. B., & Bejarano Parodi, M. N. (2019). *Guía de productos forestales no maderables en madre de dios*. Recuperado de www.serfor.gob.pe
- Mendoza Huamani, C. M. (2018). Evaluación del tipo y cantidad de mordiente en la intensidad de color y solidez al lavado del teñido de fibra de alpaca (*vicugna pacos*) con aliso (*alnus acuminata* h.b.k) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Huancavelica, Acobamba.
- Miranda Ramos, L. M. (2022). Efecto del diámetro medular en el teñido en fibras de alpaca huacaya (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

- Moghaddam, K., Ghanbari, A. M., & Tehrani, D. (2019). Effect of Acids and Different Mordanting Procedures on Color Characteristics of Dyed Wool Fibers Using Eggplant Peel (*Solanum melongena* L.). Recuperado de www.pccc.icrc.ac.ir
- Molina Ayme, Y. (2011). Estudio etnobotánico y etnofarmacológico de plantas medicinales de Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Ciencia y desarrollo*, 24(1). <https://doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2011.v14.01>
- Montgomery, D. c. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México.
- Morales Reinoso, G. F. (2014). Determinación del tiempo óptimo y cantidad de colorante en el proceso de reteñido de denim en la empresa radel industry s.a (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Murillo, J. (2011). *Método de investigación de enfoque experimental*. Madrid.
- Nestares Mauricio, J., & Carhuas Gora, R. (2020). Características físicas de la fibra de alpacas Huacaya de la empresa ganadera Rural Wari Ninacaca-Pasco. Cerro de Pasco.
- Noel Campagna, M. (2014). Estudios endomorfológicos, actividad biológica y caracterización fitoquímica de extractos de especies nativas de la familia simaroubaceae. Rosario.
- Núñez Flores, M. I. (2008). Estrategia y técnica del diseño de investigación. 12(21), 33-41.
- Obando Portillo, R. E. (2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Ocampo Dávila, S. S. (2019). Optimización del proceso de teñido reactivo de tejidos de algodón sin afectar la apariencia y la solidez al lavado, en el área de tintorería de una empresa textil localizada en Lima-Perú (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Ochoa Amado, L. S., & Sarmiento Mora, A. J. (2018). Estudio fitoquímico de la especie vegetal *Bucquetia glutinosa* (L. f.) DC. (Melastomataceae) Y Evaluación de su actividad biológica. (Tesis de Pregrado). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá.

- Olarte Daza, C. U. (2022). Efecto de la edad y estado fisiológico reproductivo en el perfil del diámetro de la fibra en alpacas Huacaya. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 33(4). <https://doi.org/10.15381/rivep.v33i4.23336>
- 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>
- Papa, E. (2018). Investigación de tintes naturales, aplicado a la lana como fibra natural (Tesis de Grado). Universidad de la República Uruguay, Montevideo.
- Paredes Martínez, B. I. (2002). Análisis y obtención de colorante natural a partir de la *baccharis latifolia* (chilca) (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Párraga Melgarejo, N., & Rojas Espinoza, G. (2008). Evaluación del teñido de fibras naturales con tintes extraídos de la manzanilla (*matricaria chamomilla*). *Prospect. Univ*, 05(1), 27-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2008.5.1203>
- Pelta, R. (2011). Moda sostenible, moda que cuestiona. *Revista temática de diseño*.
- Pinto Jiménez, C. E. (2010). Teñido con tinte natural de frejol negro (*phaseolus vulgaris*) y su solidez del color a la luz solar en hilado de alpaca. *Revista complutense de ciencias veterinarias*, 4(1), 23-36.
- Ponce de León Caceres, M. M., & Valdivia Cardenas, M. A. (2014). Optimización de los parámetros para la curva de teñido con colorantes ácidos, reactivos y complejo metálico en fibra de alpaca (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Punyachareonnon, P., Deerattrakul, V., & Luepong, K. (2021). The Influence of pH, Temperature and Time on Dyeing of Silk Fabric by Black Bean Anthocyanin-rich Extract as Colorant. *Coat*, 14, 179-186. Recuperado de www.pccc.icrc.ac.ir
- Quelca Vino, E. (2012). Estudio de las variables de operación en el teñido de fibras mediante la aplicación de colorante a base de la cochinilla (Tesis de Pregrado). Universidad Mayor de San Marcos, La Paz.

- Quenta Cabrera, A., & Toledo Gonza, A. (2020). Descripción del proceso de la elaboración de tintes naturales y artificiales – Chincheros Cusco. *La Vida & la Historia*, 7(11), 46-50. <https://doi.org/10.33326/26176041.2020.11.943>
- Rasel, Z. U., Khatun, H., Ahmed, F., Kadri, J., Maitra, B., Kanti Saha, B., & Rabbi, A. (2022). Green Dyeing of Silk and Cotton Fabrics using *Acacia nilotica* seed pod. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1470064/v1>
- Road, N. (2015). Buy Wash Colour Fastness Tester AC10.
- Rodas Farfán, M. I. (2021). Ensayos para la obtención de tintes naturales a partir de raíces de plantas (Tesis de Pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca.
- Salazar Quisiguiña, P. E. (2014). Reutilización de baños de tintura de fibra de poliamida con colorantes ácidos en la industria textil (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Sánchez, F. L., & Figueroa, G. (2022). Fitoquímica. México.
- Sánchez Llanos, M. L. (2020). Obtención de tonalidades azules a partir de la experimentación en el tinturado natural de lana de oveja y fibra de alpaca (Tesis de Pregrado). Universidad de Azuay, Cuenca.
- Santos Silva, P. M., Ticiane, R. F., Rayana, S. de Q., Freeman, H. S., Aparecida da Costa, S., Leo, P., ... Maria da Costa, S. (2020). Natural dye from *Croton urucurana* Baill. bark: Extraction, physicochemical characterization, textile dyeing and color fastness properties. *Dyes and Pigments*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2019.107953>
- Saxena, M., Saxena, J., Nema, R., Singh, D., & Gupta, A. (2013). Phytochemistry of Medicinal Plants. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(6). Recuperado de www.phytojournal.com
- Seema. (2017). Dyeing of silk with onion peel extract. *International Journal of Home Science*, 3(2), 313-317.
- Shagñay Cando, J. P. (2021). Extractos vegetales en la tintura ecológica de la fibra de alpaca (Tesis de Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

