



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
TEXTIL

TEMA:

“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”

AUTOR: RODRIGO SAMUEL CASTILLO BOLAÑOS

DIRECTOR: MSc. DARWIN JOSÉ ESPARZA ENCALADA

IBARRA-ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100385684-4		
APELLIDOS Y NOMBRES:	CASTILLO BOLAÑOS RODRIGO SAMUEL		
DIRECCIÓN:	Imbabura – Ibarra		
EMAIL:	rscastillob@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2-933-238	TELÉFONO MÓVIL:	0961081369
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“Análisis a escala de laboratorio de la influencia de los mordientes naturales en la tintura con el extracto de lengua de vaca (<i>Rumex Crispis</i>) en tejido jersey simple algodón 100 % mediante el proceso de agotamiento”		
AUTOR (ES):	RODRIGO SAMUEL CASTILLO BOLAÑOS		
FECHA:	27/04/2022		
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil		
TUTOR / DIRECTOR:	MSc. Darwin José Esparza Encalada		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los veintisiete días del mes de abril de 2022

AUTOR



Castillo Bolaños Rodrigo Samuel

C.C: 100385684-4



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

MSc. Darwin José Esparza Encalada director del Trabajo de Grado desarrollado por el señor estudiante **RODRIGO SAMUEL CASTILLO BOLAÑOS**

CERTIFICA

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado “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” Ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante **Rodrigo Samuel Castillo Bolaños** bajo mi dirección, para la obtención del título de **Ingeniero Textil**. Luego de ser revisada, considero que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, abril de 2022



MSc. DARWIN JOSÉ ESPARZA ENCALADA
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por darme la fe, salud y fortaleza para cumplir una de mis metas.

A mi padre, hermanos y demás familiares por brindarme su apoyo incondicional y motivarme a seguir adelante con mis estudios.

A mi amada esposa por ser el pilar fundamental de mi vida y apoyarme en los buenos y malos momentos.

A la Universidad Técnica del Norte por abrirme sus puertas para formarme humana y académicamente.

A mi querida Carrera de Textiles por permitirme ser parte de ella, quien con su excelente personal docente me enseñaron y compartieron con experiencia sus conocimientos a lo largo de la carrera universitaria.

A mi director de tesis, MSc. Darwin Esparza quien con su amplio conocimiento, capacidad y experiencia supo guiarme con su tutoría de forma correcta en la realización de este trabajo de investigación.

Rodrigo Castillo

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico con mucho cariño y respeto a mi familia, en especial a mi padre quien con su rectitud, paciencia y apoyo incondicional me enseñó que, con humildad, trabajo duro y mucho esfuerzo se logran cumplir los objetivos de vida; siempre me incentivó a ser perseverante y luchar para cumplir mis sueños.

A mi amada esposa quien siempre está a mi lado motivándome a ser cada día mejor y esforzarme para conseguir mis metas.

Con la bendición de Dios a todos ellos, muchas gracias

Rodrigo Castillo

RESUMEN

En este trabajo de investigación, referente al proceso de tintura con el colorante natural obtenido del extracto de lengua de vaca (*Rumex Crispis*) en tejido jersey simple algodón 100 %, mediante el proceso de agotamiento, se hace un estudio a escala de laboratorio sobre la influencia que tienen los mordientes naturales, vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro con respecto a la intensidad del color, solidez al frote, solidez al lavado y solidez a la luz.

Este trabajo se inició a partir de 27 muestras, cada una con un peso de 5g. A las muestras se les aplicó un proceso de mordentado previo con vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro; estos mordientes se aplicaron a concentraciones de 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% y 35% spf para luego someter al proceso de tintura con el colorante natural procedente de la planta *Rumex Crispis*, con las mismas concentraciones utilizadas en el proceso de mordentado.

El proceso de tintura de las 27 muestras de tela se realizó en el equipo de tintura textil Autoclave, luego de dejar secar las muestras se procedió a medir la intensidad del color en el equipo espectrofotómetro. Las muestras fueron sometidas a tres pruebas de calidad: pruebas de solidez de color al frote según la norma AATCC METODO 8 -2013; pruebas de solidez del color al lavado en el equipo Autoclave, con los parámetros de la norma AATCC 61-201 y por último, se realizó las pruebas de solidez del color a la luz con el Método de Arco de Xenón, según la Norma ISO 105 B02. A continuación, las muestras se analizaron en el equipo espectrofotómetro, en el cual se midió la transferencia y degradación del color. Los resultados obtenidos en el análisis fueron sometidos al test de normalidad para verificar la confiabilidad de los datos, logrando sobrepasar el valor mínimo de confiabilidad de 0,05 p (normal), con una confiabilidad de un 95% y así proceder a un estudio y evaluación estadística de los mismos.

Los resultados obtenidos fueron evaluados comparativamente entre la intensidad y solidez del color al frote, lavado y luz. Mediante los valores medios de las diferentes concentraciones de los mordientes utilizados en el proceso de mordentado y las concentraciones del colorante utilizado; determinando que las concentraciones no influyen en mayor grado en la intensidad y solidez del color; si no que, la intensidad del color fue influenciada en mayor grado por el tipo de mordiente utilizado. También, mediante los valores ponderados de las medias de la intensidad y solidez del color, se logró determinar que el mordiente óptimo utilizado en la tintura de la tela jersey de algodón 100% con el colorante Rumex Crispis, es el crémor tártaro.



ABSTRACT

A laboratory-scale study is conducted on the influence of natural additives, vinegar, citric acid, and cream of tartar on the color intensity, rubbing fastness, washing fastness, and lightfastness of simple 100 % cotton jersey fabric dyed with a natural dye obtained from the extract of Lengua de vaca (*Rumex Crispis*) through the exhaustion process in simple 100 % cotton jersey fabric. This work was started with 27 samples, each weighing 5g. The samples underwent a mordanting process with vinegar, citric acid, and cream of tartar; these mordants were applied at concentrations of 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, and 35% spf and then subjected to the dyeing process with the natural dye from the *Rumex Crispis* plant, with the same concentrations used in the mordanting process. The dyeing process of the 27 fabric samples was carried out in the Autoclave textile dyeing equipment, and after allowing the samples to dry, the color intensity was measured in the spectrophotometer equipment. The samples were subjected to three quality tests: tests of colorfastness to rubbing according to the AATCC METHOD 8 -2013 standard; tests of colorfastness to washing in the Autoclave equipment, with the parameters of the AATCC 61-201 standard and finally, tests of colorfastness to light were carried out with the Xenon-Arc Method, according to the ISO 105 B02 Standard. The samples were then analyzed in the spectrophotometer equipment, in which color transfer and degradation were measured. The results obtained in the analysis were subjected to the normality test to verify the reliability of the data, exceeding the minimum reliability value of 0.05 p (normal), with a reliability of 95% and thus proceeding to a study and statistical evaluation of the same. The results obtained were evaluated comparatively between the intensity and colorfastness of rubbing, washing, and light. Using the mean values of the

different concentrations of the mordants used in the etching process and the concentrations of the dye used; determining that the concentrations do not influence a greater degree in the intensity and solidities of the color; but rather, the intensity of the color was influenced in a greater degree by the type of mordant used. Also, through the weighted values of the means of color intensity and fastness, it was determined that the optimum mordant used in the dyeing of 100% cotton jersey fabric with the Rumex Crispis dye is the cream of tartar.



Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	i
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	i
2. CONSTANCIAS	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1 Introducción	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Alcance.....	3

1.4	Justificación.....	3
CAPÍTULO II		5
2	Estado del Arte.....	5
2.1	Estudios Previos	5
2.1.1	Colorante Rumex Crispis	6
2.1.2	Mordientes.....	8
2.1.3	Vinagre	9
2.1.4	Ácido cítrico.....	10
2.1.5	Crémor tártaro	12
2.1.6	Influencia de los mordientes en las tinturas con colorantes naturales.....	13
2.1.7	Procesos de tintura con mordiente Rumex Crispis.....	14
2.2	Marco conceptual	15
2.2.1	Colorante	16
2.2.2	Colorante natural	16
2.2.3	Mordientes.....	17
2.2.4	Macerado.....	17
2.2.5	Procesos de tintura de algodón con colorantes naturales	17
2.2.6	Parámetros de tintura.....	18
2.2.7	Intensidad del color	19
2.2.8	Solideces.....	20

2.2.9 Equipos de laboratorio	24
CAPÍTULO III.....	28
3 Metodología	28
3.1 Métodos Utilizados	28
3.2 Selección y Obtención del Colorante	31
3.3 Mordentado	36
3.4 Pruebas de Tintura.....	39
3.5 Análisis de Muestras en el Laboratorio.....	47
3.6 Evaluación de Resultados.....	48
CAPÍTULO IV	51
4 Resultados y evaluación de resultados	51
4.1 Resultados	51
4.1.1 Colorante Obtenido	51
4.1.2 Mordentado	53
4.1.3 Procesos de Tintura	54
4.1.4 Intensidad del Color	58
4.1.5 Solidez.....	63
4.2 Evaluación de Resultados.....	72
4.2.1 Normalidad de los Datos	73
4.2.2 Análisis de Resultados	76

4.2.3	Análisis Comparativo de Intensidades de Color	92
4.2.4	Análisis Comparativo de Solideces.....	94
4.2.5	Análisis Comparativo: Concentración de Mordiente y Concentración de Colorante en la Intensidad de Color y Solideces.	98
4.2.6	Mordiente Óptimo.....	128
CAPÍTULO V.....		130
5	Conclusiones y Recomendaciones.....	130
5.1	Conclusiones	130
5.2	Recomendaciones.....	132
6	Referencias Bibliográficas.....	133
7	Anexos	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Materiales y Auxiliares Utilizados en la Prueba.....	21
Tabla 2	Materiales y Auxiliares para realizar la prueba de solidez al lavado.....	23
Tabla 3	Receta de Mordentado Previo.....	38
Tabla 4	Receta de tintura	41
Tabla 5	Receta de Tintura	43
Tabla 6	Receta de Tintura	45
Tabla 7	Colorante Obtenido.....	52
Tabla 8	pH de los Baños de Tintura.....	53
Tabla 9	Tintura con Vinagre	55
Tabla 10	Tintura con Ácido Cítrico	56
Tabla 11	Tintura con Crémor Tártaro	57
Tabla 12	Resultados de Intensidad de Color Para Obtener la Muestra Estándar.....	59
Tabla 13	Resultados de Intensidad de Color.....	61
Tabla 14	Resultados de Intensidad de Color.....	62
Tabla 15	Resultados de Intensidad de Color.....	63
Tabla 16	Resultados de la Transferencia de Color	64
Tabla 17	Resultados de la Transferencia de Color	65
Tabla 18	Resultados de la Transferencia de Color	66
Tabla 19	Resultados de la Pérdida de Color	67
Tabla 20	Resultados de la Pérdida de Color	68
Tabla 21	Resultados de la Pérdida de Color	69
Tabla 22	Resultados de la Degradación de Color	70

Tabla 23 Resultados de la Degradación de Color	71
Tabla 24 Resultados de la Degradación de Color	72
Tabla 25 Test de Normalidad Datos obtenidos de la prueba de Intensidad de Color	73
Tabla 26 Test de Normalidad Datos de las pruebas de solidez del Color al Frote	74
Tabla 27 Test de Normalidad Datos de la prueba de Solidez del Color al Lavado	75
Tabla 28 Test de Normalidad Datos de la prueba de Solidez del Color a la Luz	75
Tabla 29 Intensidad de Color con Relación a la Concentración de Mordiente.....	77
Tabla 30 Intensidad de Color en Base a la Concentración de Colorante.....	79
Tabla 31 Solidez del Color al Frote en Base a la Concentración de Mordiente	81
Tabla 32 Solidez del Color al Frote en Base a la Concentración de Colorante	83
Tabla 33 Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Mordiente.....	85
Tabla 34 Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Colorante.....	87
Tabla 35 Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Mordiente.....	89
Tabla 36 Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Colorante.....	91
Tabla 37 Media de Intensidad de Color	93
Tabla 38 Media de Grado de Transferencia de Color	94
Tabla 39 Media de Grado de Pérdida de Color.....	96
Tabla 40 Media de Grado de Degradación de Color	97
Tabla 41 Influencia de la Concentración del Mordiente en la Intensidad de Color.....	99
Tabla 42 CV de la Concentración del Mordiente en la Intensidad del Color	101
Tabla 43 Influencia de la Concentración del Colorante en la Intensidad de Color	103
Tabla 44 CV de la Intensidad del Color en Función a la Concentración del Colorante	105
Tabla 45 Intensidad de Color Variando Concentración de Mordiente y Colorante.....	107

Tabla 46	Intensidad de Color Variando la Concentración de Mordiente y Colorante...	109
Tabla 47	Intensidad de Color en Relación al Tipo de Mordiente y Colorante	111
Tabla 48	Influencia Concentración del Mordiente en las Solidez del Color al Frote	114
Tabla 49	CV de la Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Frote	116
Tabla 50	Influencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Lavado..	118
Tabla 51	CV Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Lavado.....	120
Tabla 52	Influencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color a la Luz.....	122
Tabla 53	CV Concentración del Mordiente en la Solidez del Color a la Luz.....	124
Tabla 54	Ponderación de Datos Para la Obtención del Mordiente Óptimo	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Lengua de Vaca (Rumex Crispis)	7
Figura 2 Vinagre	9
Figura 3 Ácido cítrico	11
Figura 4 Crémor Tártaro	12
Figura 5 Tabla de condiciones	23
Figura 6 Flujograma del procedimiento de la metodología	30
Figura 7 Procedimiento de la Obtención del Colorante.....	31
Figura 8 Recolección de las hojas.....	32
Figura 9 Clasificación de las hojas	33
Figura 10 Secado de las Hojas	33
Figura 11 Molido de las hojas.....	34
Figura 12 Maceración de las hojas	35
Figura 13 Filtrado del Colorante.....	36
Figura 14 Mordentado Previo de las Muestras	37
Figura 15 Curva del mordentado	39
Figura 16 Tintura utilizando el mordiente Vinagre, prueba 1-9	40
Figura 17 Tintura utilizando el mordiente Ácido Cítrico, prueba 10-18.....	42
Figura 18 Tintura utilizando el mordiente Crémor Tártaro, prueba 19-27.....	44
Figura 19 Curva de Tintura por Agotamiento	46
Figura 20 Curva de Enjuague en Caliente	46
Figura 21 Proceso de Análisis de las Muestras Tinturadas	47
Figura 22 Evaluación Comparativa de la Intensidad de Color	48

Figura 23 Evaluación Comparativa del Análisis de Solideces	49
Figura 24 Evaluación Comparativa de las 27 Muestras	50
Figura 25 Colorante Filtrado.....	52
Figura 26 Mordentado Previo de las Muestras de Algodón.	54
Figura 27 Muestras Tinturadas	58
Figura 28 Intensidad del Color en Base a la Concentración de Mordiente	78
Figura 29 Intensidad del Color en Base a la Concentración del Colorante	80
Figura 30 Solidez al Frote en Base a la Concentración del Mordiente.....	82
Figura 31 Solidez al Frote en Base a la Concentración de Colorante.....	84
Figura 32 Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Mordiente	86
Figura 33 Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Colorante	88
Figura 34 Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Mordiente	90
Figura 35 Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Colorante	92
Figura 36 Tendencia de la Media de Intensidad de Color	93
Figura 37 Tendencia de la Media de Transferencia de Color.....	95
Figura 38 Tendencia de la Media de Pérdida de Color.....	96
Figura 39 Tendencia de la Media de Degradación de Color	98
Figura 40 Tendencia de la Concentración del Mordiente en la Intensidad del Color. ..	100
Figura 41 Coeficiente de Variación de la Intensidad del Color.....	102
Figura 42 Promedios de la Intensidad del Color.....	102
Figura 43 Tendencia Concentración del Colorante en la Intensidad del Color.	104
Figura 44 Coeficiente de Variación de la Intensidad del Color.....	106
Figura 45 Promedios de la Intensidad del Color.....	106

Figura 46	Intensidad de Color Variando Concentración de Mordiente y Colorante.	108
Figura 47	CV Intensidad Variando la Concentración de Mordiente y Colorante	110
Figura 48	Promedios de la Intensidad del Color.....	110
Figura 49	Concentración del Mordiente y Colorante en la Intensidad del Color.	112
Figura 50	Medias Intensidad del Color en Función del Mordiente y Colorante	113
Figura 51	Tendencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Frote ...	115
Figura 52	Coefficiente de Variación de la Solidez del Color al Frote	117
Figura 53	Promedios de la Solidez del Color al Frote	117
Figura 54	Influencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Lavado.	119
Figura 55	Coefficiente de Variación de la Solidez del Color al Lavado	121
Figura 56	Promedios de la Solidez del Color al Lavado	121
Figura 57	Tendencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color a la Luz..	123
Figura 58	Coefficiente de Variación de la Solidez del Color a la Luz	125
Figura 59	Promedios de la Solidez del Color a la Luz	125
Figura 60	Influencia Concentración del Mordiente en las Solideces del Color.	126
Figura 61	Medias Concentración Del Mordiente en las Solideces.....	127
Figura 62	Determinación del Mordiente Óptimo	129
Figura 63	Sumas Totales Para la Determinación del Mordiente Óptimo	129

CAPÍTULO I

1 Introducción

1.1 Problema

Hoy en día a nivel mundial, la industria textil es uno de los principales contaminantes, en especial el área de tintorería y acabados, pues dentro de los procesos de tintura se utilizan una alta cantidad de colorantes y fijadores químicos que luego de su aplicación generan residuos que contaminan el ambiente.

En un principio se utilizaban tintes naturales para dar color a hilos y tejidos, pero el descubrimiento de los colorantes derivados del alquitrán de hulla en el siglo XIX y de las fibras sintéticas en el XX estimuló el continuo perfeccionamiento de la tintorería. (Warshaw, s.f.)

Ante esto, en su afán de mitigar la contaminación ambiental, la industria textil trabaja en implementar nuevas técnicas de procesos que sean más amigables con el ambiente, por ello Portillo (2013) menciona lo siguiente:

La utilización de colorantes y mordientes naturales en la actualidad es una alternativa que ayuda a reducir la Contaminación Ambiental ya que al ser naturales pueden degradarse con facilidad al momento de realizar el desagüe de los baños utilizados en la tintura. (p. 20)

El tinte natural extraído de la lengua de vaca ha sido utilizado para tinturar fibras naturales y sintéticas de forma artesanal anteriormente, sin embargo, no hay investigaciones relevantes de procesos de tintura con este colorante.

Además, no se ha utilizado el colorante antes mencionado para hacer la tintura en algodón usando mordientes naturales como el vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro; y mucho menos hay análisis de la influencia que estos tienen en la fijación del colorante a la tela.

Así como también, no se conoce, los parámetros de concentración, pH, temperatura, entre otros, para dar una fijación óptima del colorante natural a la tela, lo cual es un problema importante dentro de la tintura debido a que no se ha realizado procesos de tintura en estas condiciones con tela 100% algodón, problema al cual se pretende dar una solución mediante esta investigación.

Por lo cual es importante realizar estudios para desarrollar procesos que permitan determinar mediante el análisis de laboratorio, que mordiente natural es mejor para fijar el colorante natural al sustrato textil.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Analizar a escala de laboratorio la influencia de los mordientes naturales vinagre ácido cítrico y crémor tártaro en la tintura con el extracto de lengua de vaca en tejido jersey simple algodón 100 % mediante el proceso de agotamiento.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar la fundamentación teórica acerca de la tintura de algodón con colorante y mordientes naturales mediante la revisión bibliográfica.
- Obtener el extracto de colorante de lengua de vaca, mediante el método artesanal.
- Establecer parámetros de aplicación de los mordientes naturales en la tintura del tejido de algodón 100% con el extracto de la lengua de vaca mediante ensayos de laboratorio.
- Evaluar los resultados obtenidos de la influencia de los mordientes naturales, sometiendo las muestras a análisis estandarizados mediante las pruebas de Solidez al lavado, Solidez del color al frote y Solidez del color a la luz artificial utilizando las normas AATCC 61-2013, AATCC 08-2013 y Método de arco de xenón ISO 105 B02 respectivamente.

1.3 Alcance

En el presente proyecto se realizó un análisis a escala de laboratorio usando colorante obtenido de la lengua de vaca y mordientes naturales como: vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro, en el proceso de tintura por agotamiento en una tela jersey 100% algodón.

Para ello se realizó la extracción del colorante mediante el método artesanal, luego se procedió a hacer la tintura y se estableció parámetros del proceso. A continuación, se hizo el análisis respectivo con las pruebas de solidez al lavado, solidez del color al frote y solidez del color a la luz artificial, de la tela tinturada con el uso de las normas AATCC, y por último se hizo las respectivas pruebas donde se determinó la dosificación ideal de mordiente para que los resultados de fijación del color en la tela sea el ideal. Esto se realizó con la finalidad de establecer los parámetros necesarios para la correcta realización del proceso de tintura a escala de laboratorio, y que sirvan de guía para en un futuro realizar el proceso a gran escala, además de impulsar el uso de productos naturales.