- Solís, M., Gil, J. I., Solís, A., Pérez, H. I., Manjarrez, N., & Perdomo, M. (2013). El proceso de sedimentación como una aplicación sencilla para reducir contaminantes en efluentes textiles. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 12(3), 585-594.
- 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*) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Acobamba.
- Stanciuc Stanciuc de Palma, V. (2020). Teñido mordentado de fibras naturales con colorante extraído de las hojas de nogal (*juglans neotrópica*) (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Callao, Callao.
- Sucasaca Quispe, A., & Guevara Garnica, E. D. (2022). Teñido de hilado de alpaca utilizando pigmento extraído de la col morada (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*). *Revista de innovación y transferencia productiva*, 2(1). <https://doi.org/10.54353/ritp.v2i1.e004>
- Vankar, P. S., & Shukla, D. (2011). Natural dyeing with anthocyanins from *Hibiscus rosa sinensis* flowers. *Journal of Applied Polymer Science*, 122(5), 3361-3368. <https://doi.org/10.1002/app.34415>
- Vargas Beal, X. (2007). *¿Cómo hacer investigación cualitativa? Una guía práctica para saber qué es la investigación en general y cómo hacerlo, con énfasis en las etapas de la investigación cualitativa y cuantitativa*. México.
- Wang, Xungai., Wang, L., & Xiu, L. (2003). The quality and processing performance of alpaca fibres. Australia: RIRDC.
- WanJiang. (2022). Resumen del método de teñido de textiles. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.testextextile.com/es/resumen-del-m%C3%A9todo-de-te%C3%B1ido-textil-2-formas-y-5-pasos/#>
- Xicota, E. (2015). Impactos de los químicos textiles. Recuperado 3 de enero de 2024, de <https://www.esterxicota.com/tenido-textil/>
- Yoshiko, S. (1996). *Colorantes naturales*. México.
- Zárate Zavaleta, Á. (2012). Asistencia técnica en caracterización y clasificación de fibra de alpaca. Pilpichaca.

- Zaruma Arias, E. P., Proal Nájera, J. B., Chaires Hernández, I., & Ayala Salas, I. H. (2018). Los Colorantes Textiles Industriales Y Tratamientos Óptimos De Sus Efluentes De Agua Residual: Una Breve Revisión Textile Industrial Dyes and optimal wastewater effluents treatments: A short review.
- Zea Checa, B. (2012). Un método de obtención de colorantes naturales en polvo, los colorantes así obtenidos y sus aplicaciones. Patente de invención, 1(2).
- Zepeda Triana, F. (2017). Reducción y estandarización de tiempos de tintura de telas de algodón y mezclas poliéster y algodón para el aumento de producción (Tesis de Pregrado). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- Zhu, E. (2023). Colour Tastness Test.

ANEXOS

ANEXO 1: Constancia de la universidad Nacional Mayor de San Marcos.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA
Central: 619 700 anexo 1202, 1203,1205,1206 Telefax: 1209,1218
Ciudad Universitaria –Av. Venezuela s/n- Lima 1

CONSTANCIA

Quien suscribe otorga la presente constancia a:

MARILIZA LUQUE HUAMAN

Por llevar a cabo el proceso experimental del desarrollo de su proyecto de investigación "CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL EXTRACTO DE LA AYAPIRA (PICRAMNIA SELLOWII), COMO COLORANTE NATURAL PARA LA EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR EN EL HILADO DE FIBRA DE ALPACA, PUNO-2023" se llevaron análisis de Marcha fitoquímica completa según la metodología de Olga Lock 2016, Análisis espectroscopia UV visible y Análisis espectroscópico ATR, en el laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Química e Ing. Química –UNMSM.



Dr. Olivio Nino Castro Mandujano
Director del Departamento Académico de Química Orgánica
Facultad de Química e Ing. Química-UNMSM
Responsable del Laboratorio Productos Naturales-FQIQ-UNMSM
Investigador RENACYT NIVEL VI
CQP No. 784

ANEXO 2: Constancia del CITEtextil camélidos Arequipa - Centro de Innovación Productiva y Transparencia Tecnológica.



PERÚ

Ministerio
de la Producción



Instituto
Tecnológico
de la Producción



BICENTENARIO
PERÚ
2024

CONSTANCIA

El Instituto Tecnológico de la Producción a través del CITEtextil Camélidos Arequipa, otorga la presente constancia a:

Mariliza Luque Huaman



Por llevar a cabo el proceso experimental de su investigación denominada: “Extracción del colorante natural de ayapira (*picramnia sellowii*) para determinar la solidez de color”. Los ensayos de laboratorio fueron llevados a cabo en las instalaciones del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica – CITE Textil Camélidos Arequipa.

Arequipa, 2024


Guido Chirinos To
Director CITEtextil Camélidos Arequipa



**ANEXO 3: Ficha de las recolecciones de datos de las solidez de color al lavado,
luz y frote.**

			FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA SOLIDEZ DE COLOR A LA LUZ, A LAVADO Y AL FROTE											
LUGAR DE EJECUCIÓN: CITEtextil camélidos- Arequipa														
Tratamiento	CANTIDAD DE HILADO		PARAMETROS DE TEÑIDO						solidez de color a la luz		Solidez de color al lavado		Solidez de color al frote	
	REPLICA I	REPLICA II	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Relación de baño RB:1:30	Temperatura (°C)	RESULTADO		RESULTADO		RESULTADO	
									Replica I	Replica II	Replica I	Replica II	Replica I	Replica II
1	4.0	4.2	Bicarbonato de sodio	1	30	20	1.30	98	1.5	1.5	3.7	3.7	4.0	3.5
2	3.9	4.0	Sulfato de cobre	1	30	20	1.30	98	2.5	2.5	3.9	3.9	4.0	4.0
3	4.0	4.2	Bicarbonato de sodio	5	30	20	1.30	98	1.5	1.5	4.0	4.0	4.0	4.0
4	4.0	4.1	Sulfato de cobre	5	30	20	1.30	98	3.0	3.0	4.2	4.2	4.5	4.5
5	4.0	4.1	Bicarbonato de sodio	1	50	20	1.30	98	2.5	2.5	3.8	3.8	4.0	3.5
6	4.0	4.0	Sulfato de cobre	1	50	20	1.30	98	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
7	4.0	4.2	Bicarbonato de sodio	5	50	20	1.30	98	1.5	1.5	4.1	4.1	4.0	4.0
8	4.0	4.0	Sulfato de cobre	5	50	20	1.30	98	3.0	3.0	4.2	3.9	3.5	3.5
9	4.3	4.1	Bicarbonato de sodio	1	30	50	1.30	98	1.5	1.5	3.1	3.1	3.5	3.5
10	4.0	4.2	Sulfato de cobre	1	30	50	1.30	98	2.5	2.5	3.2	3.2	3.5	3.5
11	4.1	3.9	Bicarbonato de sodio	5	30	50	1.30	98	1.5	1.5	2.9	3.1	3.5	3.0
12	4.1	3.9	Sulfato de cobre	5	30	50	1.30	98	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5
13	4.2	4.3	Bicarbonato de sodio	1	50	50	1.30	98	2.0	2.0	3.1	3.3	3.5	3.5
14	4.1	4.1	Sulfato de cobre	1	50	50	1.30	98	3.0	3.0	3.7	3.7	3.5	3.5
15	4.0	4.1	Bicarbonato de sodio	5	50	50	1.30	98	1.5	1.5	3.5	3.4	3.5	3.5
16	4.2	4.0	Sulfato de cobre	5	50	50	1.30	98	3.0	3.0	3.7	3.6	3.0	3.0
17	4.3	4.0	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.30	98	1.5	1.5	3.7	3.8	3.5	3.5
18	4.1	3.9	Sulfato de cobre	3	40	35	1.30	98	2.0	2.5	3.8	3.8	3.5	3.5
19	3.9	4.1	Bicarbonato de sodio	3	40	35	1.30	98	1.5	1.5	3.8	3.7	4.0	3.5
20	3.7	3.8	Sulfato de cobre	3	40	35	1.30	98	2.5	2.0	3.9	3.8	3.0	3.5

ANEXO 4: Cálculo de la cantidad de mordiente y relación de baño planta/sustrato.

CANTIDAD DE BAÑO TINTOREO Y CANTIDAD DE MORDIENTE PARA CADA TRAMIENTO										
N° tratamientos	Peso del hilado (g)		parámetros del teñido				Cantidad de baño tintorero R: B 1/30 ml		Cantidad de mordiente g/l	
	REPLICA I	REPLICA II	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/L)	Tiempo de teñido (min)	Relación de planta/sustrato (%)	REPLICA I	REPLICA II	REPLICA I	REPLICA II
1	4.0	4.2	Bicarbonato de sodio	1	30	20	119	125	0.12	0.12
2	3.9	4.0	Sulfato de cobre	1	30	20	117	119	0.12	0.12
3	4.0	4.2	Bicarbonato de sodio	5	30	20	119	125	0.59	0.62
4	4.0	4.1	Sulfato de cobre	1	30	20	119	122	0.6	0.61
5	4.0	4.1	Bicarbonato de sodio	1	50	20	119	124	0.12	0.12
6	4.0	4.0	Sulfato de cobre	1	50	20	120	120	0.12	0.12
7	4.0	4.2	Bicarbonato de sodio	5	50	20	119	126	0.59	0.63
8	4.0	4.0	Sulfato de cobre	5	50	20	119	119	0.59	0.6
9	4.3	4.1	Bicarbonato de sodio	1	30	50	130	124	0.13	0.12
10	4.0	4.2	Sulfato de cobre	1	30	50	120	126	0.12	0.13
11	4.1	3.9	Bicarbonato de sodio	5	30	50	124	117	0.62	0.59
12	4.1	3.9	Sulfato de cobre	5	30	50	122	116	0.61	0.58
13	4.2	4.3	Bicarbonato de sodio	1	50	50	125	130	0.13	0.13
14	4.1	4.1	Sulfato de cobre	1	50	50	123	124	0.12	0.12
15	4.0	4.1	Bicarbonato de sodio	5	50	50	121	123	0.61	0.62
16	4.2	4.0	Sulfato de cobre	5	50	50	126	120	0.63	0.6
17	4.3	4.0	Bicarbonato de sodio	3	40	35	128	120	0.38	0.36
18	4.1	3.9	Sulfato de cobre	3	40	35	122	116	0.36	0.35
19	3.9	4.1	Bicarbonato de sodio	3	40	35	117	123	0.35	0.37
20	3.7	3.8	Sulfato de cobre	3	40	35	110	114	0.33	0.34

ANEXO 5: Resultado de las pruebas de solidez de color a la luz del teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

CITEtextil camélidos Arequipa		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA SOLIDEZ DE COLOR A LA LUZ							UWU	
LUGAR DE EJECUCION: CITEtextil camélidos- Arequipa										
LABORATORIO: Laboratorio de control de calidad del CITEtextil camélidos- Arequipa										
ENCARGADO DEL LABORATORIO: Jose Luis Carrasco Bocangel										
Tratamiento	CANTIDAD DE HUILADO		PARÁMETROS DE TEÑIDO						Solidez de color a la luz	
	REPLICA I	REPLICA II	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Relación de baño RB: 1:30	Temperatura °C	Replica I	Replica II
1	4.0	4.2	Bicarbonato	1	30	20	1:30	98	1.5	1.5
2	3.9	4.0	Sulfato de cobre	1	30	20	1:30	98	2.5	2.5
3	4.0	4.2	Bicarbonato	5	30	20	1:30	98	1.5	1.5
4	4.0	4.1	Sulfato de cobre	5	30	20	1:30	98	3.0	3.0
5	4.0	4.1	Bicarbonato	1	50	20	1:30	98	2.5	2.5
6	4.0	4.0	Sulfato de cobre	1	50	20	1:30	98	3.0	3.0
7	4.0	4.2	Bicarbonato	5	50	20	1:30	98	1.5	1.5
8	4.0	4.0	Sulfato de cobre	5	50	20	1:30	98	3.0	3.0
9	4.3	4.1	Bicarbonato	1	30	50	1:30	98	1.5	1.5
10	4.0	4.2	Sulfato de cobre	1	30	50	1:30	98	2.5	2.5
11	4.1	3.9	Bicarbonato	5	30	50	1:30	98	1.5	1.5
12	4.1	3.9	Sulfato de cobre	5	30	50	1:30	98	3.0	3.0
13	4.2	4.3	Bicarbonato	1	50	50	1:30	98	2.0	2.0
14	4.1	4.1	Sulfato de cobre	1	50	50	1:30	98	3.0	3.0
15	4.0	4.1	Bicarbonato	5	50	50	1:30	98	1.5	1.5
16	4.2	4.0	Sulfato de cobre	5	50	50	1:30	98	3.0	3.0
17	4.3	4.0	Bicarbonato	3	40	35	1:30	98	1.5	1.5
18	4.1	3.9	Sulfato de cobre	3	40	35	1:30	98	2.0	2.5
19	3.9	4.1	Bicarbonato	3	40	35	1:30	98	1.5	1.5
20	3.7	3.8	Sulfato de cobre	3	40	35	1:30	98	2.5	2.0