1.4 Justificación

Desde hace mucho tiempo atrás, las personas han usado colorantes y fijadores naturales para dar una tonalidad característica a las prendas, pero con el paso de los años y los avances tecnológicos estos productos naturales fueron reemplazados de a poco por los colorantes y fijadores artificiales, dejando de lado las técnicas de teñido con materiales naturales. Sin embargo, desde hace algunos años y debido a la grave contaminación que generan estos productos, se ha retomado nuevamente el uso de productos naturales, convirtiéndose en tendencia mundial por la necesidad de cuidar al ambiente.

En la actualidad algunas de las empresas textiles trabajan con productos naturales dentro de sus procesos de tintura, sin embargo, no son muy utilizados porque no se obtiene la tonalidad

del color deseado ya que no existen parámetros y estándares de fijación de los colorantes naturales a la tela. Por esta razón, se estableció a escala de laboratorio los parámetros y estándares necesarios que garanticen la eficiencia del proceso, y sean una guía para poder utilizar a nivel industrial a largo plazo y de esta manera impulsar el uso de estos.

Además, se propuso una investigación de un proceso con productos naturales amigables con el ambiente, pues es de conocimiento general que la industria textil es una de las más contaminantes a nivel mundial por la cantidad de químicos y sustancias utilizadas dentro de sus procesos. Y es aquí donde radica su importancia, ya que hoy en día hay una concientización por parte de las empresas, mismas que estudian nuevas técnicas y maneras de minimizar la contaminación y el impacto ambiental que se derivan de los procesos textiles, a su vez se busca introducir mayormente a los productos naturales para mejorar dichos procesos.

Otro punto importante es que, al minimizar el uso de productos químicos dentro de los procesos, se mejoró la salud de los trabajadores al estar estos en un mejor ambiente de trabajo sin tanta exposición a sustancias químicas, que en su mayoría son nocivas y dañinas para la salud.

Tomando en cuenta los puntos mencionados anteriormente, se aprovechó al máximo los recursos naturales al describir el proceso con el cual se obtuvo un tinte natural a base de la lengua de vaca, posterior a ello se tinturará la tela, y se analizará la influencia de los mordientes naturales en la tonalidad del color obtenido demostrando la versatilidad de estos productos dejando de lado el uso de los fijadores y colorantes artificiales.

CAPÍTULO II

2 Estado del Arte

2.1 Estudios Previos

El uso del color es una necesidad estética de la humanidad y está inmersa en la historia de su desarrollo cultural. Precisar desde cuándo y cómo se empezaron a aplicar las primeras técnicas de tinción textil, no ha sido posible; lo único que se puede afirmar es que en diversos lugares del planeta, desde tiempos remotos, los seres humanos fueron reconociendo y utilizando el color que en la naturaleza existía. Gradualmente fueron desarrollando y perfeccionando métodos de extracción y aplicación de tinturas naturales de origen vegetal, animal y mineral, las que utilizaron para dar color al universo cultural que simultáneamente se instituía. (MINCIT, 2018)

En este capítulo se estudiaron los temas estructurales de la investigación que ayudó a sustentar y dar validez al presente proyecto. Específicamente se habló del uso de los productos naturales, tanto del colorante como los mordientes y la influencia que estos tienen en un proceso de tinción, para luego analizar los resultados obtenidos de las diferentes pruebas a realizar con el uso de normas estandarizadas. Ante ello se afirma que “de manera específica, los colorantes naturales ostentan gran importancia en la historia del hombre. En épocas pasadas, tuvieron tal demanda, que para algunos países fueron el mayor rubro de las exportaciones, después de los metales preciosos”. (Cedano & Villaseño, 2006, p. 1).

2.1.1 Colorante *Rumex Crispis*

Primeramente, para llamarlo colorante o tinte, es necesario realizar un proceso que ayude a obtenerlo como tal, es decir, extraer el colorante de la planta. Por ello Marcano (2018) en su investigación afirma que:

Para que una sustancia sea considerada colorante, además de poseer color (o desarrollarlo a través de una reacción química) debe poder transferirlo al medio al cual se aplica; hay así, sustancias cromógenas específicas para diferentes sustratos. Por ejemplo, para colorear materiales que deben someterse a altas temperaturas como el vidrio o la cerámica son, necesarias sales y óxidos inorgánicos que desarrollan o retienen el color bajo las condiciones de fabricación y empleo de esos materiales, mientras que en el teñido de fibras o en la coloración de alimentos preparados, productos farmacéuticos y cosméticos alimentarios se emplean colorantes generalmente (no exclusivamente) orgánicos. (p. 26)

Como lo menciona la cita, esto dependerá del producto sobre el que se vaya a utilizar el tinte.

En muchas culturas antiguas se utilizaba a las plantas como fuente principal para obtener colorantes o tintes que posteriormente se usaban para dar color a sus prendas, una de estas plantas es la lengua de vaca la cual en estudios se menciona que “se usaba en el antiguo Perú como planta tintórea y mordiente, se emplea en el teñido de colores oscuros” (Cuestas, 2015). Tal y como lo afirma la cita, debido a su versatilidad, esta planta fue usada antiguamente para dar color a materiales textiles; y a su vez, aplicada como mordiente en el proceso de tintura.

Sin embargo, para poder tinturar las mencionadas fibras textiles es importante y necesario conocer el colorante natural que se va a utilizar para tratarlo correctamente y poder aprovechar al máximo sus propiedades.

El tratamiento del color desde un campo natural, sostenible, y vinculado al entorno, facilita el trabajo con los tintes naturales, un campo muy amplio, que ha sido tratado de manera tradicional, y que hoy resurge incorporando innovación e investigación dentro del amplio ámbito color. (Torrent, 2017, pp. 6-7)

Sobre la mencionada planta, a continuación, se presenta un gráfico en donde se muestra a la planta en estado de madurez y se considera lista para poder extraer el colorante.

Figura 1

Lengua de Vaca (Rumex Crispis)



Fuente: *Autor*

El gráfico indica a la planta Rumex Crispis en estado de madurez.

Ante ello y con estos antecedentes, Cabezas (2006) realizó la extracción del colorante de las hojas de la lengua de vaca, moliendo la planta y filtrando para extraer su esencia. Posteriormente, realizó la tintura del material textil (poliamida) mediante un proceso de agotamiento, utilizando como auxiliares varios minerales (pp. 54-59)

Con lo mencionado anteriormente, dentro de esta investigación, prácticamente se realizó el mismo procedimiento, difiriendo del material textil a tinturar, que en este caso es tela jersey 100% algodón.

2.1.2 Mordientes

Dentro de la industria textil estos son conocidos comúnmente como ayudantes para fijar de mejor manera el color a la tela, en tal virtud se menciona que:

Además de ayudar a que los colores sean más firmes y resistentes a la luz solar, los mordientes pueden modificar los colores, en algunos casos dándoles más brillo o viveza, en otros oscureciéndolos, y en otros transformando el color original en uno nuevo. (Portillo, 2013, p. 40)

Como se mencionó anteriormente, al igual que los colorantes naturales, estos han sido utilizados desde la antigüedad para ayudar a fijar el color en la tela y brindarle diferentes tonalidades, por ello Portillo (2013) afirma que:

Usando distintos mordientes se obtendrán diferentes colores de la misma tintura. Usted puede experimentar y ver los resultados que obtiene. El alumbre por lo general es el que da los mejores resultados: es barato, seguro y se obtienen colores vivos. Si no puede conseguir ninguno de los productos mencionados, ensaye con sal, vinagre o cenizas de madera. (p. 31)

Otros mordientes como el ácido cítrico y el crémor tártaro también poseen similares características y otorgan buenos resultados, en general, la mayoría de mordientes utilizados en los procesos de tintura se asemejan en su aplicación, sin embargo, estos diferirán según el material textil en donde serán aplicados.

2.1.3 Vinagre

Este mordiente ha sido aplicado anteriormente en procesos de tintura realizando ensayos que determinan su eficacia. Por ello Colombia (2014) afirma que: “el Ácido acético, C₂H₄O₂, hace que el baño de tintura sea ácido ayudando a fijar el colorante a las fibras; acentúa y abrillanta los colores.” (p. 4)

En la siguiente figura se presenta al vinagre en su forma comercial.

Figura 2

Vinagre



Fuente: *Autor*

El grafico muestra al vinagre comercial que se utilizará como mordiente.

Este mordiente tiene una amplia aplicación en el proceso de teñido de fibras naturales y comúnmente es usado para ayudar a fijar el color a la tela, Túquerres (2019) afirma que:

- Reacción de efervescencia en un 25% con respecto al alumbre.
- La solución al momento de la reacción con el fijador mantiene el color del tono original al barro
- Poco agotamiento del producto en la muestra.
- Color obtenido habano (matizado medio) (p. 45).

Con lo que indica el autor, se aplicará este mordiente dentro del proceso de tintura con el colorante extraído de la lengua de vaca y se realizarán los respectivos análisis que comprueben su eficacia.

También hay afirmaciones donde se menciona que: “El vinagre para fijar el tinte se usa igual que la sal, aplicándolo en un baño caliente previo al baño con tinte natural. La proporción recomendable es de 1 parte de vinagre por cada 4 partes de agua” (Tintesnaturales, 2019). Los cálculos de las proporciones en la presente investigación se los realizará a escala de laboratorio y en función del material a utilizar.

2.1.4 Ácido cítrico

En estudios previos se observa que su aplicación da mejores resultados que el vinagre, ya que tiene mejores propiedades de fijación que ayudan a la interacción colorante-fibra mejorando su eficacia, por ello Túquerres (2019) menciona que: “En este tipo de variable se toma en consideración el tipo de mordiente más efectivo, de los cuales el ácido cítrico otorga un excelente resultado” (p. 41). Con este antecedente se aplicó el ácido cítrico en un proceso similar, variando concentraciones de colorante, mordiente y el material textil, para luego analizar los resultados obtenidos.

A continuación, se muestra la imagen del ácido cítrico que se usará como mordiente.

Figura 3

Ácido cítrico



Fuente: *Autor*

El gráfico muestra la forma en cómo se presenta el ácido cítrico (en polvo) de forma comercial.

La aplicación de este mordiente dependió de la cantidad de material textil a utilizar, con ello Túquerres (2019) afirma que el mordiente ácido cítrico en el proceso de mordentado tiene los siguientes resultados:

- Reacción de efervescencia en un 25% con respecto al alumbre.
- Mantiene el color original del barro.
- Máximo agotamiento del producto en la muestra.
- Color de la solución café oscuro.
- Color obtenido habano oscuro.

2.1.5 *Crémor tártaro*

Es generalmente utilizado como ayudante de fijación o mordiente en fibras de origen animal, brindando excelentes resultados dentro de un proceso de tintura.

Este mordiente natural conocido también como bitartrato de potasio “es generalmente utilizado antes del teñido y en muchos casos en combinación con el alumbre. Se utiliza para lana de oveja, alpaca, llama, en la seda y otras fibras animales. No se recomienda en fibras vegetales” (Portillo, 2013, p. 32).

Como lo menciona la cita, no es recomendable utilizar este mordiente en fibras naturales, sin embargo, podemos decir que esta es una de las razones por las que se realiza esta investigación, en la que se analizó su eficacia dentro del proceso de tintura.

En la siguiente figura se muestra a este mordiente tal y como se lo vende en las casas comerciales.

Figura 4

Crémor Tártaro



Fuente: *Autor*

El gráfico muestra al mordiente en polvo, que es como se lo utilizó en el proceso de tintura.

En algunas investigaciones el crémor tártaro es utilizado en un mordentado previo para posteriormente tinturar fibras naturales de forma directa.

El procedimiento de mordentado: En un vaso de precipitado con capacidad de 250 ml, se mide 200 ml de agua, se introduce 1 gramo de alumbre (sulfato de aluminio) y 1 gramo de crémor tártaro (bitartrato de potasio), a continuación, se agrega las muestras de fibras previamente pesadas y humedecidas. Se calienta la mezcla de fibras y la solución de sales hasta ebullición, se agita continuamente con una varilla de vidrio. Se mantiene así durante 30 minutos, se retira las muestras y, sin enjuagarlas se deja que escurra el exceso de agua. Se procede a su teñido inmediatamente realizando el procedimiento de teñido directo. (Cubas, 2016, p. 53)

2.1.6 Influencia de los mordientes en las tinturas con colorantes naturales

Los mordientes son importantes ya que tienen una influencia directa sobre el color en los textiles, por ello (Cavenago & Córdova, 2014) afirman que: “La función del mordiente es unirse a la fibra y al colorante a través de enlaces covalente coordinados y de esta forma fijar el colorante” p. 49). Dicho enlace debe ser lo suficientemente fuerte para brindar al textil la resistencia y la tonalidad deseada.

Cavenago & Córdova (como se cita en Paredes, 2002) mencionan que: El mordiente al colocarlo en agua caliente, se disuelve. En este proceso la sal se disocia, y el metal queda como catión y éste se une a la fibra textil y forma un complejo con la molécula del colorante. El metal determina la tonalidad final de la fibra.

Comúnmente los mordientes, además de ayudar a generar un enlace colorante-fibra, son utilizados dentro del proceso de tintura para dar ciertas características al textil por ello Moldovan (2016) afirma lo siguiente:

Las principales características de los mordientes son:

- Incrementan la fijación del colorante en la fibra, proporcionando brillo y colores intensos.
- Aumentan la solidez del colorante a la luz y al lavado.
- Aumentar el rango de colores que se pueden obtener del colorante de una sola planta.

(p. 15)

2.1.7 Procesos de tintura con mordiente *Rumex Crispis*

El material textil, luego de los procesos de hilandería y/o tejeduría, presenta el color original de las fibras constituyentes (crudo), ocurre entonces que muchas veces este color debe ser cambiado para que los artículos confeccionados se diferencien entre sí. Para el usuario final todo entra por los ojos, es más, muchas veces hace la elección de una prenda sólo debido a su color, para efectos de combinación y moda, por ello es necesario que el material adquiriera un color según las preferencias del cliente. (Lavado, 2012, p. 88)

Existen estudios previos como el de Cabezas (2006) en donde menciona que el empleo de los colorantes naturales en la tintura de la poliamida implica la observación de varios factores:

- Conocimiento de las plantas textiles
- Momento apropiado de la recolección
- Formas de tinturas, fijación y desarrollo del color
- Tonos que pueden obtenerse (pág. 46).

En este caso se aplicó el mismo procedimiento mencionado anteriormente, indicando el método o forma adecuada para realizar el proceso de tintura en donde Morales (2019) menciona que: “en términos generales se dan dos formas de tinter una fibra: por afinidad entre colorante y fibra (por agotamiento) y por impregnación de la fibra (por impregnación). (p. 23)

En la presente investigación se utilizó el proceso de tintura por agotamiento en toda la parte práctica del trabajo para tinturar la tela jersey 100% algodón con el mencionado tinte natural extraído de la lengua de vaca. A continuación, se menciona dicho proceso.

- **Por agotamiento**

En este proceso son las fuerzas de afinidad entre colorante y fibra lo que hace que el colorante pase del baño a la fibra hasta saturarla y quedar fijada en él. Las máquinas para este proceso realizan una acción mecánica que actúa sobre el material textil, el baño o sobre ambas a la vez, es decir, la solución en movimiento y el material textil estático. (Peñañiel, 2011)

Para el desarrollo de la parte práctica de esta investigación se utilizó el equipo Autoclave, realizando el proceso de tintura aplicando el método de tintura por agotamiento mencionado anteriormente.

2.2 Marco conceptual

En este punto se trató sobre los temas concernientes a la investigación, se dio a conocer los tópicos y se definieron los conceptos básicos que ayudaron a conocer y profundizar lo anteriormente mencionado, a su vez estos sirvieron como sustento de la presente investigación que se realizó. A continuación, se da, a conocer los temas más relevantes a tratar.

2.2.1 Colorante

Es un concepto y producto esencial dentro de la industria textil ya que es una “Sustancia soluble en agua, capaz de teñir y dar un nuevo color a un tejido, alimento, etc.; puede ser de origen natural o sintético” (Lexico, s.f.).

Sobre los colorantes naturales Marín & Mejía (2012) indica que:

Los colorantes son pertenecientes a un extenso grupo de sustancias, que son empleados para colorear productos que han perdido su color por el tratamiento industrial o para hacerlo más agradable a la vista y apetecible al consumidor. En la industria se amplía el concepto de colorantes a los productos que contienen colorantes orgánicos puros junto con agentes reductores o de relleno que los hacen más manejables. (p. 10)

Cabe mencionar que la mayoría de colorantes se obtienen de las plantas en su forma natural, pero son poco utilizados por la falta de conocimiento en cuanto a su aplicación dentro de un proceso de tintura.

A nivel global y en algunas investigaciones, también se lo conoce con el nombre de tinte, con respecto a ello se menciona que “A los colorantes en la industria textil se los conoce con el nombre de sustancias coloreadas, las cuales son capaces de teñir las fibras vegetales y animales” (Cuestas, 2015)

2.2.2 Colorante natural

Antiguamente fue utilizado como tinta para escribir o como tinte para dar color a las prendas, ante ello Cubas (2016) menciona que “se denomina colorante o tinte natural a aquellas sustancias coloreadas extraídas de plantas y animales aptas para la coloración de las fibras textiles” (pág. 18). Y por lo general ampliamente aplicado para fibras naturales como el algodón.

La mayoría de colorantes naturales fueron elaborados y extraídos de la naturaleza que los rodeaba, (Túquerres, 2019, como se citó en Textil, 2017) afirma que los tintes naturales son pigmentos orgánicos que se extraen de plantas, insectos y minerales, por sus características químicas tienen la virtud de teñir fibras naturales como algodón, yute, lino, bambú, cáñamo, lana, seda, alpaca, vicuña y guanaco.

2.2.3 Mordientes

Es una sustancia química natural o sintética. Su función principal es favorecer la fijación del colorante en las fibras textiles. Antiguamente se utilizaban productos naturales como cenizas, actualmente se utilizan sales metálicas de aluminio, cobre, etc., debido a su acción más enérgica. (Benites & Valencia, 2014, p. 48) El mordiente como tal brinda fijación del colorante al material textil para que su intensidad y efecto sea duradero.

2.2.4 Macerado

La maceración es un método de extracción de los principios activos de una planta en un líquido. Consistente en dejar reposar una hierba en agua fría u otro solvente durante un período de tiempo, que puede oscilar entre unas 6 horas y varias semanas o meses. (Botanical-online, 2019)

En esta investigación se realizó este proceso para extraer el mayor % de colorante posible de la planta.

2.2.5 Procesos de tintura de algodón con colorantes naturales

Antiguamente se aplicaban casi en su totalidad de manera artesanal puesto que no se contaba con tecnología, sin embargo, estas técnicas ancestrales se siguen aplicando hasta la actualidad. Portillo (2013) menciona que: “El proceso del teñido natural se basa en colores sacados

de la vegetación y de los minerales presentes en la naturaleza, según las técnicas indígenas que se han traspasado por generaciones” (pág. 53).

Un proceso de tintura es cuando un material textil es puesto en contacto con una solución de colorante y lo absorbe de manera que habiéndose teñido ofrece resistencia a devolver el colorante al baño y el proceso molecular tintóreo es lo que llamamos cinética tintórea la cual se desarrolla bajo dos principios fundamentales que son (Cuestas, 2015, p. 33)

a) Por afinidad entre colorante y fibra

En el caso del procedimiento “a”, el método de tintura es el llamado por agotamiento. En este proceso son las fuerzas de afinidad entre colorante y fibra lo que hace que el colorante pase del baño a la fibra hasta saturarla y quedar fijada en él. (Portillo, 2013, p. 49)

b) Por impregnación de la fibra.

En el caso del procedimiento “b”, el método de tintura es el llamado por impregnación de la fibra en colorante. Pero el material textil que se impregna de la solución donde está el colorante, lo hace sin que en ese momento quede todavía fijado en él; es después, en el proceso de fijado, cuando la tintura es definitiva. Utilizando el procedimiento de impregnación la relación de baño es mucho más baja, entre 1,2 y 0,6 litros de solución por Kg. de fibra. (Portillo, 2013, p. 49)

2.2.6 *Parámetros de tintura*

Son regularmente primordiales a los cuales hay que prestarles una especial atención, pues de ellos depende la correcta realización del proceso de tintura. En este caso Portillo (2013) afirma que: “Dentro del proceso de tintura, hay varios parámetros que se deben tomar en cuenta, para

obtener una tintura de buena calidad, igualdad, homogeneidad, solidez, fijación, estos parámetros son los siguientes” (p. 44).

- Tiempo
- Temperatura
- Relación de baño
- Dureza del agua
- Potencial de hidrógeno (pH)
- Contenido Salino

2.2.7 *Intensidad del color*

Conocido también como saturación, esta propiedad determina el grado de pureza de un color, es decir, que la máxima intensidad de un color es en sí el color puro sin ninguna alteración.

Este concepto representa la viveza o palidez de un color, su intensidad. Los colores puros del espectro están completamente saturados. Un color intenso es muy vivo, cuando más se satura el color, mayor es la impresión de que el objeto se está moviendo. Esta propiedad diferencia un color intenso de uno pálido. Se puede concebir la saturación como si fuera la brillantez de un color. También ésta puede ser definida por la cantidad de gris que contiene un color: mientras más gris o más neutro es, menos brillante o menos saturado es, y por lo tanto, menos vivo. Cualquier cambio hecho a un color puro, automáticamente baja su saturación. Cada uno de los colores primarios tiene su mayor valor de intensidad antes de ser mezclados con otros. (STIVALA, A.; PEZZUCCHI & J.; ANGUIO, M.B. , 2014, p. 6)

2.2.8 Solideces

La AATCC tiene más de treinta métodos de prueba para evaluar las propiedades de solidez del color. Estos incluyen, pero no están limitados al, lavado, luz, polvo, secado, limpieza, sudoración, abrasión, calor. El producto que se confecciona determina qué tipo de solidez es importante y por lo tanto el método de prueba que es relevante; por ejemplo, las telas de tapicería deben tener excelentes propiedades de resistencia a la luz y polvo, mientras, que la solidez al lavado es importante para las telas destinadas para confeccionar prendas. (Lavado, 2012, p. 149)

2.2.8.1 Solidez del Color al Frote.

Este método de prueba está diseñado para determinar la cantidad de color transferido de la superficie de materiales textiles coloreados a otras superficies por frotamiento. Es aplicable a textiles hechos de todas las fibras en forma de hilo o tela ya sea teñida, estampada o coloreada de otro modo.

Para analizar el color a la solidez al frote se realiza los ensayos tomando los parámetros de la norma AATCC METODO 8 -2013 Solidez al frote, de esta manera analizar este método de prueba que está diseñado para determinar la cantidad de color transferido desde la superficie de materiales textiles coloreados a otra superficie mediante frotamiento. (Tuquerres, 2019, pág. 104)

Principio

- Una muestra de prueba de color se frota con un paño de prueba (testigo blanco) en condiciones controladas.
- El color transferido a la tela de prueba blanca se evalúa mediante una

comparación con la escala de grises para tinción o la escala de transferencia cromática y se asigna un grado.

2.2.8.1.1 Norma AATCC 08-2013.

Para la realización de la prueba de solidez del color al frote, se utilizó el método de la norma AATCC 08-2013, en dónde se toma en consideración los parámetros establecidos según el tipo de tela usada en las muestras de tela tinturadas y se utiliza el equipo conocido como Crockmeter.

En la siguiente tabla se indica los productos y las características que deben tener para realizar las pruebas de solidez.

Tabla 1

Materiales y Auxiliares Utilizados en la Prueba

Materiales/Auxiliares	Especificaciones
Agua	Destilada
Probetas	De tela a procesar
Testigos	De color blanco
Crockmeter	CROCK-METER MESDAN-Para ensayos textiles

Fuente: (ATCC 61, 2013).

En esta tabla se muestra los materiales y auxiliares utilizados para realizar la prueba de solidez del color al frote, dentro de las especificaciones técnicas y parámetros estandarizados de la norma utilizada.

Procedimiento

- Cortar 2 muestras de 13 x 5 cm.
- Colocar la primera muestra sobre el porta muestras en el equipo Crockmeter para realizar la prueba por 10 segundos.
- Ubicar la segunda muestra en el equipo con la tela mojada sobre la muestra por 10 segundos.
- Secar las dos muestras para proceder a calificarlas en el equipo espectrofotómetro.

Posterior a la prueba de solidez al frote, se da a conocer los resultados del antes y después de los sustratos a través de las escalas de grises.

2.2.8.2 Solidez del Color al Lavado.

Se denomina “Solidez” a la resistencia que presenta el textil teñido a cada uno de los agentes que son capaces de modificar su color original (cambio de color) y originar un manchado sobre un testigo blanco (transferencia de color). Los distintos agentes que pueden producir alteraciones en el color de los textiles. (Huamani, 2018, p. 28)

Estas pruebas de lavado acelerado tienen como objetivo evaluar la solidez del color al lavado de textiles que se espera que resistan el lavado frecuente.

2.2.8.2.1 Norma AATCC 61-2013.

La pérdida de color de la tela y los cambios de superficie resultantes de la solución de detergente y la acción abrasiva de cinco lavados típicos de manos o en casa, con o sin cloro, se aproximan mediante una prueba de 45 minutos.

En la tabla se muestra las condiciones, para emplear la prueba de solidez al lavado.

Figura 5

Tabla de condiciones

Table I—Test Conditions^a

Test No. ^b	Temp		Total Liquor Volume (mL)	Percent Powder Detergent of Total Volume	Percent Liquid Detergent of Total Volume	Percent Available Chlorine of Total Volume	No. Steel Balls	No. of Rubber Balls	Time (Min)
	°C (± 2)	°F (± 4)							
1A	40	105	200	0.37	0.56	None	10	0	45
1B ^c	31	88	150	0.37	0.56	None	0	10	20
2A	49	120	150	0.15	0.23	None	50	0	45
3A	71	160	50	0.15	0.23	None	100	0	45
4A	71	160	50	0.15	0.23	0.015	100	0	45
5A	49	120	150	0.15	0.23	0.027	50	0	45

^aRefer to Section 9 for objectives for each test method.
^bAll Tests include an alternate use for 2003 AATCC Standard Liquid Detergent.
^cTest 1B provides for the use of White Rubber Balls instead of Stainless Steel Balls.

Fuente: (ATCC 61, 2013)

La fila 4 muestra las condiciones en las que se debe realizar la prueba para evaluar la resistencia del color al lavado, las muestras deben mostrar un cambio de color similar al producido al de cinco lavados en máquina casera a 71±3°C (160±5°F).

Tabla 2

Materiales y Auxiliares para realizar la prueba de solidez al lavado

Materiales/Auxiliares	Especificaciones
Agua	Destilada
Detergente líquido	SERA WASH CRL
Detergente en polvo	Phosphate reference Detergent (B)
Balines	100 por cada muestra de tejido

Fuente: (ATCC 61, 2013).

La tabla muestra los materiales y especificaciones que se deben seguir para realizar la prueba.

2.2.8.3 Solidez del Color a la Luz.

La ISO 105-B series, incluye todos los métodos de ensayo en los que interviene la luz como agente de degradación o cambio del color, natural o artificial, sola o en combinación con lluvia, y con agua o sudor, así como las acciones transitorias sobre el color de los textiles (fotocromismo).

2.2.8.3.1 *Método de Arco de Xenón, Norma ISO 105 B02.*

Esta parte de la Norma ISO 105 especifica un método de ensayo para determinar la solidez del color en los textiles de cualquier naturaleza y en todos sus estados de transformación a la acción de una luz artificial representativa de la luz natural de día (D65). El método es también aplicable a los textiles blanqueados (química u ópticamente). (ISO 105-B02, 2014, p. 3)

Procedimiento de solidez del color a la luz artificial Según la norma AATCC, método 16.3-2014.

- Cortar una muestra de 5 x 15 cm.
- Cortar un rectángulo de cartulina de 10 x 10 cm con un marco de 4 cm y se dobla en la mitad.
- Ubicar la muestra dentro de la cartulina y grapar el extremo abierto.
- Colocar las muestras en el equipo por 40 horas.

2.2.9 *Equipos de laboratorio*

2.2.9.1 Autoclave Tinturadora IR DYER

Una autoclave es un recipiente metálico de paredes gruesas con capacidad de cierre hermético. Esta ideado para poder trabajar a altas presiones con el fin de poder estelarizar,

realizar una cocción más rápida o utilizarlo como reactor en reacciones químicas. (Lozano, 2020, p.26)

También son conocidos como autoclaves para la tintura a alta temperatura HT. Trabajan en sistema cerrado, sometido a presión. Se utilizan fundamentalmente, en las tinturas de poliéster, que requieren temperaturas del orden de 130°C y sus principales características son las que se describen a continuación (Manosalvas, 2018, p. 36)

- Trabajar en circuito cerrado para evitar cavitación de la bomba.
- La bomba debe tener caudal y presión, suficientes para todo tipo de empaquetados.
- Deben poder cambiar el sentido de circulación de baño, sin que se creen golpes de ariete que puedan deformar el empaquetado.
- Deben disponer de un sistema de presión, que asegure una presión estática suficiente.
- Disponer de dispositivos para la toma de muestras y adición de productos, a altas temperaturas.
- Ser capaces de controlar tanto las subidas como las bajadas de temperatura de tintura, que imponga el correspondiente proceso.
- Porta materias perforado adecuadamente, que permita la circulación homogénea del baño de tintura a través del empaquetado. (Manosalvas, 2018, pág. 36)

2.2.9.2 Espectrofotómetro X RITE COLOR I5.

La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que tienen una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

“El instrumento de laboratorio Color i5 es un espectrofotómetro de gama media con una serie de funciones avanzadas para medir con precisión el color de una gran variedad de muestras” (Color i5, s.f, p. 4)

Este aparato electrónico es muy usado en los laboratorios textiles para medir la intensidad del color, ante ello Lavado (2012) afirma que: “Los espectrofotómetros de reflectancia miden la cantidad proporcional de luz reflejada por una superficie como una función de las longitudes de onda para producir un espectro de reflectancia” (pág. 138).

2.2.9.3 Crockmeter MESDAN.

Es un equipo del laboratorio textil, utilizado para realizar las pruebas de solidez del color al frote de diferentes materiales textiles.

El desarrollo de este análisis se realiza con la utilización de la máquina Crockmeter el cual mediante una barra realiza un peso y con movimiento rectilíneo procede al frote de la muestra con un paño de 50 mm cuadrados. (Túquerres, 2019)

2.2.9.4 Escala de grises.

Son láminas de cartón empleadas para determinar la solidez al color de los materiales textiles. Pero en esta investigación se utilizó la función de escala de grises que tiene el equipo espectrofotómetro.

La escala de grises es comúnmente utilizada para evaluar visualmente la transferencia de color, es decir, la calificación dependerá de la experiencia y la capacidad visual del observador. Por ello Lavado (2012) menciona que: “La evaluación de la solidez se determina en grados, éstos son 9: 1, 1-2, 2, 2-3, 3, 3-4, 4, 4-5 y 5; donde el grado 1 indica la más baja solidez y el grado 5 la más alta solidez” (p. 159).

2.2.9.5 Trufade MODELO 200 TRUFA.

Es un equipo del laboratorio textil utilizado para realizar las pruebas de solidez del color a la luz normalizado, trabajando con normas de regulación bajo estándares específicos para una evaluación determinada, que ayuda a conocer y observar los procesos de calidad de las pruebas realizadas al material textil. Lavado (2012) menciona que: “Se entiende por solidez a la luz a la resistencia de un material al cambio de las características de color como resultado de su exposición a la luz del sol o una fuente de luz artificial” (p. 157).

Probador de resistencia a la luz de arco de xenón. Trufade ha transformado la prueba de solidez a la luz de laboratorio. Trufade es un instrumento que realmente simplifica las pruebas de solidez a la luz y ofrece resultados precisos y consistentes. Cada función de Trufade ha sido diseñada y pulida muchas veces para proporcionar a los usuarios una experiencia notable. Sustituir la lámpara de xenón, cambiar los filtros de infrarrojos, cargar los porta-muestras, colocar los especímenes en los porta-muestras o rellenar el depósito de agua; todas estas tareas ofrecen el equipo Trufade. (Manosalvas, 2018, p. 26)

CAPÍTULO III

3 Metodología

En este capítulo se determinó los métodos de investigación a utilizarse para realizar paso a paso todas las actividades que se va a hacer en secuencia hasta obtener los resultados. Se inició con la selección del colorante y mordientes a utilizarse en el proceso, luego se realizó las respectivas pruebas de tintura en la máquina autoclave. A continuación, se procedió a hacer el análisis de las muestras tinturadas en el laboratorio, y, por último, una vez obtenido los datos analizados, se realizó la evaluación de resultados obtenidos durante el estudio del 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.

3.1 Métodos Utilizados

Para el desarrollo del tema se utilizó los siguientes métodos: el de campo, experimental y comparativo. En cuanto a la aplicación del método de campo, se recopiló datos nuevos existentes de fuentes primarias como libros y artículos científicos relacionados al tema; seguidamente, se usó la investigación experimental para obtener el colorante de la planta lengua de vaca (*Rumex Crispis*), y también se utilizó este método para obtener muestras de telas tinturadas, luego de los procesos de tintura por agotamiento y obtener valores de tonalidad de color. Además, se obtuvo los datos o valores de los análisis de solidez del color, con diferentes parámetros del proceso y mordientes a utilizar para realizar las pruebas de tintura con colorante natural por proceso de agotamiento.

En la parte práctica se hizo 27 pruebas: nueve utilizando como mordiente el vinagre, estas se subdividieron en tres partes. Las tres primeras pruebas se mantuvo la concentración de colorante (C1COL: 5%) y se varió la concentración del mordiente (C1M1: 5%; C2M1: 10%; C3M1: 15%). Las siguientes tres pruebas se varió la concentración de colorante (C1COL: 10%; C2COL: 15%; C3COL: 20%) y se mantuvo la concentración de mordiente (C1M1: 20%). Las últimas tres pruebas de esta subdivisión, se varió tanto la concentración del colorante (C1COL: 25%; C2COL: 30%; C3COL: 35%) como la concentración de mordiente (C1M1: 25%; C2M1: 30%; C3M1: 35%).

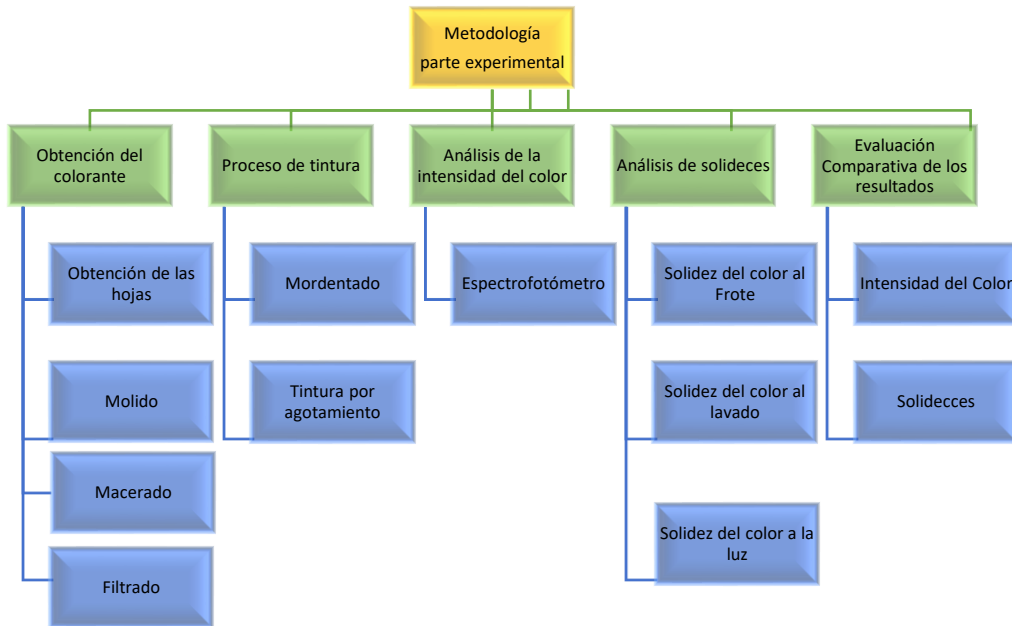
Las siguientes nueve pruebas (10-18) se utilizó como mordiente el ácido cítrico y en cuanto a las concentraciones, se repitió los pasos mencionados anteriormente. Las últimas nueve pruebas (19-27) se utilizó el mordiente crémor tártaro, repitiendo el proceso seguido para el vinagre y el ácido cítrico.

Una vez obtenidas las muestras tinturadas, se procedió ha secar al ambiente y luego se realizó la evaluación de intensidad de color mediante el equipo espectrofotómetro, a continuación, las muestras fueron sometidas a pruebas de solidez del color al lavado y solidez del color al frote con los parámetros de las normas AATCC 61-2013, AATCC 08-2013 respectivamente, dónde se evaluó la transferencia de color mediante la escala de grises. También se realizó la prueba de solidez del color a la luz artificial utilizando los parámetros del Método de arco de xenón con la norma ISO 105 B02.

El procedimiento anteriormente mencionado se indica y observa de mejor manera en la siguiente figura.

Figura 6

Flujograma del procedimiento de la metodología



Fuente: Autor

En esta figura se observan dos partes, en la primera se encuentran los títulos de la metodología (color verde), y en la segunda se observa la descripción del procedimiento a seguir (color azul)

Posteriormente se analizó los resultados espectrofotométricos mediante el método comparativo, al final se dió a conocer las respectivas conclusiones y recomendaciones del proceso, verificando así la influencia de los mordientes utilizados en la tintura del tejido 100% algodón con colorante natural obtenido de la lengua de vaca de acuerdo con los parámetros establecidos.

Como técnica de investigación, para el desarrollo del proyecto se utilizó la observación, que ayudó a determinar e identificar los problemas existentes. En cuanto a los instrumentos, para cumplir con los objetivos del tema planteado, se utilizó los materiales e insumos del laboratorio de la Planta Académica Textil.

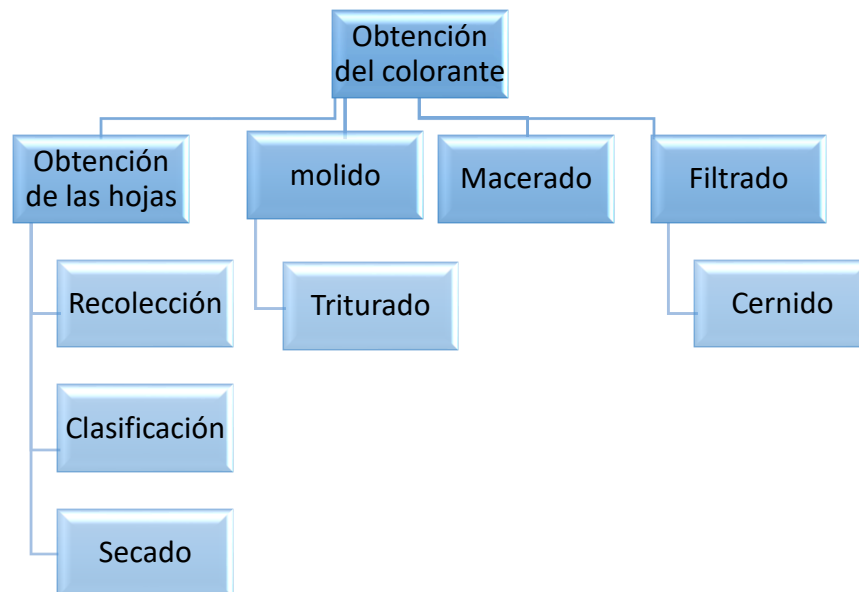
3.2 Selección y Obtención del Colorante

Colorante:

El colorante natural se obtuvo de la planta lengua de vaca en estado de madurez, específicamente de las hojas. El procedimiento se lo hizo de la siguiente manera, primeramente, se recolectó las hojas, luego se las clasificó, posteriormente se procedió a la obtención de partes pequeñas de las hojas mediante un proceso artesanal conocido como molido. Y por último se aplicó el proceso de macerado para obtener el extracto del colorante. A continuación, se indica el procedimiento de la obtención del colorante en el siguiente gráfico.

Figura 7

Procedimiento de la Obtención del Colorante



Fuente: Autor

En la figura se puede observar que el procedimiento no es complicado y se parte de la obtención de las hojas hasta el filtrado y cernido.

Obtención del colorante

- **Obtención de las hojas**

- a) **Recolección:**

Las hojas de la planta lengua de vaca se las recolectó de los sectores aledaños de la ciudad de Ibarra, específicamente de la parroquia San Antonio de Ibarra. De manera manual sin arrancar la planta de raíz, es decir, sólo se cortan las hojas. A continuación, en la imagen se indica la forma de recolección de las hojas de lengua de vaca.

Figura 8

Recolección de las hojas



Fuete: Autor

En la figura se muestra la recolección de las hojas de la planta, esta se realizó de forma manual.

- b) **Clasificación:**

Una vez recolectadas las hojas se procede a limpiarlas, luego a seleccionar aquellas que estén en mejor estado, clasificándolas por color y tamaño.

En la siguiente imagen se muestra la clasificación de las hojas de la planta lengua de vaca.

Figura 9

Clasificación de las hojas



Fuente: Autor

La figura muestra la forma en cómo se clasificó las hojas, separando las que se encontraban en mal estado y las que ya estaban en estado de descomposición para luego dejarlas secar al ambiente.

- **Secado**

Una vez clasificadas las hojas, se dejan secar a la sombra de 4-5 días para posteriormente proceder con el molido. En la siguiente imagen se aprecia el secado de las hojas.

Figura 10

Secado de las Hojas



Fuente: Autor

En la figura se indica el secado de las hojas a la sombra ya clasificadas.