Lugar y fecha: Arequipa, Diciembre del 2023




ING. José Luis Carrasco Bocangel
Especialista en línea húmeda y teñido
CITE TEXTIL CAMÉLIDOS AREQUIPA

**ANEXO 6: Resultado de las pruebas de solidez al lavado del teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira
(*Picramnia sellowii* Planch).**

CITEtextil camélidos Arequipa			FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA SOLIDEZ A LAVADO						UNW													
LUGAR DE EJECUCION: CITEtextil camélidos- Arequipa																						
LABORATORIO: Laboratorio de control de calidad del CITEtextil camélidos- Arequipa																						
ENCARGADO DEL LABORATORIO: José Luis Carrasco Bocangel																						
Tratamiento	CANTIDAD DE HILADO		PARAMETROS DE TEÑIDO						Solidez de color al lavado													
	REPLICA I	REPLICA II	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Relación de baño RB: 1:30	Temperatura (°C)	Multifibra N°42						Replica I	Multifibra N° 42						Replica II
									lana	acrílico	Poliéster	Nylon	Algodón	Acetato		Promedio	Lana	Acrílico	Poliéster	Nylon	Algodón	
1	4.0	4.2	Bicarbonato	1	30	20	1:30	98	3.5	4.0	4.0	3.0	3.5	4.0	3.67	3.5	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	3.67
2	3.9	4.0	Sulfato de cobre	1	30	20	1:30	98	4.0	4.0	4.5	3.5	3.5	4.0	3.92	4.0	4.0	4.5	3.5	3.5	4.0	3.92
3	4.0	4.2	Bicarbonato	5	30	20	1:30	98	4.0	4.0	4.5	3.0	4.0	4.5	4.00	4.0	4.0	4.5	3.0	4.0	4.5	4.00
4	4.0	4.1	Sulfato de cobre	5	30	20	1:30	98	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.5	4.17	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.5	4.17
5	4.0	4.1	Bicarbonato	1	50	20	1:30	98	3.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.83	3.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.83
6	4.0	4.0	Sulfato de cobre	1	50	20	1:30	98	4.0	4.5	4.5	3.5	3.5	4.0	4.00	4.0	4.5	4.5	3.5	3.5	4.0	4.00
7	4.0	4.2	Bicarbonato	5	50	20	1:30	98	3.5	4.5	4.5	3.5	4.0	4.5	4.08	3.5	4.5	4.5	3.5	4.0	4.5	4.08
8	4.0	4.0	Sulfato de cobre	5	50	20	1:30	98	4.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.5	4.17	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	3.92
9	4.3	4.1	Bicarbonato	1	30	50	1:30	98	3.0	4.0	4.0	1.5	3.0	3.0	3.08	3.0	4.0	4.0	1.5	3.0	3.0	3.08
10	4.0	4.2	Sulfato de cobre	1	30	50	1:30	98	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.17	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.17
11	4.1	3.9	Bicarbonato	5	30	50	1:30	98	2.5	3.5	3.5	2.0	3.0	3.0	2.92	2.5	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.08
12	4.1	3.9	Sulfato de cobre	5	30	50	1:30	98	3.5	4.0	4.0	3.0	3.0	3.5	3.50	3.5	4.0	4.0	3.0	3.0	3.5	3.50
13	4.2	4.3	Bicarbonato	1	50	50	1:30	98	3.0	4.0	4.0	1.5	3.0	3.0	3.08	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.5	3.25
14	4.1	4.1	Sulfato de cobre	1	50	50	1:30	98	3.5	4.5	4.5	2.5	3.0	4.0	3.67	3.5	4.5	4.5	2.5	3.0	4.0	3.67
15	4.0	4.1	Bicarbonato	5	50	50	1:30	98	3.0	4.5	4.0	2.5	3.5	3.5	3.50	3.0	4.0	4.0	2.5	3.5	3.5	3.42
16	4.2	4.0	Sulfato de cobre	5	50	50	1:30	98	3.5	4.0	4.5	3.0	3.0	4.0	3.67	3.5	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.58
17	4.3	4.0	Bicarbonato	3	40	35	1:30	98	3.5	4.0	4.0	3.0	3.5	4.0	3.67	3.5	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	3.83
18	4.1	3.9	Sulfato de cobre	3	40	35	1:30	98	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5	3.5	3.75	3.5	3.5	4.0	4.0	3.5	4.0	3.83
19	3.9	4.1	Bicarbonato	3	40	35	1:30	98	4.0	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	3.75	3.5	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	3.67
20	3.7	3.8	Sulfato de cobre	3	40	35	1:30	98	4.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	3.92	3.5	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	3.83

Lugar y fecha: Arequipa, Diciembre del 2023




 ING. José Luis Carrasco Bocangel
 Especialista en línea húmeda y teñido
 CITE TEXTIL CAMÉLIDOS AREQUIPA

ANEXO 7: Resultado de las pruebas de solidez de al frote del teñido del hilado de fibra de alpaca con las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

CITEtextil camélidos Arequipa		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA SOLIDEZ DE COLOR AL FROTE							UWU	
LUGAR DE EJECUCION: CITEtextil camélidos- Arequipa										
LABORATORIO: Laboratorio de control de calidad del CITEtextil camélidos- Arequipa										
ENCARGADO DEL LABORATORIO: José Luis Carrasco Bocangel										
Tratamiento	CANTIDAD DE HILADO		PARÁMETROS DE TEÑIDO						Solidez de color al frote	
	REPLICA I	REPLICA II	Tipo de mordiente	Concentración de mordiente (g/l)	Tiempo (min)	Relación de planta/ sustrato (%)	Relación de baño RB: 1:30	Temperatura (°C)	Replica I	Replica II
1	4.0	4.1	Bicarbonato	1	30	20	1:30	98	4.0	3.5
2	3.9	3.9	sulfato de cobre	1	30	20	1:30	98	4.0	4.0
3	4.0	3.9	Bicarbonato	5	30	20	1:30	98	4.0	4.0
4	4.1	3.9	sulfato de cobre	5	30	20	1:30	98	4.5	4.5
5	4.3	4.1	Bicarbonato	1	50	20	1:30	98	4.0	3.5
6	3.9	3.9	sulfato de cobre	1	50	20	1:30	98	4.0	4.0
7	4.1	4.0	Bicarbonato	5	50	20	1:30	98	4.0	4.0
8	4.3	4.0	sulfato de cobre	5	50	20	1:30	98	3.5	3.5
9	4.2	4.1	Bicarbonato	1	30	50	1:30	98	3.5	3.5
10	4.0	4.2	sulfato de cobre	1	30	50	1:30	98	3.5	3.5
11	3.9	4.1	Bicarbonato	5	30	50	1:30	98	3.5	3.0
12	4.0	4.0	sulfato de cobre	5	30	50	1:30	98	3.5	3.5
13	4.2	4.3	Bicarbonato	1	50	50	1:30	98	3.5	3.5
14	4.1	4.1	sulfato de cobre	1	50	50	1:30	98	3.5	3.5
15	4.5	4.5	Bicarbonato	5	50	50	1:30	98	3.5	3.5
16	4.2	4.0	sulfato de cobre	5	50	50	1:30	98	3.0	3.0
17	4.3	4.0	Bicarbonato	3	40	35	1:30	98	3.5	3.5
18	4.1	4.1	sulfato de cobre	3	40	35	1:30	98	3.5	3.5
19	4.1	4.1	Bicarbonato	3	40	35	1:30	98	4.0	3.5
20	4.3	4.2	sulfato de cobre	3	40	35	1:30	98	3.0	3.5

Lugar y fecha: Arequipa, Diciembre del 2023



ING. José Luis Carrasco Bocangel
Especialista en línea húmeda y teñido
CITE TEXTIL CAMÉLIDOS AREQUIPA

ANEXO 8: Constancia taxonómica de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 142-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (rama con frutos) recibida, ha sido estudiada y clasificada como: *Picramnia sellowii* Planch. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Picramniales

FAMILIA : PICRAMNIACEAE

GÉNERO : *Picramnia*

ESPECIE : *Picramnia sellowii* Planch.

Nombre vulgar: “Ayapira”

Procedencia: San Gabán, Carabaya, Puno

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 28 de junio de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ANEXO 9: Secuencia fotográfica de la caracterización fitoquímica.



Recolección y Secado de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch)



Molido de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) y extracción del sustrato.

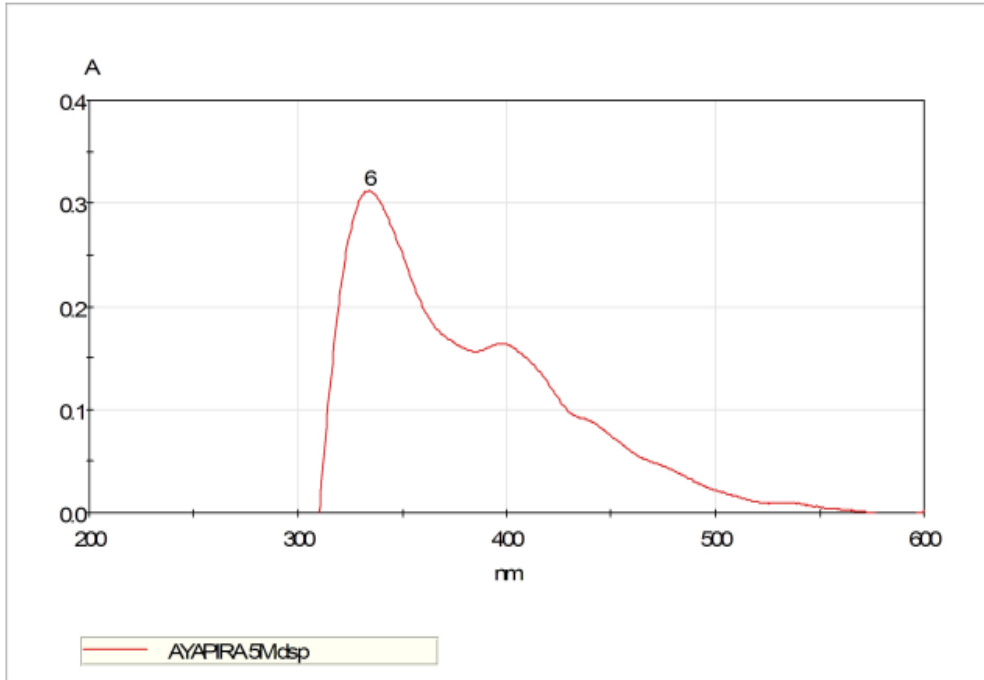


Filtración del sustrato de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) y colocación del reactivo correspondiente para la evaluación del metabolito secundario.



Evaluación del metabolito secundario.

Espectro : AYAPIRA 5M.dsp
Descripción:
Operario: luz
Creado: 01/01/2010 17:08:32
Espectrofotómetro: GENESYS 10S UV-Vis
Número de serie: 2L5U081208
Firmware: 4.006
Lín. Base: 01/01/2010 17:05:22



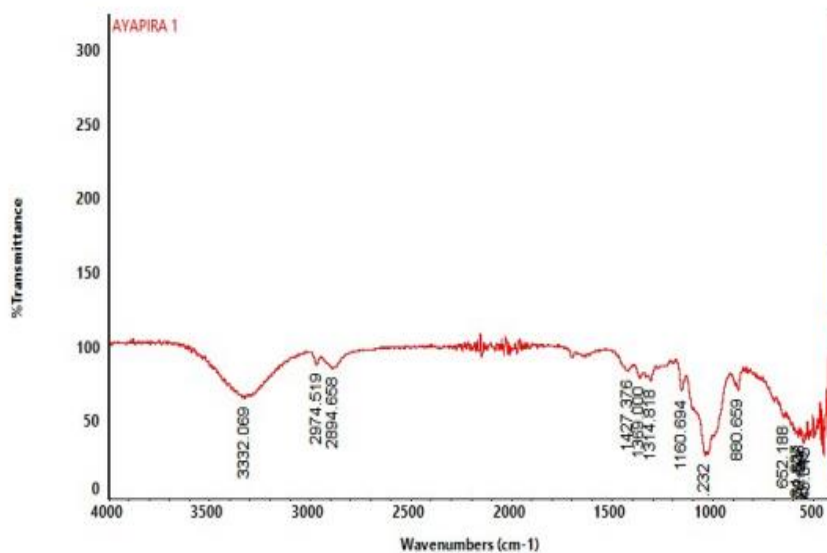
AYAPIRA 5.dsp

Picos Umbral: 0,01 A

1	245,5 nm;	-2,348 A	2	256,0 nm;	-2,207 A	3	265,5 nm;	-2,110 A
4	269,5 nm;	-2,099 A	5	275,0 nm;	-2,090 A	6	334,0 nm;	0,312 A

Espectros UV-Vis de las antocianinas en extracto de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).