- **Molido**

- a) **Triturado:**

Cuando las hojas clasificadas ya estén secas, se procede a triturarlas de forma manual o con un cuchillo, cortándolas en trozos pequeños para facilitar el siguiente proceso que es el macerado, tal como se muestra a continuación.

Figura 11

Molido de las hojas



Fuente: Autor

En la figura se observa el molido de las hojas con un mortero de piedra para reducirlas en trozos pequeños, con la finalidad de facilitar posteriormente la extracción del colorante.

- **Macerado**

Se procedió a dejar las hojas trituradas y secas en remojo con agua potable durante 48 horas (dos días) en un recipiente plástico de cinco litros lleno de agua a la mitad de su capacidad, luego se filtró o cernió las hojas para extraer el colorante.

En la siguiente imagen se observa cómo se realizó el proceso de macerado.

Figura 12

Maceración de las hojas



Fuente: Autor

En la figura se observa cómo se realizó el macerado para extraer el colorante de las hojas trituradas.

- **Filtrado**

- a) **Cernido:**

Una vez terminado el proceso de maceración, se procedió a filtrar o cernir el colorante mediante un colador de tela para evitar el paso de los sólidos en suspensión y obtener el tinte en mayor concentración.

A continuación, en la siguiente figura se muestra la imagen del filtrado del colorante.

Figura 13

Filtrado del Colorante



Fuente: Autor.

En la figura se muestra la imagen del colorante filtrado en la parte inferior del recipiente y los residuos del colorante en la parte superior del colador o filtro usado.

3.3 Mordentado

La selección del mordiente se realizó en base a las especificaciones indicadas en el apartado Métodos Utilizados p.e. (3.1), es decir, 9 pruebas con muestra de tela jersey 100% algodón para el vinagre; 9 pruebas para el ácido cítrico y 9 para el crémor tártaro. Cabe recalcar que a estas muestras se les realizó un mordentado previo.

En la siguiente figura se observa cómo se realizó el proceso de mordentado utilizando los tres mordientes en sus respectivas pruebas.

Figura 14

Mordentado Previo de las Muestras



Fuente: Autor

En la figura se muestra cómo se realizó el mordentado, con el vinagre tres concentraciones diferentes, el mismo procedimiento se siguió para el ácido cítrico con tres concentraciones diferentes y se procedió de igual forma que las anteriores para el crémor tártaro.

A continuación, se indica una tabla que muestra las especificaciones de la receta de mordentado previo con los productos utilizados.

Tabla 3*Receta de Mordentado Previo*

Peso muestra: 5gr		Tela: Jersey 100% algodón	
R/B: 1:10		Volumen de agua: 50ml	
Mordiente		Concentración (%)	Dosificación (gr)
Vinagre	Muestra 1	5	0,25
	Muestra 2	10	0,5
	Muestra 3	15	0,75
	Muestra 4	20	1
	Muestra 5	20	1
	Muestra 6	20	1
	Muestra 7	25	1,25
	Muestra 8	30	1,5
	Muestra 9	35	1,75
Ácido Cítrico	Muestra 10	5	0,25
	Muestra 11	10	0,5
	Muestra 12	15	0,75
	Muestra 13	20	1
	Muestra 14	20	1
	Muestra 15	20	1
	Muestra 16	25	1,25
	Muestra 17	30	1,5
	Muestra 18	35	1,75
Crémor Tártaro	Muestra 19	5	0,25
	Muestra 20	10	0,5
	Muestra 21	15	0,75
	Muestra 22	20	1
	Muestra 23	20	1
	Muestra 24	20	1
	Muestra 25	25	1,25
	Muestra 26	30	1,5
	Muestra 27	35	1,75

Fuente: Autor

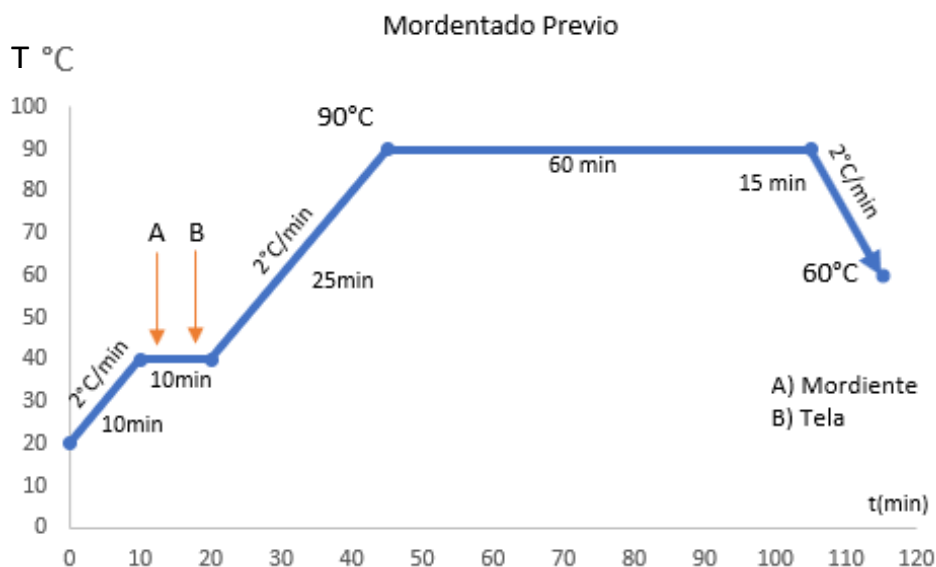
En esta tabla se indica el peso que tiene cada una de las muestras, la relación de baño y el volumen de agua a utilizar. También se muestra el número de muestras a mordentar con vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro, con sus respectivas concentraciones y dosificaciones.

- **Curva del Mordentado Previo**

En la siguiente figura se indica la curva a seguir para realizar el mordentado previo.

Figura 15

Curva del mordentado



Fuente: Autor

En la figura se muestra la curva de mordentado en donde se indica la temperatura, el tiempo, la gradiente y los productos a utilizar.

Posteriormente se realizó las respectivas pruebas de tintura con el tinte obtenido de la planta lengua de vaca, variando las concentraciones según las pruebas determinadas.

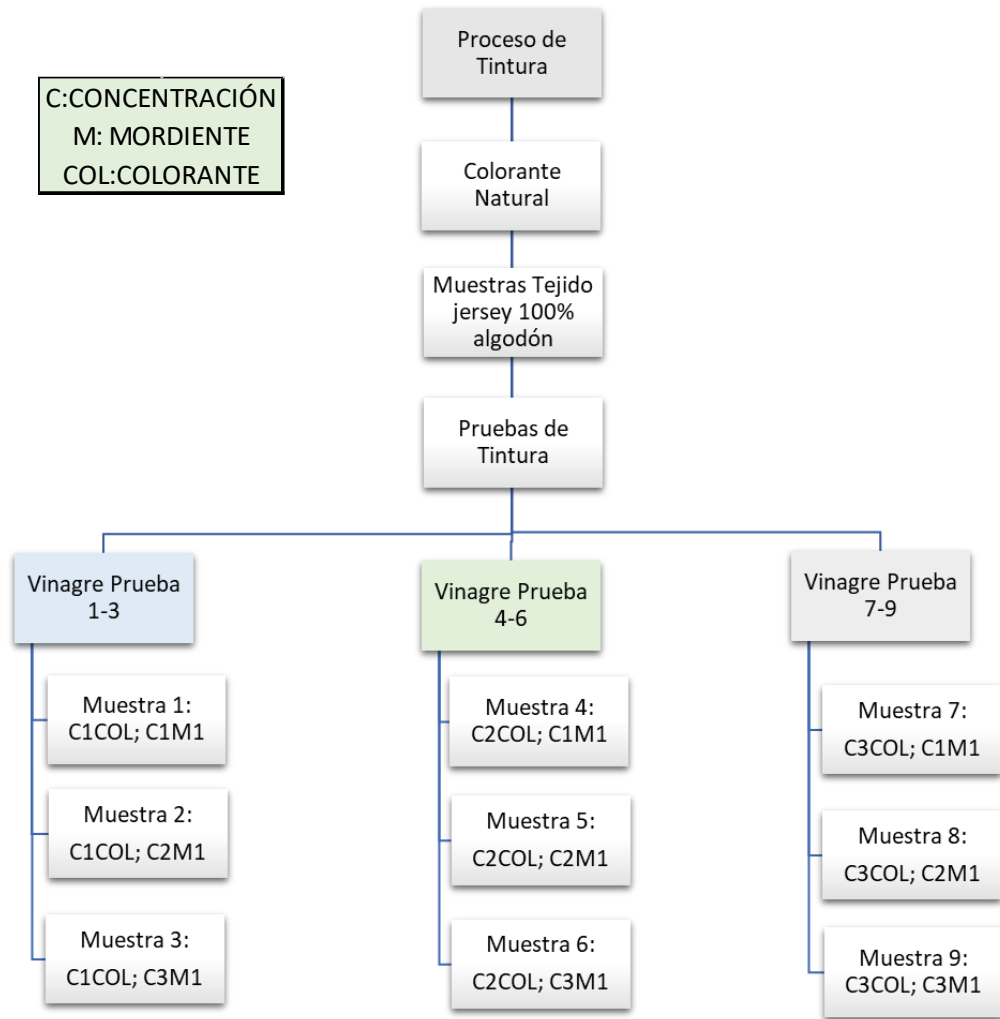
3.4 Pruebas de Tintura

Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, se realizó las pruebas de tintura en tela previamente tratada, es decir, tela apta para la tintura (APT).

A continuación, se indica como se procedió durante el proceso para cada una de las muestras y su respectivo mordiente.

Figura 16

Tintura utilizando el mordiente Vinagre, prueba 1-9



Fuente: Autor

En el gráfico se muestra las pruebas de tintura utilizando como mordiente el vinagre, las 3 primeras pruebas (1-3) se mantuvo la concentración de colorante (C1COL) y se varió la concentración de mordiente (C1M1). En las siguientes pruebas (4-6) se cambió la concentración de colorante, manteniéndola para las tres pruebas y se cambió la concentración de mordiente, manteniendo la

misma para las tres pruebas. Y en las últimas pruebas (7-9) se varió la concentración de colorante y de mordiente.

En la tabla que se muestra a continuación, se indica el procedimiento seguido para realizar las pruebas de tintura.

Tabla 4

Receta de tintura

Peso muestra: 5gr		Tela: Jersey 100% algodón	
R/B: 1:10		Volumen de agua: 50ml	
Mordiente: Vinagre			
		Concentración (%)	Dosificación (gr/ml)
Colorante	Muestra 1	5	0,25
	Muestra 2	5	0,25
	Muestra 3	5	0,25
	Muestra 4	10	0,5
	Muestra 5	15	0,75
	Muestra 6	20	1
	Muestra 7	25	1,25
	Muestra 8	30	1,5
	Muestra 9	35	1,75

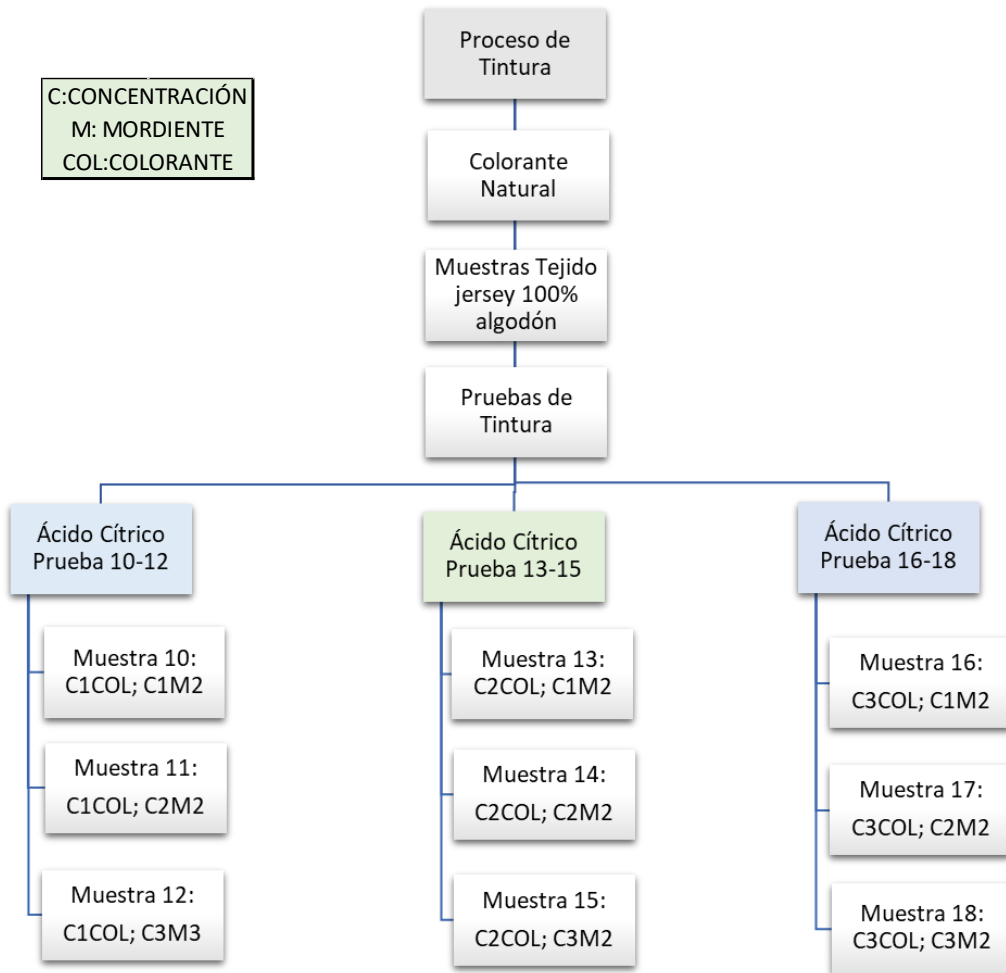
Fuente: Autor

En esta tabla se indica el peso las muestras a tinturar, la relación de baño, el tipo de mordiente y el volumen de agua a utilizar en el proceso. También se indica el número de muestra, con sus respectivas concentraciones y dosificaciones.

En el siguiente gráfico se indica las nueve pruebas de tintura siguientes que se realizó con el ácido cítrico.

Figura 17

Tintura utilizando el mordiente Ácido Cítrico, prueba 10-18



Fuente: Autor

En el gráfico se muestra las pruebas de tintura utilizando como mordiente el ácido cítrico, en las pruebas (10-12) se mantuvo la concentración de colorante (C1COL) y se varió la concentración de mordiente (C1M1). En las siguientes pruebas (13-15) se cambió la concentración de colorante

y se cambió la concentración de mordiente, manteniendo la misma para las tres pruebas. Y en las últimas pruebas (16-18) se varió la concentración de colorante y de mordiente.

En la siguiente tabla, se indica el procedimiento seguido para realizar las pruebas de tintura con el mordiente ácido cítrico.

Tabla 5

Receta de Tintura

Peso muestra: 5gr		Tela: Jersey 100% algodón	
R/B: 1:10		Volumen de agua: 50ml	
Mordiente: Ácido Cítrico			
		Concentración (%)	Dosificación (gr/ml)
	Muestra 10	5	0,25
	Muestra 11	5	0,25
	Muestra 12	5	0,25
	Muestra 13	10	0,5
Colorante	Muestra 14	15	0,75
	Muestra 15	20	1
	Muestra 16	25	1,25
	Muestra 17	30	1,5
	Muestra 18	35	1,75

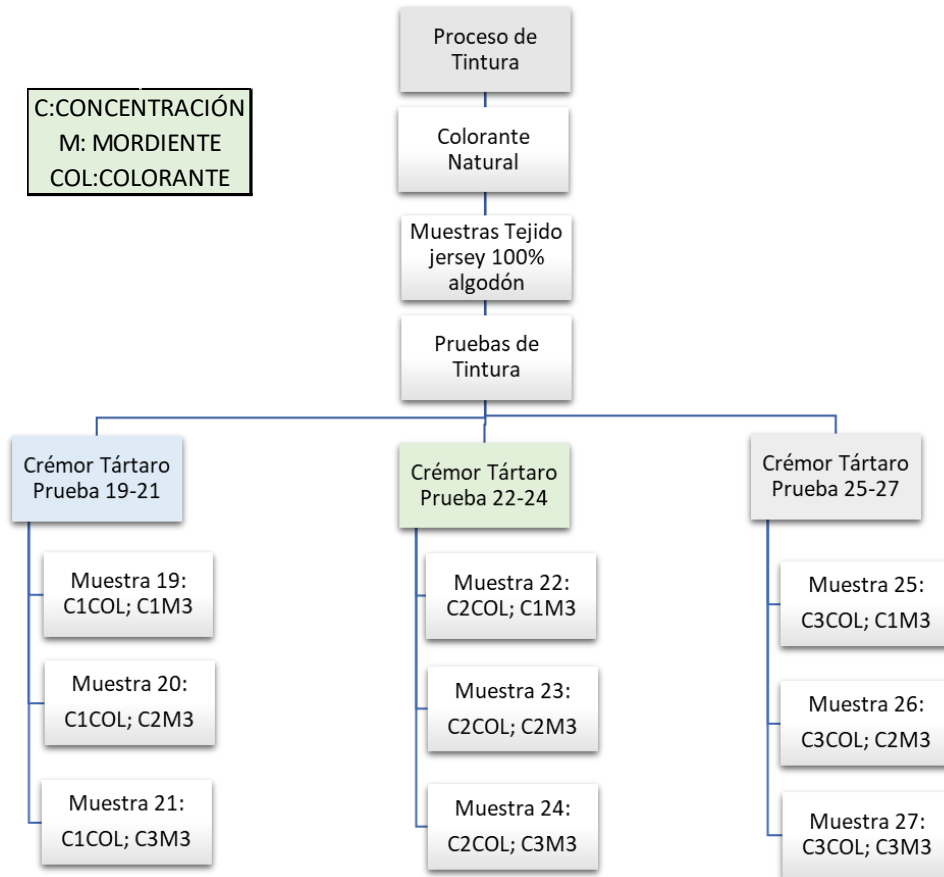
Fuente: Autor

En esta tabla 5 se indica el peso las muestras a tinturar, la relación de baño, el tipo de mordiente a usar y el volumen de agua a utilizar en el proceso. También se indica la composición del material, el colorante natural Rumex Crispis y el número de muestra, con sus respectivas concentraciones y dosificaciones.

A continuación, en una figura se indican las nueve pruebas de tintura siguientes que se realizaron a las muestras mordentadas con el crémor tártaro.

Figura 18

Tintura utilizando el mordiente Crémor Tártaro, prueba 19-27



Fuente: Autor

En el gráfico se muestra las pruebas de tintura utilizando como mordiente el crémor tártaro, en las pruebas (19-21) se mantuvo la concentración de colorante (C1COL) y se varió la concentración de mordiente (C1M1). En las siguientes pruebas (22-24) se cambió la concentración de colorante y se cambió la concentración de mordiente, manteniéndola para las tres pruebas. Y en las últimas pruebas (25-27) se varió la concentración de colorante y de mordiente.

Tabla 6*Receta de Tintura*

Peso muestra: 5gr		Tela: Jersey 100% algodón	
R/B: 1:10		Volumen de agua: 50ml	
Mordiente: Crémor Tártaro			
		Concentración (%)	Dosificación (gr/ml)
Colorante	Muestra 19	5	0,25
	Muestra 20	5	0,25
	Muestra 21	5	0,25
	Muestra 22	10	0,5
	Muestra 23	15	0,75
	Muestra 24	20	1
	Muestra 25	25	1,25
	Muestra 26	30	1,5
	Muestra 27	35	1,75

Fuente: Autor

En esta tabla se indica el peso las muestras a tinturar, la relación de baño y el volumen de agua a utilizar en el proceso. También se indica el número de muestra, con sus respectivas concentraciones y dosificaciones.

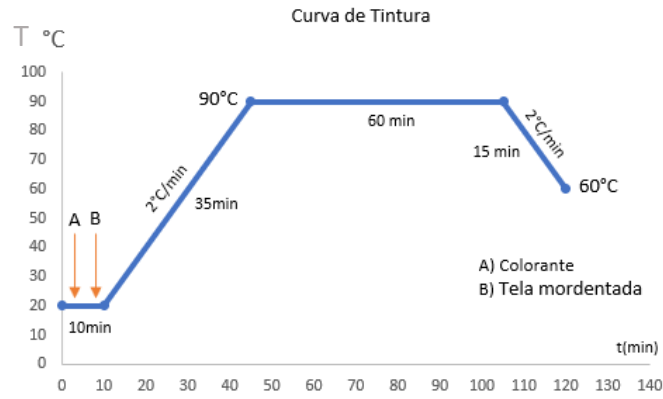
- **Curva de Tintura**

En la curva de tintura se indican los parámetros que se siguieron para realizar el proceso de tintura de la tela de algodón.

A continuación, en la figura se muestra la curva de tintura se siguió para realizar las respectivas pruebas.

Figura 19

Curva de Tintura por Agotamiento



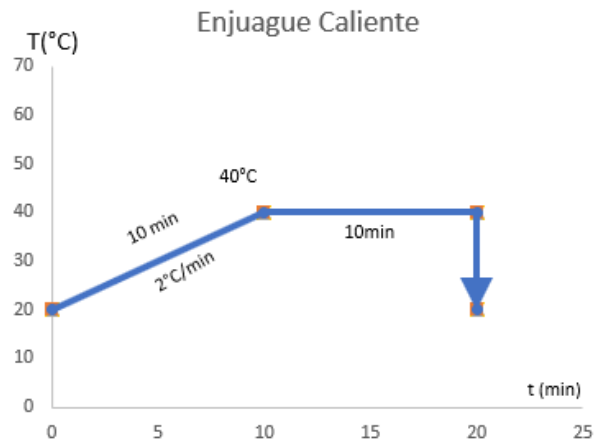
Fuente: Autor

En la figura se muestra la curva de tintura seguida para tinturar las muestras de tela.

A continuación, y una vez culminado el proceso de tintura por agotamiento, se realizó un enjuague para eliminar el colorante que no se ha sido fijado a las fibras.

Figura 20

Curva de Enjuague en Caliente



Fuente: Autor

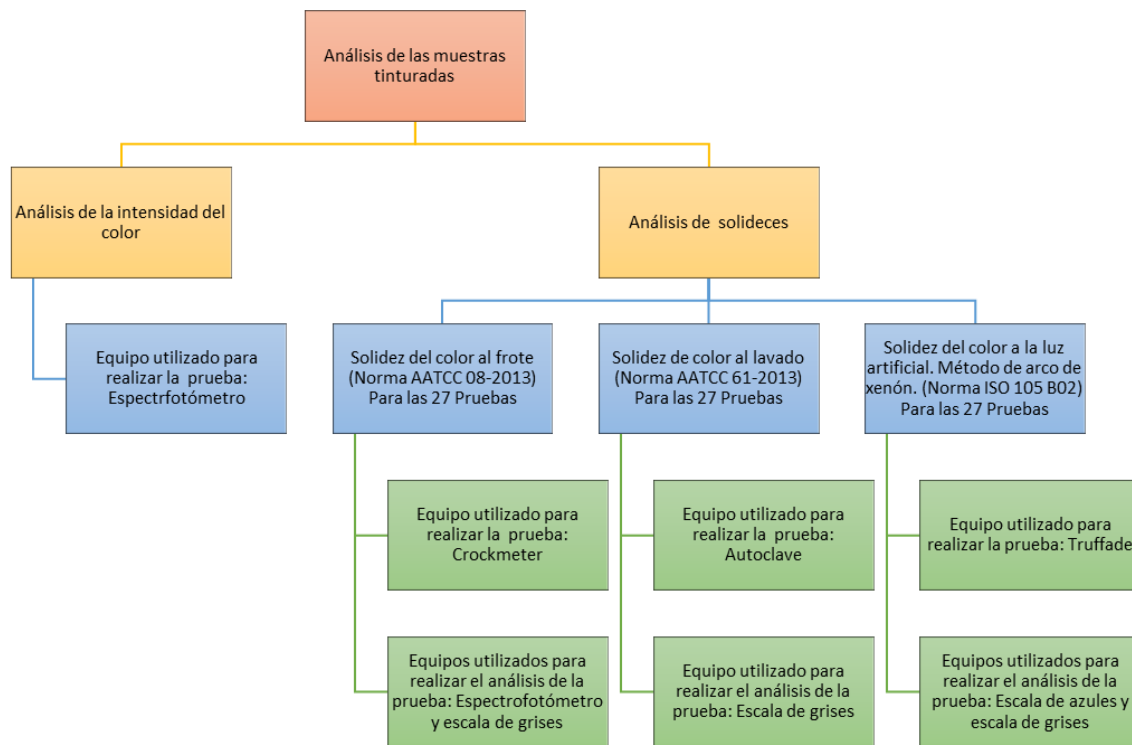
En la figura se muestra la curva de enjuague seguida para eliminar el exceso de colorante.

3.5 Análisis de Muestras en el Laboratorio

Este procedimiento se lo realizó una vez culminadas las respectivas pruebas de tintura, consistió en dos fases. En la primera fase, se analizó la intensidad del color obtenido utilizando el espectrofotómetro. En la segunda fase se procedió a analizar las solideces: al frote, al lavado y a la luz artificial, con la función de escala de grises que tiene el espectrofotómetro, utilizando las normas respectivas para cada uno de los casos. A continuación, se indica el gráfico del procedimiento del análisis realizado.

Figura 21

Proceso de Análisis de las Muestras Tinturadas



Fuente: Autor

En la figura se muestra el procedimiento que se siguió para realizar los análisis respectivos de las muestras tinturadas.

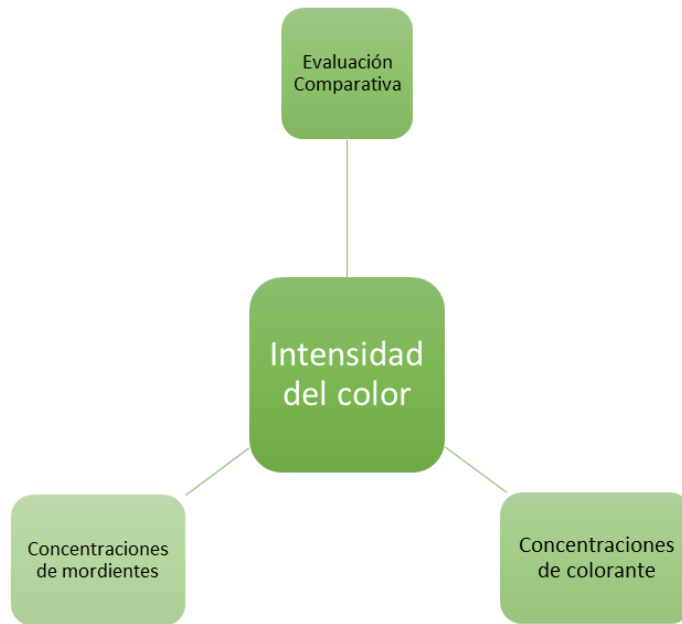
3.6 Evaluación de Resultados

Aquí se realizó una evaluación comparativa de los resultados obtenidos después de realizar el análisis de las pruebas tinturadas. Se evaluó la intensidad del color, basándose en las concentraciones tanto de mordientes como de las concentraciones de colorante utilizados durante las pruebas.

En la siguiente imagen se indica el procedimiento seguido para realizar la evaluación comparativa entre la intensidad del color y las concentraciones.

Figura 22

Evaluación Comparativa de la Intensidad de Color



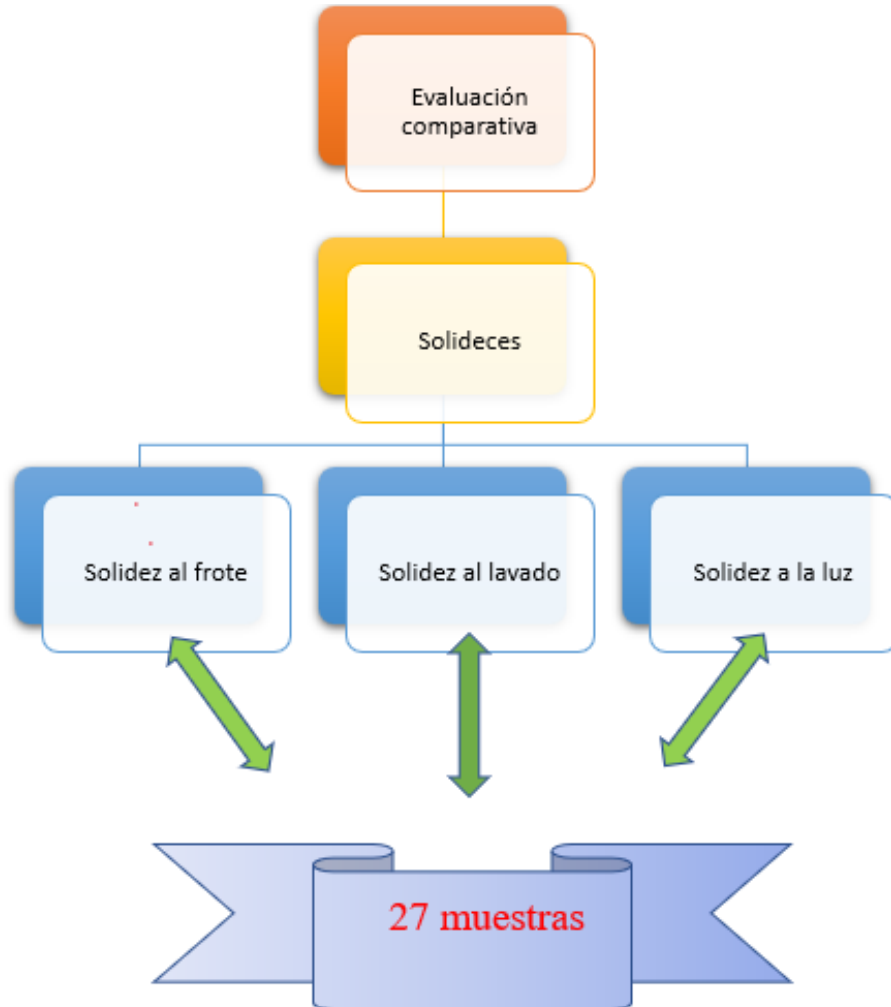
Fuente: Autor

En la figura se muestra el procedimiento realizado para evaluar comparativamente la intensidad de color obtenido con sus respectivas concentraciones de mordientes y colorante.

En la siguiente imagen se indica el procedimiento a seguir para evaluar la calidad de las solideces a las que fueron sometidas las muestras.

Figura 23

Evaluación Comparativa del Análisis de Solideces



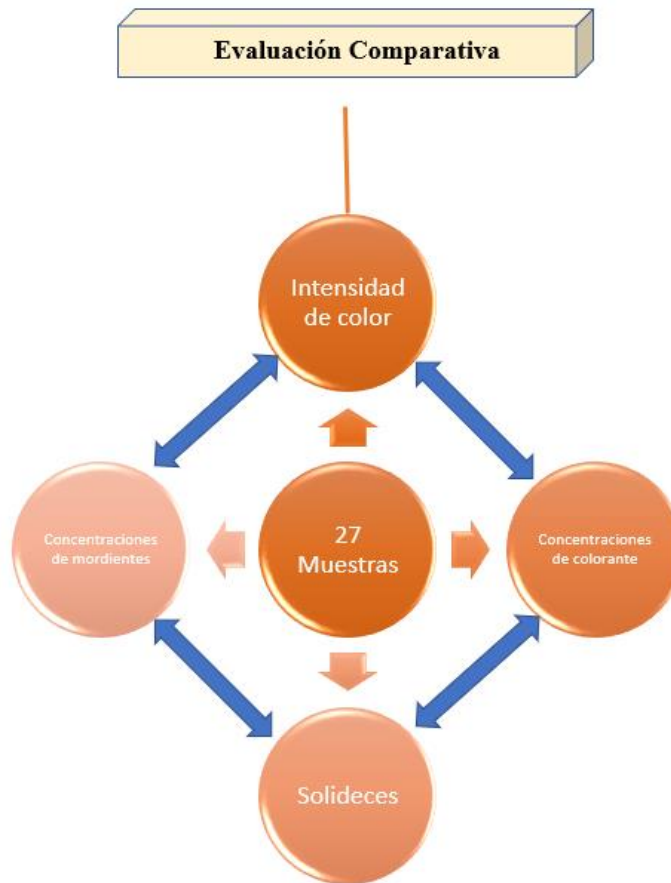
Fuente: Autor

En la figura se muestra el procedimiento seguido para evaluar comparativamente las solideces de las muestras tinturadas.

Una vez realizado el análisis respectivo de las muestras y la evaluación de intensidad de color y de las solideces, se procedió a realizar una evaluación comparativa global de todos los datos obtenidos, cruzando los datos de intensidad de color, concentraciones de mordientes y colorante y también de solideces, entre ellos para tener una mejor perspectiva de la eficacia del proceso realizado. A continuación, se muestra la imagen del procedimiento realizado.

Figura 24

Evaluación Comparativa de las 27 Muestras



Fuente: Autor

En la figura se muestra el procedimiento que se siguió para realizar la evaluación global de los datos obtenidos al realizar las pruebas.

CAPÍTULO IV

4 Resultados y evaluación de resultados

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de cada una de las muestras luego de haber realizado los respectivos ensayos. Se da a conocer el colorante obtenido luego de su debido proceso de extracción, se habla de los valores de mordentado previo realizado con los tres mordientes y mediante el análisis espectrofotométrico, se muestran los valores de intensidad de color obtenido. Además, se detallan los valores de solidez del color en la medición de las muestras tinturadas mediante el análisis de la escala de grises, en dónde y con ayuda del equipo espectrofotómetro, se midió el grado de transferencia y degradación de color con las pruebas de solidez al frote, solidez al lavado y solidez a la luz. Posteriormente se verificó la confiabilidad de los datos obtenidos mediante la evaluación y los análisis estadísticos numéricos y gráficos para poder analizar, interpretar y entender los resultados.

4.1 Resultados

De las pruebas realizadas en la investigación se obtuvieron varios resultados que se muestran en las siguientes tablas en donde se indican los valores de intensidad, transferencia y degradación de color de cada una de las pruebas a las que se sometieron las muestras tinturadas con sus respectivas concentraciones tanto de mordientes como de colorante.

4.1.1 *Colorante Obtenido*

Se recolectó aproximadamente 4kg de hojas de la planta lengua de vaca (*Rumex Crispis*), de los cuales se secó las hojas y se obtuvo 2,8kg, luego se procedió a triturar las hojas obteniéndose 2,6kg. Una vez trituras las hojas se realizó el proceso de macerado colocando los 2,6kg en 4 litros de agua y se dejó macerar por 2 días. Culminado este proceso, se filtró el colorante y se

obtuvo 3,2 kg o 3,2 litros de colorante filtrado que posteriormente se utilizó para realizar el proceso de tintura. A continuación, se muestra una tabla en dónde se especifican estos datos.

Tabla 7

Colorante Obtenido

Recolección	Secado	Triturado	Macerado	Filtrado
(kg)	(kg)	(kg)	(kg/L)	(kg o L)
4	2,8	2,6	2,6/4L	3,2

Fuente: Autor.

En la tabla se indica los valores en kg que se obtuvieron luego de realizar el proceso de obtención.

En la siguiente imagen se indica el colorante una vez realizado el proceso de filtrado.

Figura 25

Colorante Filtrado



Fuente: Autor.

En la figura se observa el colorante obtenido en un recipiente plástico, el peso en kilogramos del colorante se encuentra ya restado el peso del recipiente.

4.1.2 Mordentado

Antes de hacer el mordentado de las muestras, se procedió a disolver cada uno de los mordientes en el volumen de agua indicado en la hoja patrón, que se especifica en el punto (3.3) de la metodología; para posteriormente, medir el pH de la disolución del baño, obteniendo los resultados que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 8

pH de los Baños de Tintura

Vinagre	Ácido Cítrico	Crémor Tártaro
pH	pH	pH
3-5	3-4	5-6

Fuente: Autor.

En esta tabla se indica los valores de pH de los baños con la disolución con los diferentes mordientes, realizada la respectiva medición con el papel pH.

Luego se realizó el proceso de mordentado siguiendo la hoja patrón que se indica en las tablas 3 y 4 para cada una de las muestras con sus respectivos mordientes, en ellas se muestra las concentraciones y dosificaciones utilizadas para realizar el proceso de mordentado previo de las muestras.

En la siguiente imagen se muestra la probeta de una de las muestras a la cual se realizó el proceso de mordentado previo.

Figura 26

Mordentado Previo de las Muestras de Algodón.



Fuente: Autor.

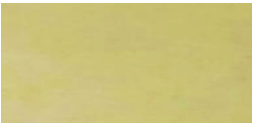

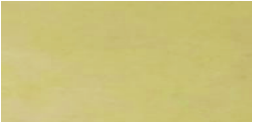

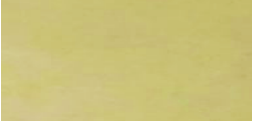

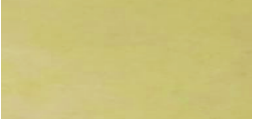

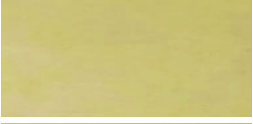

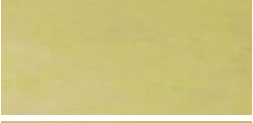

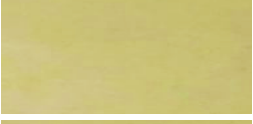

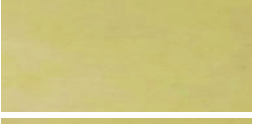



En el gráfico se indica una de las muestras siendo sacada del vaso del autoclave de laboratorio a la cual posteriormente se le midió el pH del baño de tintura.

4.1.3 Procesos de Tintura

Antes de hacer el proceso de tintura, cabe recalcar que se disolvió el colorante en 50ml de agua, luego se colocó la muestra de tela previamente mordentada y se procedió a medir el pH del baño de tintura, obteniendo los siguientes resultados: pH del baño de las muestras mordentadas con vinagre y crémor tártaro (8-10); pH del baño de las muestras mordentadas con ácido cítrico (5-6). Como se puede ver el pH del baño cambió de ácido a alcalino, y a criterio personal, se cree que esto sucede por la forma de reacción del colorante con cada uno de los mordientes. Por último, para realizar el proceso de tintura se siguió la hoja patrón especificada en el apartado de Pruebas de Tintura p.e. (3.4) en donde se indica el peso, volumen, concentración y dosificación del colorante para cada una de las muestras a tinturar. Una vez culminado el proceso de tintura y luego de realizar los análisis respectivos se obtuvo los resultados que se indican a continuación:

Tabla 9

Tintura con Vinagre

M	CM (%)	CC (%)	Color Obtenido	Gráfico	Código PANTONE	PANTONE 4015 C
1	5	5	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
2	10	5	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
3	15	5	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
4	20	10	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
5	20	15	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
6	20	20	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
7	25	25	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
8	30	30	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	
9	35	35	Beige Oscuro		RGB 211 199 99 HEX/HTML D3C763 CMYK 13 10 66 2	

M= Muestra

CM= Concentración Mordiente

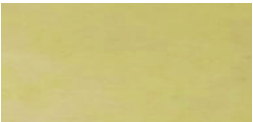

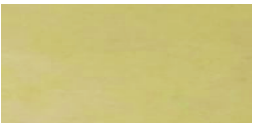

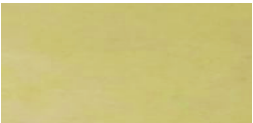

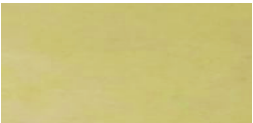

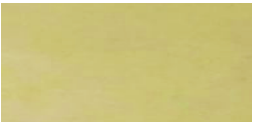

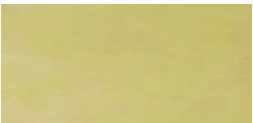

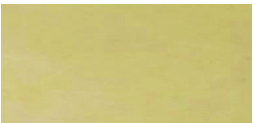

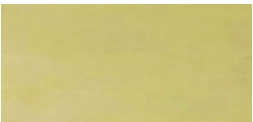



CC= Concentración Colorante

Fuente: Autor

En esta tabla se indica las muestras tinturadas usando el mordiente vinagre, también las concentraciones tanto de mordiente como de colorante, el color obtenido y su respectivo gráfico.

Tabla 10

Tintura con Ácido Cítrico

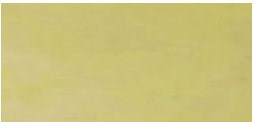

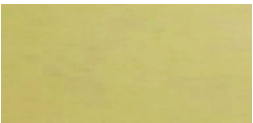

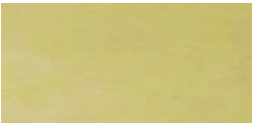

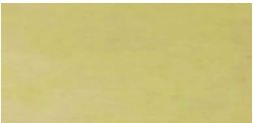

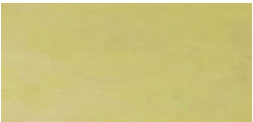

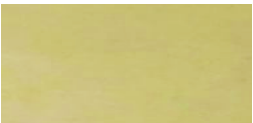

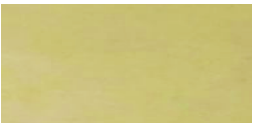

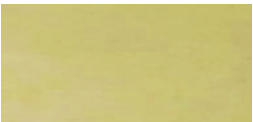



M	CM (%)	CC (%)	Color Obtenido	Gráfico	Código			PANTONE 4015 C	
					PANTONE				
10	5	5	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
11	10	5	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
12	15	5	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
13	20	10	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
14	20	15	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
15	20	20	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
16	25	25	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
17	30	30	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
18	35	35	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	

Fuente: Autor

En esta tabla se indica las muestras tinturadas usando el mordiente ácido cítrico, también las concentraciones tanto de mordiente como de colorante, el color obtenido y su respectivo gráfico.