AYAPIRA 1



Title: AYAPIRA 1

Number of sample scans: 16

Number of background scans: 16

Instrument Serial: BDM2210037

Smart Accy: X85422

Model: Nicolet Summit

Source: IR

Detector: DTGS KBr

Smart Accessory Title: Everest ATR

Smart Accessory ID: X85422

Crystal type: : Diamond

Beamsplitter: KBr

Sample spacing: 1.0

Digitizer bits: 24

Optical velocity: 0.4747

Aperture: 100.0

Sample gain: 1.0

High pass filter: 1.0

Low pass filter: 11000.0

Comments: None

Regions:

Region 1: 3952.75-539.89

Threshold: 89.703

Sensitivity: 50.000

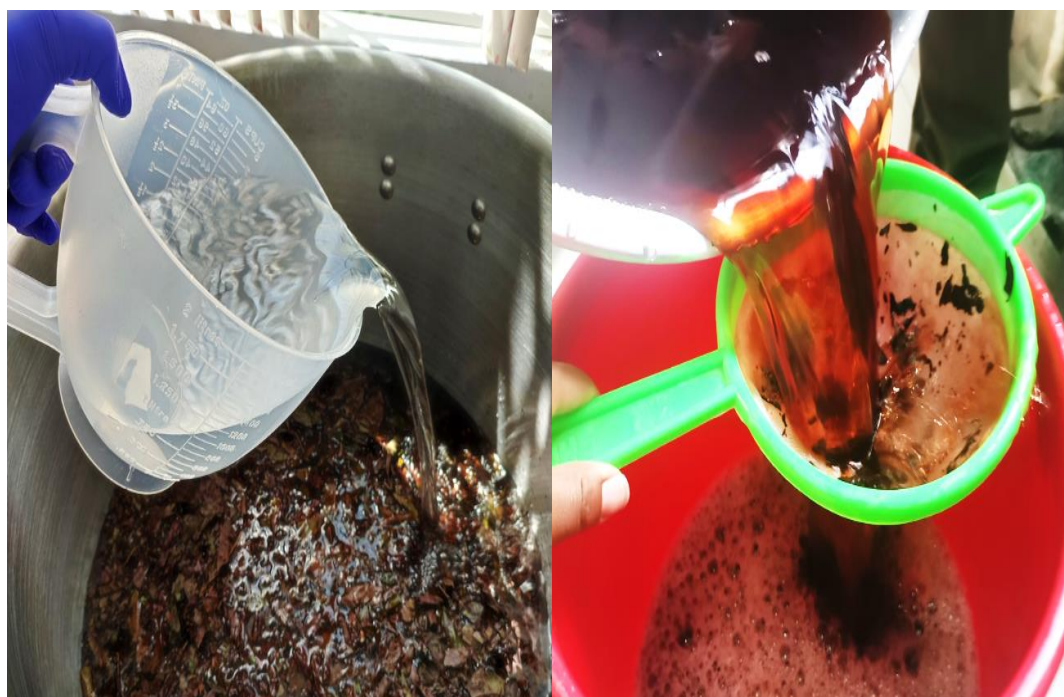
Position	Intensity
545.315	36.245
556.145	33.497
572.508	38.196
584.827	38.603
652.188	50.939
880.659	69.052
1044.232	25.829
1160.694	69.704
1314.818	76.202
1369.000	77.578
1427.376	82.394
2894.658	83.903
2974.519	86.367
3332.069	64.111

Espectros FTIR - ATR de antocianinas en extractos semisólidos de las hojas de ayapira
(*Picramnia sellowii* Planch).

ANEXO 10: Secuencia fotográfica de la extracción del colorante de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch).



Clasificación y pesado de las hojas de ayapira (*Picramnia sellowii* Planch) para la extracción del tinte



Extracción del colorante por ebullición y su filtración.

ANEXO 11: Secuencia del teñido del hilado de fibra de alpaca para la evaluación de la solidez de color.



Realización de las muestras de madejas en el equipo (14 vueltas) y el pesado de cada muestra.



Lavado de las muestras de hilado de fibra de alpaca.



Colocación de colorante al recipiente para el teñido.



Colocación de más muestras de madeja del hilado y tapado de los recipientes.



Distribución de los envases para el teñido en el equipo datacolor y la programación los parámetros del tiempo y temperatura.



Lavado y secado de las muestras teñidas del hilado de alpaca.

ANEXO 12: Secuencia fotográfica de la solidez de color a la luz y su evaluación.



Preparación de las muestras y realización de la prueba de solidez de color a la luz.

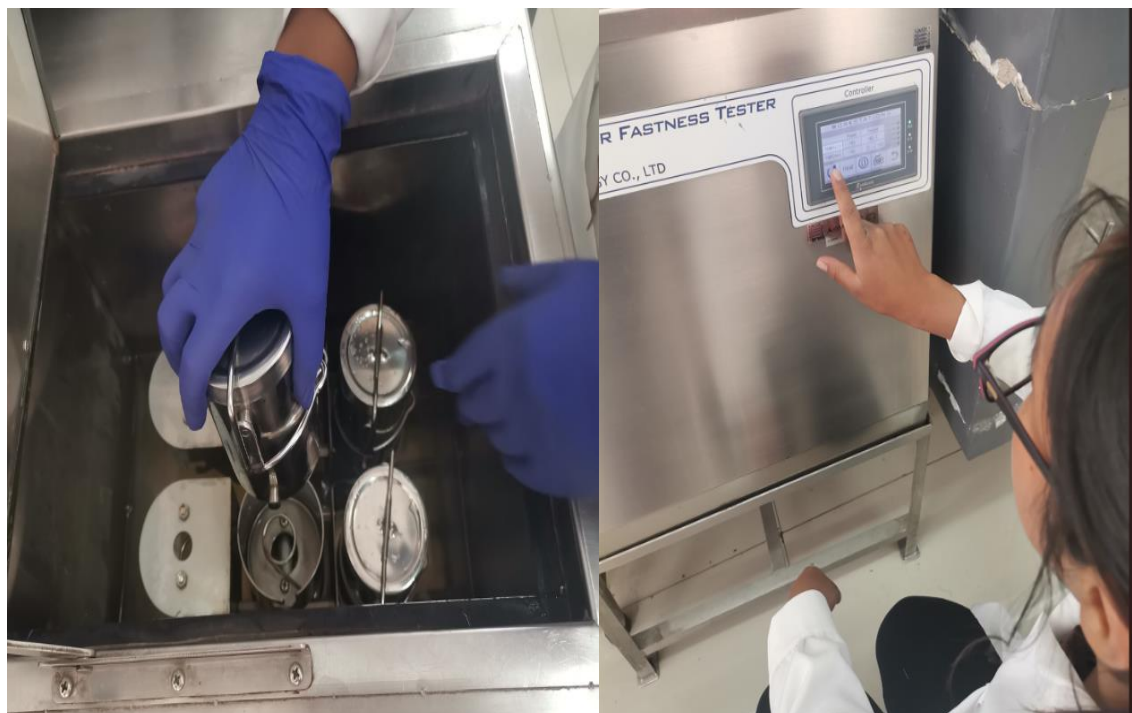


Evaluación de las muestras de la solidez de color a la luz.