Tabla 11

Tintura con Crémor Tártaro

M	CM (%)	CC (%)	Color Obtenido	Gráfico	Código			PANTONE 4015 C	
					PANTONE				
19	5	5	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
20	10	5	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
21	15	5	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
22	20	10	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
23	20	15	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
24	20	20	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
25	25	25	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
26	30	30	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	
27	35	35	Beige Oscuro		RGB	211	199	99	
					HEX/HTML	D3C763			
					CMYK	13	10	66	

Fuente: Autor

En esta tabla se indica las muestras tinturadas usando el mordiente crémor tártaro, también las concentraciones tanto de mordiente como de colorante, el color obtenido y su respectivo gráfico.

Una vez realizado el proceso de tintura siguiendo la receta y la respectiva curva, las veinte y siete muestras tinturadas fueron sometidas a un proceso de enjuague caliente a 40°C con su respectiva curva; en la cual y en la mayoría de las muestras, se observó un sangrado considerable puesto que el resto de colorante que no agotó durante el mencionado proceso, se quedó en el baño de tintura luego del enjuague, dándole a las muestras tinturadas un color beige oscuro como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 27

Muestras Tinturadas



Fuente: Autor

En la figura se indica las muestras tinturadas en la máquina autoclave, se observa también el color de las muestras luego de su respectivo secado.

4.1.4 Intensidad del Color

Una vez secadas las muestras, se procedió a realizar los respectivos análisis espectrofotométricos para seleccionar la muestra con mejores resultados, misma que fue tomada como muestra estándar para realizar los posteriores análisis de intensidad de color. El procedimiento para obtener la muestra estándar se indica a continuación:

- Cortar un pedazo de tela de 10x5 cm de la muestra tinturada.
- Medir la intensidad en el espectrofotómetro.
- Comparar los datos obtenidos.

Una vez obtenida la muestra estándar, se analizó los valores de intensidad de color, escogiendo la muestra con mejores resultados, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 12

Resultados de Intensidad de Color Para Obtener la Muestra Estándar

Muestra	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Resultado del Análisis
1	5	5	80,52
2	10	5	79,33
3	15	5	80,89
4	20	10	80,73
5	20	15	80,87
6	20	20	81,64
7	25	25	81,74
8	30	30	80,63
9	35	35	81,34
10	5	5	80,84
11	10	5	80,89
12	15	5	81,89
13	20	10	81,28
14	20	15	80,87
15	20	20	81,71
16	25	25	81,68
17	30	30	81,40
18	35	35	81,75
19	5	5	81,63
20	10	5	81,70
21	15	5	81,66
22	20	10	81,59
23	20	15	81,67
24	20	20	81,13
25	25	25	80,80
26	30	30	80,94
27	35	35	80,65

Fuente: Autor

En esta tabla se indica el número de muestra, la concentración tanto de mordientes como de colorante y los valores de intensidad de cada una de las muestras obtenidos en el espectrofotómetro. También se indica remarcado el cuadro con color gris la muestra con mejores resultados de intensidad, la cual será tomada como base para realizar el respectivo análisis de las muestras.

El valor de intensidad de la muestra estándar (81,89 %) fue tomado como el 100% para hacer una relación, es decir, el máximo valor de intensidad y se le asignó el número de mayor calificación que es 5. Esta mencionada calificación es en base a la escala de grises del espectrofotómetro la cual va de 1 hasta 5, siendo 1 la más baja calificación y 5 la mejor.

4.1.4.1 Resultados de la intensidad de color.

Los valores de la intensidad de color se indican en las tablas 13,14 y 15, en donde se muestra los resultados de las veinte y siete muestras de algodón, a las cuales una vez tinturadas con mordientes y colorante natural a tres concentraciones, se les realizó la medición de la intensidad del color utilizando el método % STR-SWL del equipo espectrofotómetro, asignando un grado de calificación.

Para obtener los respectivos datos de intensidades se utilizó el valor de la muestra estándar (81,89) y se lo analizó y comparó con los resultados obtenidos de los análisis espectrofotométricos de las muestras tinturadas. Se realizó el análisis de las muestras con el método % STR-SWL del equipo espectrofotómetro. Y en base a la calificación de la muestra estándar la cual fue tomada como referencia, se realizó una relación de tres para el cálculo de la calificación de las demás muestras.

A continuación, se muestran los resultados de intensidad con su respectivo cálculo de relación en la siguiente tabla.

Tabla 13

Resultados de Intensidad de Color

Vinagre					
Muestra	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Estándar (%)	Intensidad (%)	Ponderación sobre cinco
1	5	5	81,89	64,22	4
2	10	5	81,89	70,88	4
3	15	5	81,89	77,89	4,5
4	20	10	81,89	79,11	5
5	20	15	81,89	86,45	5
6	20	20	81,89	89,29	5
7	25	25	81,89	89,91	5
8	30	30	81,89	95,74	5
9	35	35	81,89	99,12	5

Fuente: Autor

En la tabla 13 se indica los valores de intensidad de color obtenidos de cada una de las muestras analizadas con sus respectivas concentraciones. También se muestra el resultado de % STR-SWL luego del análisis realizado en el equipo espectrofotómetro y la respectiva calificación. Además, se determina que en esta tabla se tiene más intensidad de color en la muestra 9 con el 35% de concentración del mordiente obteniendo un resultado de 99,12 %.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de intensidad obtenidos de las muestras mordentadas con el ácido cítrico, en dónde se realizó la relación de cálculo con la muestra estándar para obtener la calificación.

Tabla 14

Resultados de Intensidad de Color

Ácido Cítrico					
Muestra	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Estándar (%)	Intensidad (%)	Ponderación sobre cinco
10	5	5	81,89	65,57	4
11	10	5	81,89	71,32	4
12	15	5	81,89	81,75	5
13	20	10	81,89	89,62	5
14	20	15	81,89	96,85	5
15	20	20	81,89	97,73	5
16	25	25	81,89	103,42	5
17	30	30	81,89	105,38	5
18	35	35	81,89	106,35	5

Fuente: Autor

En la tabla 14 se indica los valores de intensidad de color obtenidos de cada una de las muestras analizadas con el equipo espectrofotómetro y sus respectivas concentraciones. Además, se muestra el resultado de % STR-SWL luego del análisis realizado y la respectiva calificación con el valor ponderado en porcentaje del cálculo en relación con el valor de la muestra estándar obtenida anteriormente.

A continuación, se indica una tabla con los resultados de intensidad.

Tabla 15

Resultados de Intensidad de Color

Muestra	Crémor Tártaro				
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Estándar (%)	Intensidad (%)	Ponderación sobre cinco
19	5	5	81,89	71,47	4
20	10	5	81,89	81,98	5
21	15	5	81,89	88,72	5
22	20	10	81,89	104,39	5
23	20	15	81,89	105,94	5
24	20	20	81,89	107,73	5
25	25	25	81,89	108,75	5
26	30	30	81,89	111,38	5
27	35	35	81,89	117,33	5

Fuente: Autor

En la tabla 15 se indica los valores de intensidad de color obtenidos de cada una de las muestras analizadas con sus respectivas concentraciones. Además, se muestra el resultado de % STR-SWL luego del análisis realizado en el equipo espectrofotómetro y la respectiva calificación de la escala de grises.

4.1.5 Solideces

4.1.5.1 Solidez del Color al Frote.

- **Resultados de transferencia de color.**

Los valores de transferencia de color se indican en las siguientes tablas, en dónde se muestra los resultados de las veinte y siete muestras de algodón tinturadas con mordientes y

colorante natural extraído de la lengua de vaca (*Rumex Crispis*) a tres concentraciones; para obtener estos datos se utilizó telas testigo las cuales se frotaron con las muestras tinturadas con colorante natural, para luego analizar con la prueba de la solidez al frote con la función de escala de grises del equipo espectrofotómetro y asignarles una calificación que va de 1 a 5, siendo 1 la peor calificación y 5 la mejor. A continuación, en las siguientes tablas, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 16

Resultados de la Transferencia de Color

Muestra	Vinagre		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
1	5	5	5
2	10	5	4,5
3	15	5	5
4	20	10	5
5	20	15	5
6	20	20	5
7	25	25	5
8	30	30	4,5
9	35	35	5

Fuente: Autor

En la tabla 16 se observa los valores de transferencia de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color al frote con el mordiente vinagre; valores que van desde 1 a 5 según el análisis de la función de escala de grises que tiene el equipo espectrofotómetro, en

dónde se muestra que en todos los resultados son similares indistintamente de la concentración utilizada.

Los resultados de solidez del color al frote con el mordiente ácido cítrico se indican en la siguiente tabla.

Tabla 17

Resultados de la Transferencia de Color

Muestra	Ácido Cítrico		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
10	5	5	5
11	10	5	5
12	15	5	4,5
13	20	10	5
14	20	15	5
15	20	20	5
16	25	25	5
17	30	30	5
18	35	35	5

Fuente: Autor

En la tabla 17 se observa los valores de transferencia de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color al frote con el mordiente ácido cítrico; valores que van desde 1 a 5 según el análisis del equipo espectrofotómetro, en dónde se muestra que en todos los resultados son similares indistintamente de la concentración de colorante y mordiente utilizada para estas pruebas.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de solidez del color al frote utilizando el mordiente crémor tártaro.

Tabla 18

Resultados de la Transferencia de Color

Muestra	Crémor Tártaro		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
19	5	5	5
20	10	5	5
21	15	5	5
22	20	10	4,5
23	20	15	4,5
24	20	20	5
25	25	25	5
26	30	30	4,5
27	35	35	5

Fuente: Autor

En la tabla 18 se observa los valores de transferencia de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color al frote con el mordiente crémor tártaro; valores que van desde 1 a 5 según el análisis del equipo espectrofotómetro, en dónde se muestra que en todos los resultados son similares indistintamente de la concentración de colorante y mordiente utilizada.

4.1.5.2 Solidez del Color al Lavado.

- **Resultados de pérdida de color.**

Los valores de la pérdida de color se indican en las siguientes tablas, en donde se muestra los resultados de las veinte y siete muestras de algodón, a las cuales una vez tinturadas con mordientes y colorante natural a tres concentraciones, se les realizó la prueba de solidez del color

al lavado; para luego hacer una comparación de la muestra lavada con la muestra sin realizar ningún proceso y así poder dar la calificación mediante el análisis del equipo espectrofotómetro.

El resultado de los análisis espectrofotométricos se les asignaron valores que van de 1 a 5, según la escala de grises del equipo, siendo el 1 la peor calificación y 5 la mejor, a continuación, se muestran estos datos en las siguientes tablas.

Tabla 19

Resultados de la Pérdida de Color

Muestra	Vinagre		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
1	5	5	2
2	10	5	2,5
3	15	5	2,5
4	20	10	3
5	20	15	3
6	20	20	2
7	25	25	3,5
8	30	30	2,5
9	35	35	3,5

Fuente: Autor

En la tabla 19 se observa los valores de pérdida de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color al lavado con el mordiente vinagre; valores que van desde 1 a 5 según el análisis de la función de escala de grises que tiene el equipo espectrofotómetro, en dónde se muestra que en todos los resultados son similares indistintamente de la concentración de colorante y mordiente utilizada.

Los resultados de solidez del color al lavado con el mordiente ácido cítrico se indican en la siguiente tabla.

Tabla 20

Resultados de la Pérdida de Color

Muestra	Ácido Cítrico		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
10	5	5	3,5
11	10	5	3
12	15	5	3,5
13	20	10	3
14	20	15	2,5
15	20	20	2
16	25	25	3
17	30	30	3
18	35	35	2,5

Fuente: Autor

En la tabla 20 se observa los valores de pérdida de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color al lavado con el mordiente ácido cítrico; valores que van desde 1 a 5 según la calificación de la función de escala de grises que tiene el equipo espectrofotómetro, en dónde se muestra que en la mayoría de los resultados se tiene una calificación baja de solidez, indistintamente de la concentración de colorante y mordiente utilizada en el proceso.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de solidez del color al lavado utilizando el mordiente crémor tártaro.

Tabla 21

Resultados de la Pérdida de Color

Muestra	Crémor Tártaro		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
19	5	5	1,5
20	10	5	3
21	15	5	3,5
22	20	10	1,5
23	20	15	4
24	20	20	4
25	25	25	4
26	30	30	2
27	35	35	4

Fuente: Autor

En la tabla 21 se observa los valores de pérdida de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color al lavado con el mordiente crémor tártaro; valores que van desde 1 a 5 según la calificación de la función de escala de grises que tiene el equipo espectrofotómetro, en dónde se muestra que en la mitad de los resultados se tiene una buena calificación, es decir que, a medida que aumenta la concentración de colorante y mordiente la solidez también aumenta.

4.1.5.3 Solidez del Color a la Luz.

- **Resultados de degradación de color.**

Los valores de degradación de color se indican en las siguientes tablas, en donde se muestra los resultados de las veinte y siete muestras de algodón, a las cuales una vez tinturadas con mordientes y colorante natural a tres concentraciones, se les realizó la prueba de solidez del color a la luz; luego se realizó el análisis respectivo con el equipo espectrofotómetro con el fin de obtener datos que posteriormente se les asignó una calificación que va entre 1 y 5, siendo 1 la peor calificación y 5 la mejor, a continuación, se muestran estos datos en las siguientes tablas.

Tabla 22

Resultados de la Degradación de Color

Muestra	Vinagre		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
1	5	5	2,5
2	10	5	2,5
3	15	5	2
4	20	10	1,5
5	20	15	2
6	20	20	2
7	25	25	2,5
8	30	30	2,5
9	35	35	2

Fuente: Autor

En la tabla 22 se observa los valores de degradación de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color a la luz; valores que van desde 1 a 5 según la función de escala de grises del equipo espectrofotómetro.

Los resultados de solidez del color a la luz con el mordiente ácido cítrico se indican en la siguiente tabla.

Tabla 23

Resultados de la Degradación de Color

Ácido Cítrico			
Muestra	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Resultado sobre cinco
10	5	5	2
11	10	5	2
12	15	5	2
13	20	10	2
14	20	15	1.5
15	20	20	2
16	25	25	2
17	30	30	2
18	35	35	2

Fuente: Autor

En esta tabla se observa los valores de degradación de color obtenidos con cada una de las muestras sometidas a las pruebas de solidez del color a la luz con el mordiente ácido cítrico; valores que van desde 1 a 5 según el análisis de la función de escala de grises que tiene el equipo espectrofotómetro, en dónde se muestra que en la mayoría de los resultados se tiene una calificación muy baja de solidez, indistintamente de las concentraciones de colorante y mordiente utilizadas en el proceso.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de solidez del color a la Luz utilizando el mordiente crémor tártaro.

Tabla 24

Resultados de la Degradación de Color

Muestra	Crémor Tártaro		Resultado sobre cinco
	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	
19	5	5	2
20	10	5	1,5
21	15	5	1,5
22	20	10	1,5
23	20	15	1,5
24	20	20	1,5
25	25	25	2,5
26	30	30	2,5
27	35	35	2

Fuente: Autor

En la tabla 24 se observa los valores de degradación de color obtenidos de cada una de las muestras sometidas a la prueba de solidez de color a la luz con el mordiente crémor tártaro; valores que van desde 1 a 5 según el análisis del equipo espectrofotómetro.

4.2 Evaluación de Resultados

El análisis respectivo de los valores que se obtuvo luego de los procesos realizados se hizo con medidas de tendencia central, medidas de dispersión y la media, también se utilizó el coeficiente de variación. Posteriormente a través de un análisis comparativo entre los valores obtenidos de cada una de las muestras y la concentración tanto de mordientes como de colorante,

se determinó cual muestra presenta mejores resultados, el grado de influencia de los parámetros de tintura y concentración en intensidad, transferencia, pérdida y degradación de color.

4.2.1 Normalidad de los Datos

Es un test el cual indica que los datos obtenidos pueden o no ser sometidos a procedimientos de análisis estadísticos. Por ello y antes de someter a nuestros datos a los mencionados análisis, se procedió a realizar el test de normalidad a los valores de intensidad de color, transferencia de color y degradación de color obtenidos de los análisis espectrofotométricos de las muestras tinturadas.

En las siguientes tablas se indican los valores de normalidad del método Estadístico W de Shapiro-Wilk obtenidos del programa estadístico Statgraphics.

Tabla 25

Test de Normalidad Datos obtenidos de la prueba de Intensidad de Color

Test de Normalidad			
	Vinagre	Ácido Cítrico	Crémor Tártaro
N	9	9	9
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,966182	0,898283	0,884283
Valor-P (Normal)	0,85477	0,23807	0,171145

Fuente: Autor

En la tabla 25 se muestra el test de normalidad realizado al resultado de intensidad de las pruebas para aceptar la hipótesis nula, indicándose que los valores de Estadístico W de Shapiro-Wilk son mayores a 0,05. Con este respaldo en los resultados confiables de este método y debido a que el

valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor a 0,05, se puede afirmar que existe de una distribución normal con 95% de confianza.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados del test de normalidad realizada a las pruebas de solidez del color al frote con los tres mordientes, con el fin de comprobar la hipótesis nula de los datos obtenidos.

Tabla 26

Test de Normalidad Datos de las pruebas de solidez del Color al Frote

	Test de Normalidad		
	Vinagre	Ácido Cítrico	Crémor Tártaro
N	9	9	9
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,536216	0,385532	0,489533
Valor-P (Normal)	0,0371144	0,1807	0,171145

Fuente: Autor

En la tabla 26 se muestra el test de normalidad realizado al resultado de Tránsito de color de las pruebas para aceptar la hipótesis nula, indicándose que los valores de Estadístico W de Shapiro-Wilk son mayores a 0,05. Con este respaldo en los resultados confiables de este método y debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor a 0,05, podemos afirmar que proviene de una distribución normal con 95% de confianza. Lo que significa que todos los datos superan el nivel de confiabilidad y pueden ser sometidos a procedimientos estadísticos.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados del test de normalidad realizada a las pruebas de solidez del color al lavado con los tres mordientes.

Tabla 27*Test de Normalidad Datos de la prueba de Solidez del Color al Lavado*

	Test de Normalidad		
	Vinagre	Ácido Cítrico	Crémor Tártaro
N	9	9	9
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,902645	0,90379	0,796136
Valor-P (Normal)	0,263214	0,270184	0,165674

Fuente: Autor

En la tabla 27 se muestra el test de normalidad realizado al resultado de pérdida de color de las pruebas para aceptar la hipótesis nula, indicándose que los valores de Estadístico W de Shapiro-Wilk son mayores a 0,05. Con este respaldo en los resultados confiables de este método y debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor a 0,05, podemos afirmar que proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Tabla 28*Test de Normalidad Datos de la prueba de Solidez del Color a la Luz*

	Test de Normalidad		
	Vinagre	Ácido Cítrico	Crémor Tártaro
N	9	9	9
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0,806771	0,90379	0,796136
Valor-P (Normal)	0,535287	0,270184	0,165674

Fuente: Autor

En la tabla 28 se muestra el test de normalidad realizado al resultado de pérdida de color de las pruebas para aceptar la hipótesis nula, indicándose que los valores de Estadístico W de Shapiro-

Wilk son mayores a 0,05. Con este respaldo en los resultados confiables de este método y debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor a 0,05, podemos afirmar que proviene de una distribución normal con 95% de confianza. Lo que significa que todos los datos superan el nivel de confiabilidad y pueden ser sometidos a procedimientos estadísticos.

4.2.2 *Análisis de Resultados*

Este se lo realizó comparando los valores de intensidad, transferencia, pérdida y degradación de color obtenidos en el equipo espectrofotómetro de las veinte y siete muestras de algodón, que fueron sometidas al proceso de tintura con colorante y mordientes naturales en concentraciones de: mordientes (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%) y colorante (5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%) para obtener la mayor cantidad de datos y parámetros que ayuden a determinar la confiabilidad de este trabajo de investigación.

Se utilizó la media y el coeficiente de variación para describir los valores obtenidos expresando dichos valores en porcentajes y grados, luego se hizo un análisis estadístico con los parámetros obtenidos los cuales servirán para determinar que mordiente es mejor para ayudar a fijar el colorante natural a la tela y en qué grado afectan los mencionados parámetros de tintura y concentraciones de mordientes y colorante natural en la intensidad del color.

4.2.2.1 Análisis de Resultados de Intensidad de Color en Base a la Concentración de Mordiente

Para este análisis se tomó los valores obtenidos en las tablas 14, 15 y 16; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de intensidad de las concentraciones de los mordientes vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro, evaluando que concentración de mordiente dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de las intensidades de color indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 29

Intensidad de Color con Relación a la Concentración de Mordiente

	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vinagre	C (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	I (%)	64,22	70,88	77,89	79,11	86,45	89,91	89,29	95,74	99,12
Ácido Cítrico	M	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	C (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	I (%)	65,57	71,32	81,75	89,62	96,85	97,73	103,42	105,38	106,35
Crémor Tártaro	M	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	C (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	I (%)	71,47	81,98	88,72	104,39	105,95	107,73	108,75	111,38	117,33

M= Muestra

C= Concentración

I (%) = Intensidad (%)

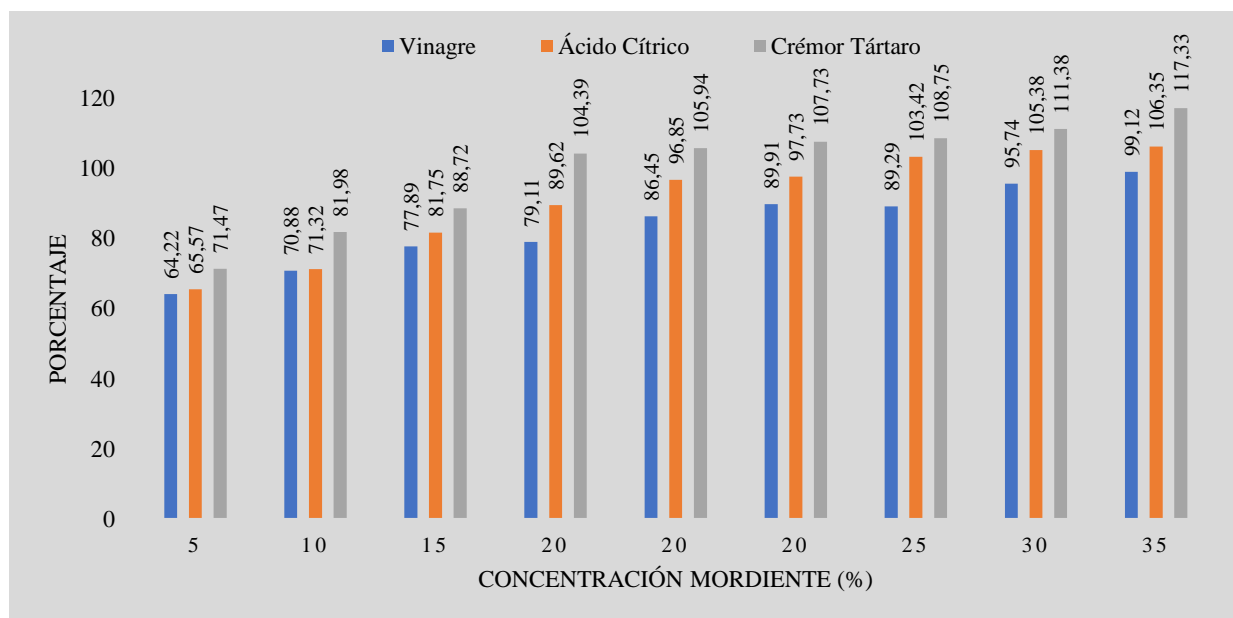
Fuente: Autor

En la tabla 29 se tiene el número de muestra, la concentración y los valores de resultado de intensidad del color obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. De los datos obtenidos se evalúa y determina lo siguiente: que a mayor concentración existe más intensidad de color y esto se da con los tres tipos de mordientes. Se determina también que de los tres mordientes el que mejor resultados de intensidad de color da es el crémor tártaro con 117,33% de intensidad.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la intensidad de color que se obtuvo con los tres mordientes en base a la concentración.

Figura 28

Intensidad del Color en Base a la Concentración de Mordiente



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de intensidad de color en base al porcentaje de concentración de los mordientes, con el 5% de vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro se obtiene las intensidades de 64, 22%, 65,57% y 71,47 % respectivamente. Y, a la concentración mayor de 35 % en los tres mordientes se tiene 99,12%, 106,355 y 117, 33% de intensidad en comparación. Es decir que a mayor concentración de mordiente la intensidad de color sube.

4.2.2.2 Análisis de Resultados de Intensidad de Color en Base a la Concentración de Colorante

Para este análisis se tomó los valores obtenidos en las tablas 14, 15 y 16; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de intensidad de las concentraciones de los mordientes vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro, evaluando que concentración de colorante dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de las intensidades de color indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 30

Intensidad de Color en Base a la Concentración de Colorante

Colorante	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rumex	C (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
Crispis	I (%)	64,22	70,88	77,89	79,11	86,45	89,91	89,29	95,74	99,12
Colorante	M	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Rumex	C (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
Crispis	I (%)	65,57	71,32	81,75	89,62	96,85	97,73	103,42	105,38	106,35
Colorante	M	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Rumex	C (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
Crispis	I (%)	71,47	81,98	88,72	104,39	105,95	107,73	108,75	111,38	117,33

M= Muestra

C= Concentración

I (%) = Intensidad (%)

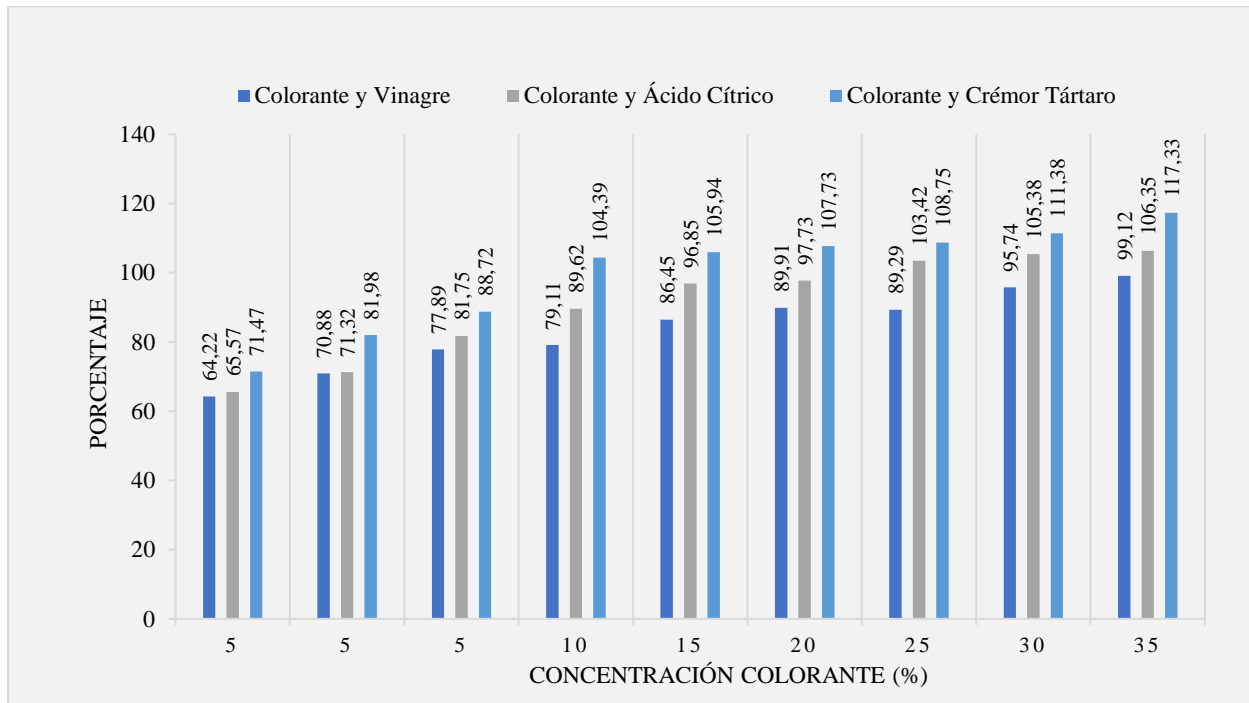
Fuente: Autor

En la tabla 30 se tiene el número de muestra, la concentración y los valores de resultado de intensidad del color obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. De los datos obtenidos en esta tabla se evalúa y determina lo siguiente: que a mayor concentración de colorante existe más intensidad de color y esto se da en todas las muestras. Se determina también que los mejores resultados de intensidad de color se obtuvieron con las mayores concentraciones de colorante. Además, se observa que se logra más intensidad de color en la muestra 27 con el 35% de concentración del colorante obteniendo un resultado de 117,33%.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de intensidad de color que se obtuvo en base a las concentraciones de colorante.

Figura 29

Intensidad del Color en Base a la Concentración del Colorante



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de intensidad de color en base a los porcentajes de concentración del colorante utilizadas en el proceso, en dónde se observa que con el 5% se obtiene las intensidades de 64,22%, 65,57% y 71,47%. Y, a la concentración mayor de 35% del colorante se tiene 99,12%, 106,355 y 117,33% de intensidad en comparación. Es decir que a mayor concentración de colorante la intensidad de color sube.

4.2.2.3 Análisis de Resultados de Solideces

4.2.2.3.1 Análisis de Resultados de Solidez al Frote en Base a la Concentración de Mordiente

Para este análisis se tomó los valores obtenidos en las tablas 17, 18 y 19; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de solidez del color al frote de las concentraciones de los mordientes vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro, evaluando que concentración de mordiente dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de solidez del color al frote indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 31

Solidez del Color al Frote en Base a la Concentración de Mordiente

	Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vinagre	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado	5	4,5	5	5	5	5	5	4,5	5
	Muestras	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ácido Cítrico	Concentración (%)	5	10	15	20	25	20	25	30	35
	Resultado	5	5	4,5	5	5	5	5	5	5
	Muestras	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Crémor Tártaro	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado	5	5	5	4,5	4,5	5	5	4,5	5

Fuente: Autor

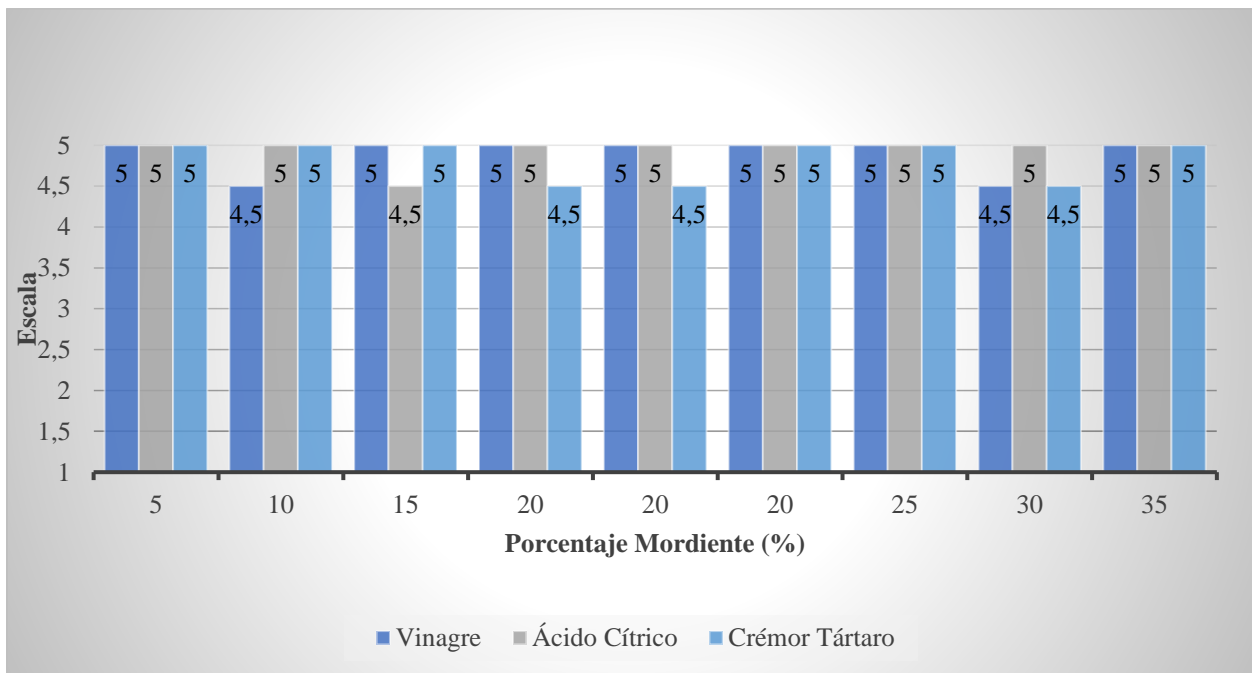
En la tabla 31 se tiene el número de muestra, la concentración y los valores de resultado de solidez del color al frote obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. De los datos obtenidos en esta tabla se evalúa y determina lo siguiente: que la concentración de mordiente no influye en la solidez del color al frote y esto se da con los tres mordientes. Se determina también que los

mejores resultados de intensidad de color se obtuvieron con las concentraciones porcentuales del ácido cítrico, cuyos resultados de calificación sobre 5, son casi perfectos a excepción del resultado de la muestra 12 la cual tiene una calificación de 4,5.

En la siguiente imagen se puede observar de mejor manera y claramente la relación de solidez del color al frote que se obtuvo con los tres mordientes, enfocándose en la concentración de mordiente.

Figura 30

Solidez al Frote en Base a la Concentración del Mordiente



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de solidez del color al frote en base al porcentaje de concentración del mordiente. También se observa claramente que ha concentraciones de 5%, 20%, 25% y 35% de mordiente tenemos una calificación sobre 5 perfecta. Es decir que la concentración de mordiente no influye en la solidez del color.

4.2.2.3.2 *Análisis de Resultados de Solidez al Frote en Base a la Concentración de Colorante*

Para este análisis se tomó los valores obtenidos en las tablas 17, 18 y 19; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de solidez del color al frote de las concentraciones de colorante, evaluando que concentración de colorante dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de solidez del color al frote indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo de solidez.

Tabla 32

Solidez del Color al Frote en Base a la Concentración de Colorante

Colorante y Vinagre	Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Resultado	5	4,5	5	5	5	5	5	4,5	5
Colorante y Ácido Cítrico	Muestras	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Resultado	5	5	4,5	5	5	5	5	5	5
Colorante y Crémor Tártaro	Muestras	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Resultado	5	5	5	4,5	4,5	5	5	4,5	5

Fuente: Autor

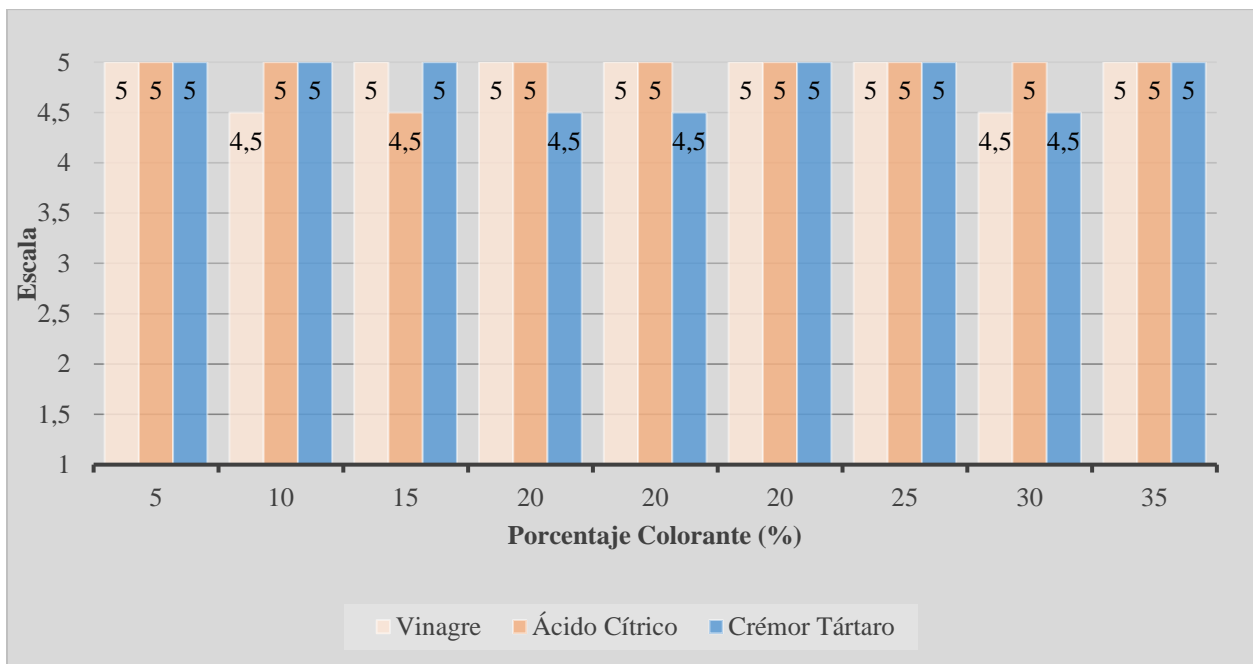
En la tabla 32 se tiene el número de muestra, la concentración y los valores de resultado de solidez del color al frote obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. De los datos obtenidos en esta tabla se evalúa y determina lo siguiente: que la concentración de colorante no influye en la solidez del color al frote y esto se da en todas las muestras. Se determina también que los mejores resultados de solidez del color al frote se obtuvieron con las concentraciones porcentuales del ácido

cítrico, cuyos resultados de calificación sobre 5, son casi perfectos a excepción del resultado de la muestra 12 la cual tiene una calificación de 4,5.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de solidez del color al frote que se obtuvo con las diferentes concentraciones de colorante utilizadas en el proceso de tintura de estas muestras.

Figura 31

Solidez al Frote en Base a la Concentración de Colorante



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de solidez del color al frote en base al porcentaje de concentración de colorante. También se observa claramente que ha concentraciones de 5%, 20%, 25% y 35% de colorante tenemos una calificación sobre 5 perfecta. Es decir que la concentración de colorante no influye en la solidez del color.

4.2.2.3.3 *Análisis de Resultados de Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Mordiente*

Para este análisis se tomó los valores obtenidos en las tablas 20, 21, 22; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de solidez del color al lavado de las concentraciones de los mordientes vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro, evaluando que concentración de mordiente dio mejores resultados.

A continuación, se muestran en una tabla los valores de solidez del color al lavado indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 33

Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Mordiente

	Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
, Vinagre	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado	2	2,5	2,5	3	3	2	3,5	2,5	3,5
	Muestras	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ácido Cítrico	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado	3,5	3	3,5	1,5	2,5	2	3	3	2,5
	Muestras	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Crémor Tártaro	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado	1,5	3	3,5	1,5	4	4	4	2	4

Fuente: Autor

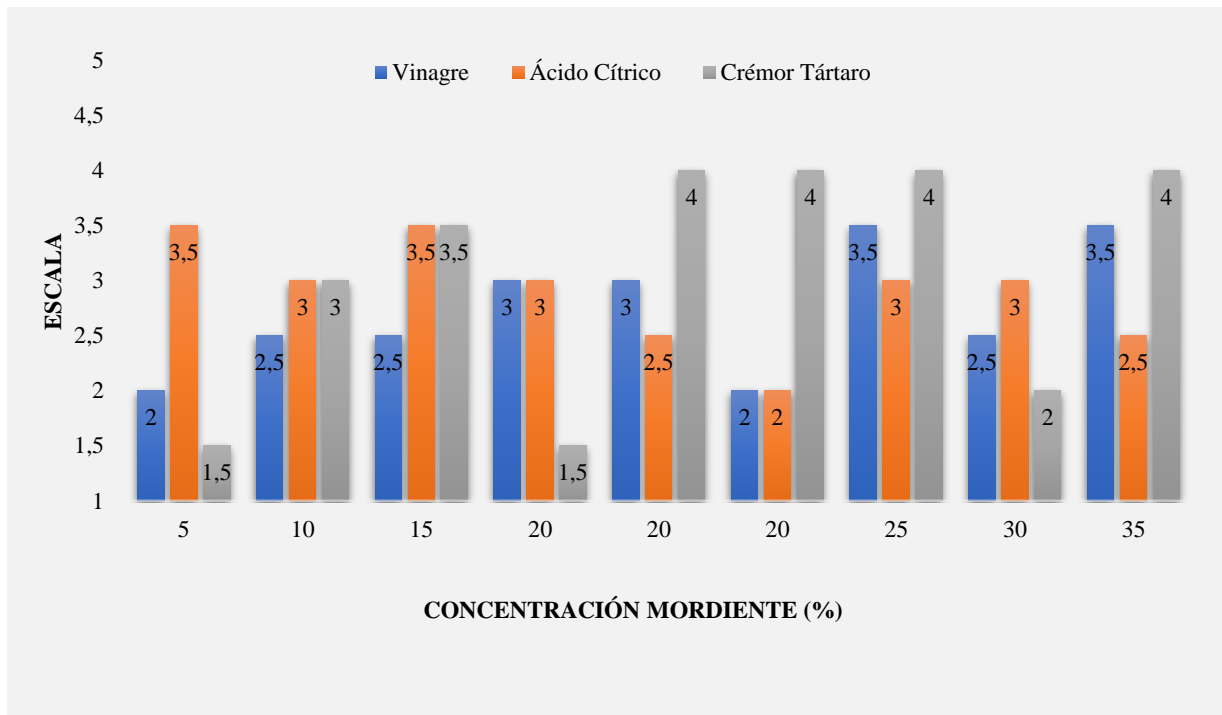
En la tabla 33 se tiene la muestra, la concentración y el resultado de la solidez del color al lavado obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se observa se determina que la concentración de mordiente no influye en la solidez del color al lavado y esto se da con los

tres mordientes. Sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron con las concentraciones porcentuales del crémor tártaro, obteniendo una calificación de 3,05 en promedio.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de solidez del color al lavado que se obtuvo con los tres mordientes en base a la concentración.