ANEXO 13: Secuencia fotográfica de la solidez de color al lavado.



Preparación de muestras, colocación en los recipientes para realizar la solidez de color al lavado.



Colocación de los recipientes en el equipo y la programación (temperatura y tiempo).

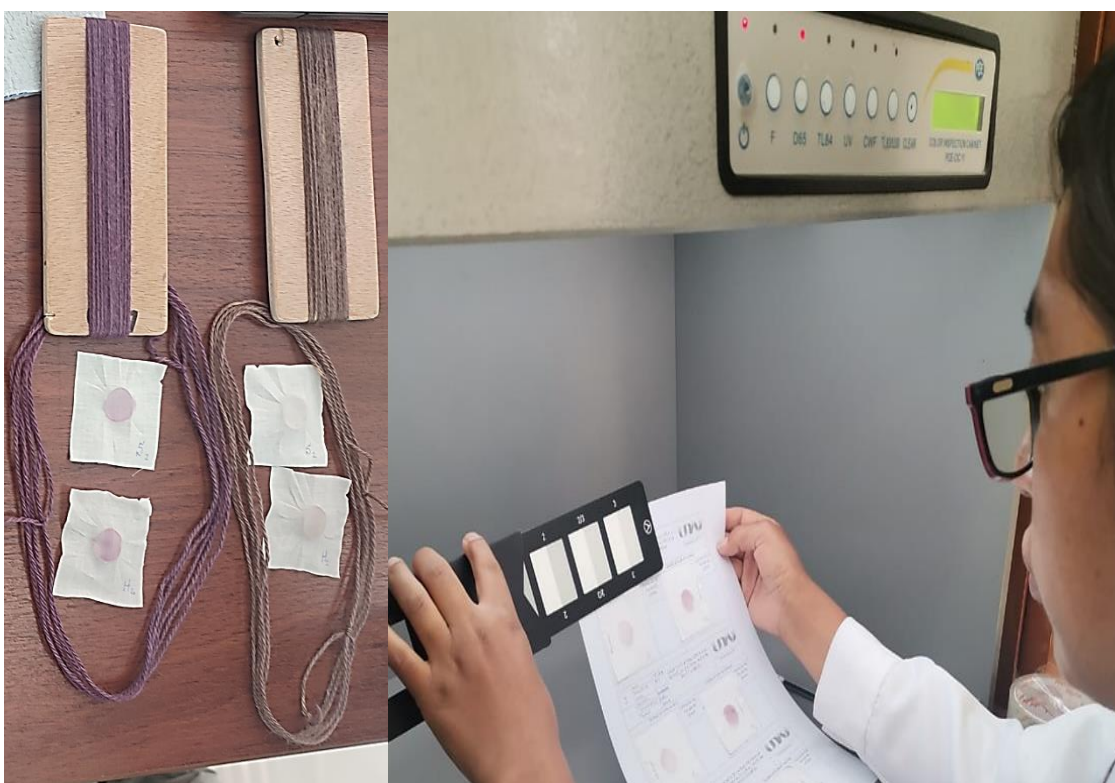


Evaluación de la solidez de color al lavado.

ANEXO 14: Secuencia de fotos de la solidez de color al frote.



Preparación de muestras y realización de la solidez de color al frote en el equipo.



Testigos de tela de la prueba de solidez de color al frote y la evaluación.

ANEXO 15: Materiales utilizados para evaluar la solidez al lavado y frote en seco.



MULTIFIBRA Nº 42



Descripción:

Multifibra Nº 42 para pruebas de solidez al lavado
Con normas ISO y AATCC.
Se usa también en las normas: AATCC 15,61 y 101

Características:

- 6 bandas de 1,5 cm cada una
- Ancho de la multifibra 10 cm
- Estructura de filamentos de poliéster.

Presentación:

Rollos de 10 metros.



CROCK 2-CROCK SQUARES (2"X2")



Descripción:

Tela precortada 100% CO de 2" x 2" en paquetes de 500 unidades.

ANEXO 16: Validación por juicio de expertos del Instrumento de recolección de datos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: Carrasco Bocanqel Josa Luis
- 1.2. Grado y/o título profesional: Ingeniero Industrial
- 1.3. Institución que labora: Instituto Tecnológico de la Producción (CITE Arequipa)
- 1.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
- 1.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
- 1.6. Mención: ficha de registro
- 1.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color a la luz.

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR A LA LUZ	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible					X
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.005 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales				X	
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados				X	
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.					X
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes				X	
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.				X	
Subtotal					16	30
Total						46

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 18.4

Valoración cualitativa: Excelente

Opinión de la aplicabilidad: Aplicable

Lugar y fecha: 10 de Marzo 2024

Nota:

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



Jose Carrasco B.

Firma y pos firma del experto
DNI: 4.001.0725



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

III. DATOS GENERALES:

- 3.1. Apellidos y Nombres: Carrasco Bocangel Jose Luis
 3.2. Grado y/o título profesional: Ingéniero Industrial
 3.3. Institución que labora: Instituto Tecnológico de la Producción (CITE Arequipa)
 3.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
 3.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
 3.6. Mención: ficha de registro
 3.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color al lavado.

IV. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR AL LAVADO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible				X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.004 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales					X
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados				X	
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.				X	
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes					X
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.				X	
Subtotal					16	30
Total						46

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 18.4
 Valoración cualitativa: Excelente
 Opinión de la aplicabilidad: Aplicable

Lugar y fecha: 10 de Marzo 2024

Nota:

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



Jose Carrasco B.
 Jose Carrasco B.

Firma y pos firma del experto
 DNI: 40010725



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

V. DATOS GENERALES:

- 5.1. Apellidos y Nombres: Carrasco Bocangel Jose Luis
 5.2. Grado y/o título profesional: Ingeniero Industrial
 5.3. Institución que labora: Instituto Tecnológico de la Producción (CITE Arequipa)
 5.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
 5.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
 5.6. Mención: ficha de registro
 5.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color al frote.

VI. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR AL FROTE	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible				X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.004 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales					X
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados				X	
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.				X	
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes					X
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.				X	
Subtotal					16	30
Total						46

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 18.4
 Valoración cualitativa: Excelente
 Opinión de la aplicabilidad: Aplicable

Lugar y fecha: 10 de Marzo 2024

Nota:

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



Jose Carrasco B

Firma y pos firma del experto
 DNI: 40010725



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: JOAN AMERICO FARFAN FLORES
1.2. Grado y/o título profesional: INGENIERO QUIMICO
1.3. Institución que labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
1.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
1.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
1.6. Mención: ficha de registro
1.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color a la luz.

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR A LA LUZ	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible					X
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.005 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales					X
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados					X
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.				X	
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes					X
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.				X	
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.					X
Subtotal					8	40
Total						

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 19.2
Valoración cualitativa: EXCELENTE
Opinión de la aplicabilidad: APLICABLE

Lugar y fecha: 11 de MARZO 2024

Nota:

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


Juan América Farfán Flores
INGENIERO QUIMICO
CIP 35218
Firma y pos firma del experto
DNI: 23.711.347



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

III. DATOS GENERALES:

- 3.1. Apellidos y Nombres: JUAN AMERICO FARFAN FLORES
- 3.2. Grado y/o título profesional: INGENIERO QUIMICO
- 3.3. Institución que labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
- 3.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
- 3.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
- 3.6. Mención: ficha de registro
- 3.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color al lavado.

IV. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR AL LAVADO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible				X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.004 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales					X
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados				X	
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.					X
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes				X	
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.					X
Subtotal					12	35
Total					47	

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 18.8

Valoración cualitativa: EXCELENTE

Opinión de la aplicabilidad: APLICABLE

Lugar y fecha: 11 de MARZO 2024

Nota:

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


 Juan Américo Farfán Flores
 INGENIERO QUIMICO
 CIP 35219
 Firma y pos firma del experto
 DNI: 23911332



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

V. DATOS GENERALES:

- 5.1. Apellidos y Nombres: JUAN AMÉRICO FARFÁN FLORES
 5.2. Grado y/o título profesional: INGENIERO QUÍMICO
 5.3. Institución que labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
 5.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
 5.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
 5.6. Mención: ficha de registro
 5.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color al frote.

VI. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR AL FROTE	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible					X
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.004 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales					X
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados					X
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.				X	
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes				X	
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.					X
Subtotal					8	40
Total						

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 19.2
 Valoración cualitativa: EXCELENTE
 Opinión de la aplicabilidad: APLICABLE

Lugar y fecha: 11 de MARZO 2024

Nota:

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


Juan Américo Farfán Flores
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP. 36248
 Firma y pos firma del experto
 DNI: 2.391.13.473



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres: CUTIMBO QUISPE MARIO JOSEF
- 1.2. Grado y/o título profesional: Mg. EN INGENIERIA QUIMICA
- 1.3. Institución que labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
- 1.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
- 1.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
- 1.6. Mención: ficha de registro
- 1.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color a la luz.

II. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR A LA LUZ	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con leguaje comprensible				X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.005 2014 TEXTILES.				X	
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales				X	
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados					X
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.				X	
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes					X
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.				X	
Subtotal					20	25
Total						45

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 18

Valoración cualitativa: EXCELENTE

Opinión de la aplicabilidad: APLICABLE

Lugar y fecha: 11 DE MARZO 2024

Nota:

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

Firma y pos firma del experto
DNI: 41.942.754...
41 94 2754



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

III. DATOS GENERALES:

- 3.1. Apellidos y Nombres: CUTIMBO QUISPE MARIO JOSEF
- 3.2. Grado y/o título profesional: Mg. EN INGENIERIA QUIMICA
- 3.3. Institución que labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
- 3.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
- 3.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
- 3.6. Mención: ficha de registro
- 3.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color al lavado.

IV. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR AL LAVADO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible				X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.004 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales				X	
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados				X	
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.					X
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes					X
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.				X	
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.				X	
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.				X	
Subtotal					24	20
Total						44

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 17.6

Valoración cualitativa: MUY BUENO

Opinión de la aplicabilidad: APLICABLE

Lugar y fecha: 11 DE MARZO 2024

Nota:

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

Firma y pos firma del experto
DNI: 41.942.754

41 94 2754



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TEXTIL Y DE CONFECCIONES

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR JUICIO DE EXPERTOS

V. DATOS GENERALES:

- 5.1. Apellidos y Nombres: CUTIMBO QUISPE, MARIO JOZEF
- 5.2. Grado y/o título profesional: MG. EN INGENIERIA QUIMICA
- 5.3. Institución que labora: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
- 5.4. Título de la investigación: Caracterización fitoquímica del extracto de la ayapira (*Picramnia sellowii* Planch), como colorante natural para la evaluación de la prueba de solidez de color en el hilado de fibra de alpaca, Puno-2023
- 5.5. Autor (a) del instrumento: Mariliza Luque Huaman
- 5.6. Mención: ficha de registro
- 5.7. Nombres del instrumento: ficha para registro de datos de la solidez de color al frote.

VI. ASPECTOS A EVALUAR:

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PRUEBA DE SOLIDEZ DE COLOR AL FROTE	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Está redactada con lenguaje comprensible				X	
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a la NTP 231.004 2014 TEXTILES.					X
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos de la investigación y a las necesidades reales				X	
ORGANIZACIÓN	Se orienta a los resultados observados					X
SUFICIENCIA	Se ha Considerado los principales aspectos metodológicos.					X
INTENCIONALIDAD	Es apropiado para evaluar las variables independientes y dependientes					X
CONSISTENCIA	Está respaldado por evidencia técnica y/o científica.					X
COHERENCIA	Existe coherencia entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, las variables, dimensiones, resultados y conclusiones.					X
METODOLOGÍA	Esta estrategia responde al método utilizado para contrastar la hipótesis.					X
CONVENIENCIA	El diseño demuestra la relación entre los componentes de la investigación y su aplicación según la normativa textil.				X	
Subtotal					12	35
Total						

Valoración cuantitativa: (total x 0.4) 18.8

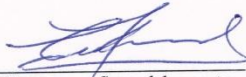
Valoración cualitativa: EXCELENTE

Opinión de la aplicabilidad: APLICABLE

Lugar y fecha: 14 DE MARZO 2024

Nota:

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


 Firma y pos firma del experto
 DNI: 41.94.2.7.5.4
 MARIO J. CUTIMBO QUISPE