Figura 32

Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Mordiente



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de solidez del color al lavado en base al porcentaje de concentración del mordiente. También se observa claramente que ha concentraciones de 20%, 25% y 35% de mordiente tenemos una calificación de 4/5. Es decir que la concentración de mordiente no influye en la solidez del color al lavado.

4.2.2.3.4 *Análisis de Resultados de Solidez al lavado en Base a la Concentración de Colorante*

Para la realización de este análisis, se tomó los valores obtenidos en las tablas 20, 21 y 22; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de las pruebas de solidez del color al lavado de las concentraciones de colorante, evaluando que concentración de colorante dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de solidez del color al lavado indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 34

Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Colorante

Colorante y Vinagre	Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Resultado	2	2,5	2,5	3	3	2	3,5	2,5	3,5
Colorante y Ácido Cítrico	Muestras	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Resultado	3,5	3	3,5	1,5	2,5	2	3	3	2,5
Colorante y Crémor Tártaro	Muestras	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Resultado	1,5	3	3,5	1,5	4	4	4	2	4

Fuente: Autor

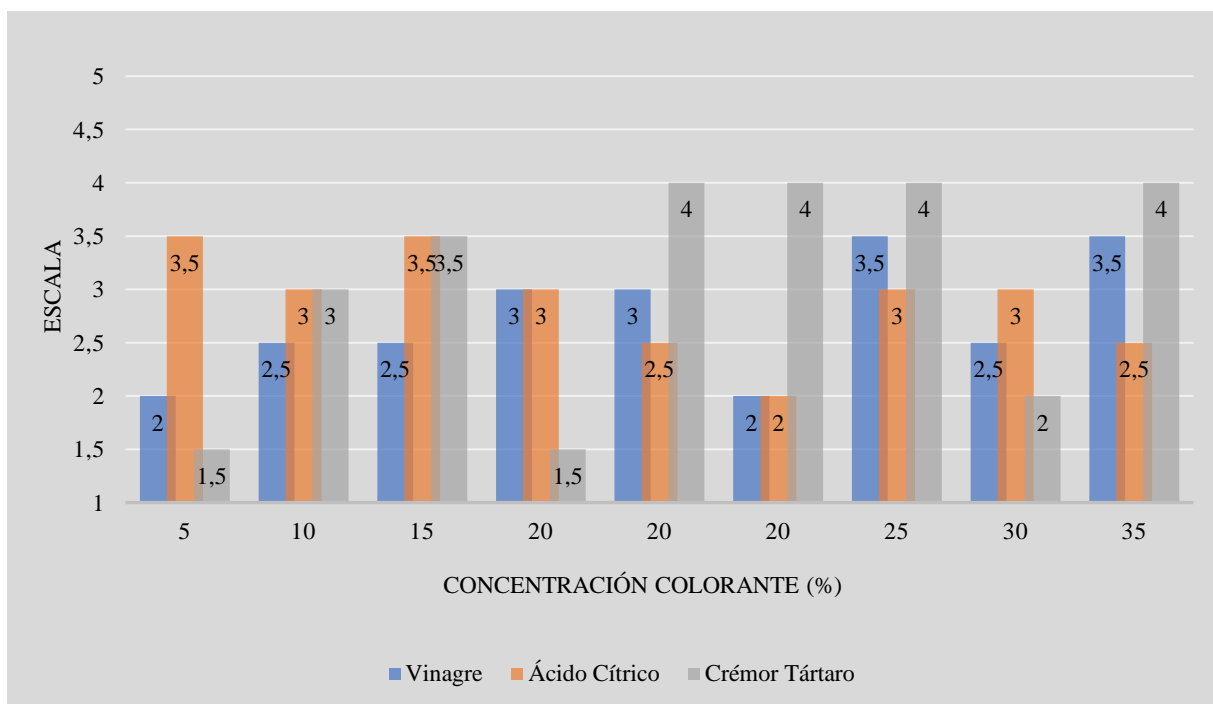
En la tabla 34 se tiene el número de muestra, la concentración y los valores de resultado de solidez del color al lavado obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. De los datos obtenidos en esta tabla se evalúa y determina lo siguiente: que la concentración de colorante no influye en la solidez del color al lavado y esto se da con todas las muestras. Se determina también que los

mejores resultados de solidez del color al lavado se obtuvieron con las concentraciones porcentuales del crémor tártaro, obteniendo una calificación de 3,05 en promedio.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de solidez del color al lavado que se obtuvo con las diferentes concentraciones de colorante.

Figura 33

Solidez del Color al Lavado en Base a la Concentración de Colorante



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de solidez del color al lavado en base al porcentaje de concentración del colorante. También se observa claramente que ha concentraciones de 20%, 25% y 35% de colorante tenemos una calificación de 4/5. Es decir que la concentración de colorante no influye en la solidez del color al lavado.

4.2.2.3.5 *Análisis de Resultados de Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Mordiente*

Para este análisis se tomó los valores obtenidos en las tablas 23, 24, 25; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de solidez del color al lavado de las concentraciones de los mordientes vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro, evaluando que concentración de mordiente dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de solidez del color a la luz indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 35

Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Mordiente

	Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vinagre	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado (°)	2,5	2,5	2	1,5	2	2	2,5	2,5	2
	Muestras	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ácido Cítrico	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado (°)	2	2	2	1,5	2	2	2	2	2
	Muestras	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Crémor Tártaro	Concentración (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35
	Resultado (°)	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2

Fuente: Autor

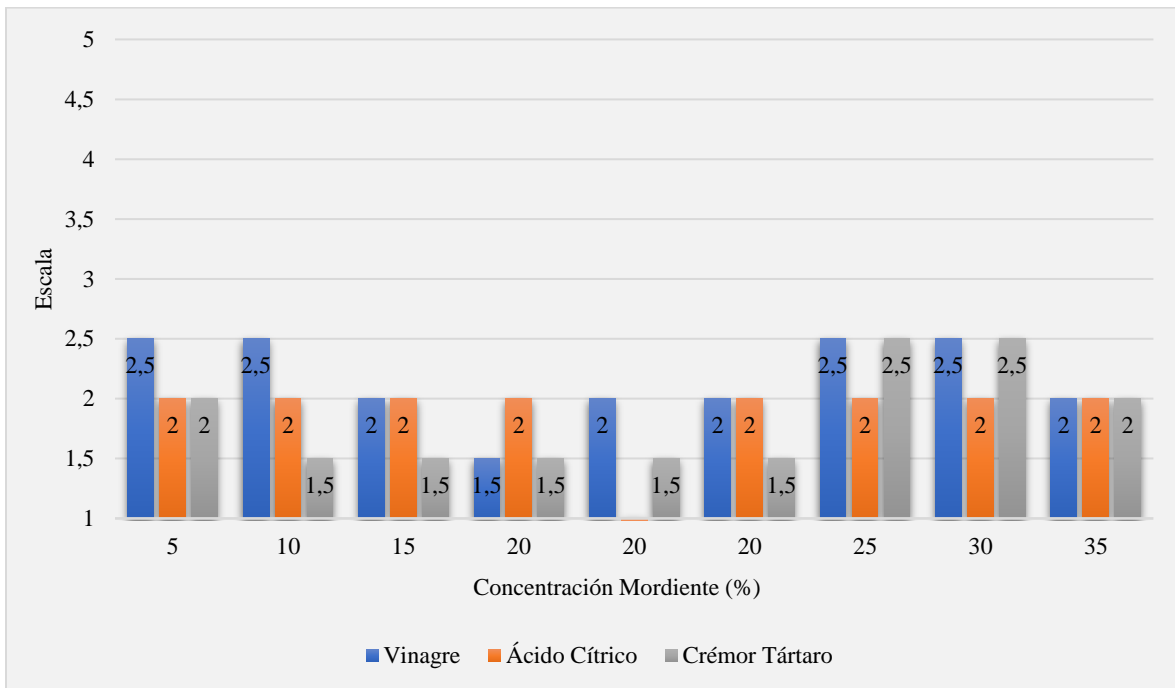
En la tabla 35 se tiene el número de muestra, la concentración y los valores de resultado de solidez del color a la luz obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. De los datos obtenidos en esta tabla se evalúa y determina lo siguiente: que la concentración de mordiente no influye en la solidez del color a la luz y esto se da con los tres mordientes. Se determina también que los

mejores resultados de solidez del color a la luz se obtuvieron con las concentraciones porcentuales del vinagre, obteniendo una calificación de 2,16 en promedio.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de solidez del color a la luz que se obtuvo con los tres mordientes en base a la concentración.

Figura 34

Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Mordiente



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de solidez del color a la luz en base al porcentaje de concentración del mordiente. También se observa claramente que ha concentraciones de 5%, 10%, 25% y 35% de mordiente tenemos una calificación de 2,5/5. Es decir que la concentración de mordiente no influye en la solidez del color a la luz.

4.2.2.3.6 *Análisis de Resultados de Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Colorante*

Para este análisis se tomó los valores obtenidos en las tablas 23, 24 y 25; valores que se utilizó para realizar el análisis comparativo de solidez del color a la luz de las concentraciones de colorante, evaluando que concentración de colorante dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de solidez del color a la luz indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 36

Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Colorante

	Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vinagre	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Escala	2,5	2,5	2	1,5	2	2	2,5	2,5	2
	Muestras	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ácido Cítrico	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Escala	2	2	2	1,5	2	2	2	2	2
	Muestras	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Crémor Tártaro	Concentración (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35
	Escala	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2

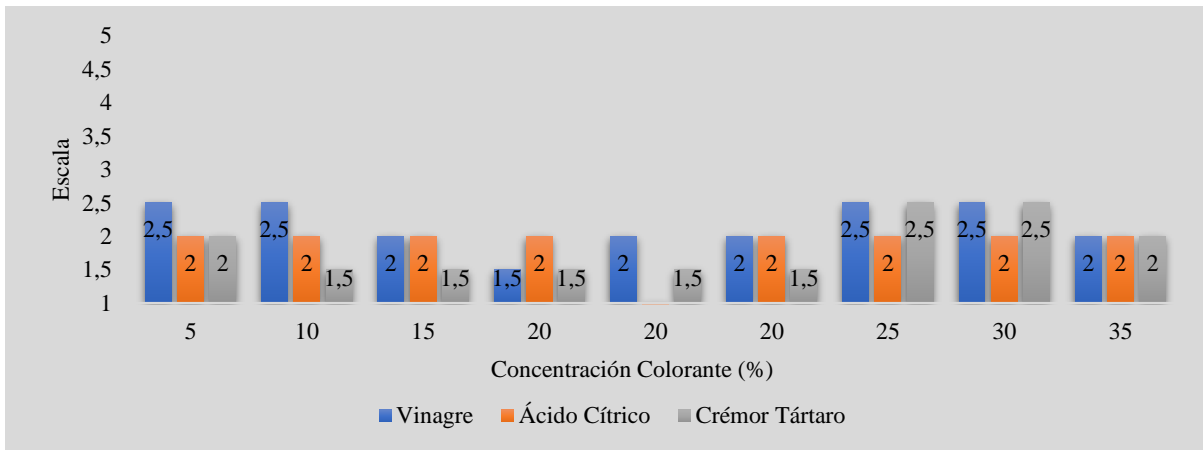
Fuente: Autor

En la tabla 36 se tiene el número de muestra, la concentración y los valores de resultado de solidez del color a la luz obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. De los datos obtenidos en esta tabla se evalúa y determina lo siguiente: que la concentración de colorante no influye en la solidez del color a la luz y esto se da en todas las muestras. Se determina también que los mejores resultados de solidez del color a la luz se obtuvieron con las concentraciones porcentuales del colorante y vinagre, obteniendo una calificación de 2,16 en promedio.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de solidez del color al lavado que se obtuvo con las diferentes concentraciones de colorante.

Figura 35

Solidez del Color a la Luz en Base a la Concentración de Colorante



Fuente: Autor

En la figura se indica la relación de solidez del color a la luz en base al porcentaje de concentración del colorante. También se observa claramente que ha concentraciones de 5%, 10%, 25% y 35% de colorante tenemos una calificación de 2,5/5. Es decir que la concentración de colorante no influye en la solidez del color a la luz.

4.2.3 Análisis Comparativo de Intensidades de Color

Este análisis es el resultado de la comparación entre las veinte y siete muestras tinturadas con mordientes y colorante natural Rumex Crispis en tela de tejido de punto jersey 100% algodón, cabe recalcar que se tomó como patrón a la muestra de mejores resultados para compararla con las demás muestras como se indican en la tabla 13 de resultados.

A los valores obtenidos en las tablas 14, 15 y 16; se los utilizó para realizar el análisis comparativo de intensidad de las concentraciones de los mordientes vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro es la media, evaluando que concentración de mordiente dio mejores resultados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de las **Medias** de las intensidades de color indicados en las tablas antes mencionadas de las muestras tinturadas utilizadas para realizar el análisis comparativo.

Tabla 37

Media de Intensidad de Color

Mordiente	Media (%)
Vinagre	83,6233
Ácido Cítrico	90,8878
Crémor Tártaro	99,7433

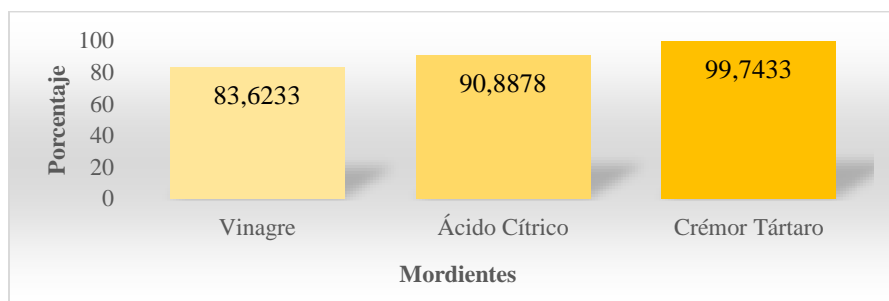
Fuente: Autor

En la tabla 37 con los valores medios de intensidad del color obtenidos con el análisis en el equipo espectrofotómetro se determina que: el crémor tártaro da el mejor resultado de intensidad del color con el 99,74% y el vinagre es el que da el menor resultado con 83,62% 90,88.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de intensidad de color.

Figura 36

Tendencia de la Media de Intensidad de Color



Fuente: Autor

En este gráfico se aprecia de mejor manera que el crémor tártaro es el que tiene más intensidad de color con la media de los porcentajes cuyo valor es de 99,74%.

4.2.4 Análisis Comparativo de Solideces

Esta es la comparación de valores obtenidos en el equipo espectrofotómetro, de las 27 muestras que se sometieron a las respectivas pruebas de solidez al frote, solidez al lavado y solidez a la luz, para determinar cuál muestra obtuvo los mejores resultados luego del proceso analítico.

- **Solidez al Frote:**

La comparación de los valores de transferencia de color se la realizó mediante el equipo espectrofotómetro, comparando los resultados de las 27 muestras sometidas a la prueba de solidez al frote, donde se observó la transferencia de color de la muestra tinturada hacia la muestra de tela multifibra, con valores de 1 a 5 como se muestra en la tabla 9.

Para el análisis comparativo de los valores de transferencia de color indicados en la tabla 9, se utilizó los valores de la MEDIA, con los cuales se comparó la transferencia de color de las muestras tinturadas hacia la muestra multifibra. En la siguiente tabla se indica las medias obtenidas de los datos de transferencia de color de las muestras tinturadas con los tres mordientes.

Tabla 38

Media de Grado de Transferencia de Color

Mordiente	Media
Ácido Cítrico	4,94
Vinagre	4,88
Crémor Tártaro	4,83

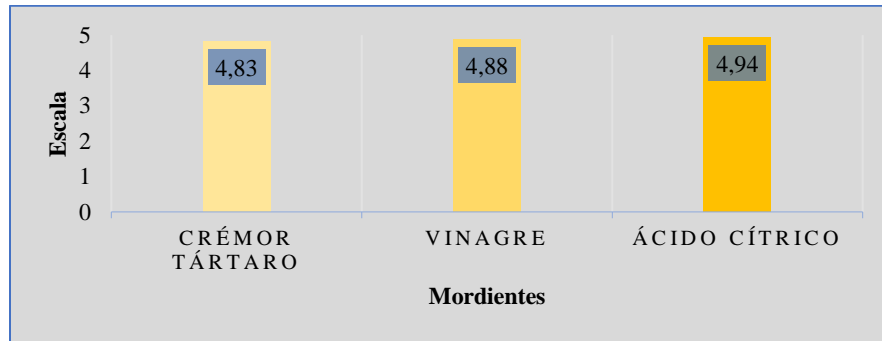
Fuente: Autor

En la tabla 38 se puede observar las medias de transferencia de color, donde se indica que la transferencia de color con los tres mordientes va de mayor a menor, indicando que con la media del ácido cítrico se logró menor transferencia de color con un resultado de 4,94.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de transferencia de color.

Figura 37

Tendencia de la Media de Transferencia de Color



Fuente: Autor

En la figura se observa claramente la relación de transferencia de color que hay con los tres mordientes, también se indica que con el ácido cítrico se logra el menor grado de transferencia de color con 4,94 grados.

- **Solidez al lavado:**

La comparación de los valores de pérdida de color se los realizó mediante el análisis de equipo espectrofotómetro, comparando la muestra de tela tinturada con la muestra de la tela multifibra después de la prueba de solidez al lavado, donde se observó la pérdida de color con valores de 1 a 5 como se muestra en la tabla 10 de resultados.

Para el análisis comparativo de los valores de pérdida de color indicados en la tabla 10, se utilizó los valores de la MEDIA, con los cuales se comparó la pérdida de color de las muestras tinturadas con mordientes y colorante natural Rumex Crispis a tres concentraciones, hacia la muestra multifibra. En la siguiente tabla se indica las medias obtenidas de los datos de pérdida de color de las muestras tinturadas.

Tabla 39

Media de Grado de Pérdida de Color

Mordiente	Media
Crémor Tártaro	3,05
Ácido Cítrico	2,88
Vinagre	2,72

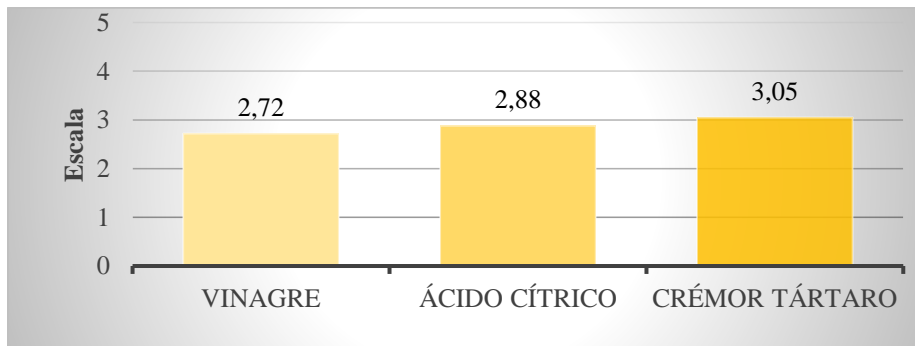
Fuente: Autor

En la tabla 39 se puede observar las medias de pérdida de color, donde se indica que la transferencia de color con los tres mordientes va de mayor a menor, indicando también que con el mordiente crémor tártaro se logra un mayor grado de calificación con un 3,05.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de degradación de color.

Figura 38

Tendencia de la Media de Pérdida de Color



Fuente: Autor

En la figura se observa de forma ascendente las medias obtenidas con cada uno de los mordientes, también se indica que con el mordiente crémor tártaro se logró mayor calificación de calidad en cuanto a la pérdida de color.

- **Solidez a la luz:**

La comparación de los valores de degradación de color se los realizó mediante el equipo espectrofotómetro, comparando la parte de la muestra sometida a las 40 horas de luz con la parte de la misma muestra a la que no le dio la luz por el tiempo estipulado anteriormente, donde se observó la pérdida de color con valores de 1 a 5 como se muestra en la tabla 11 de resultados.

Para el análisis comparativo de los valores de degradación de color indicados en la tabla 11, se utilizó los valores de la MEDIA, con los cuales se comparó la degradación de color de las muestras tinturadas con mordientes y colorante natural Rumex Crispis a tres concentraciones, luego de ser sometidas a la prueba de solidez a la luz. En la tabla 33 se indica las medias obtenidas de los datos de degradación de color de las muestras tinturadas con los mordientes vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro; estos valores van de 1 a 5, siendo 5 el que indica el menor grado y 1 el que indica el mayor grado de degradación de color según el análisis espectrofotométrico.

Tabla 40

Media de Grado de Degradación de Color

Mordiente	Media
Vinagre	2,16
Ácido Cítrico	1,94
Crémor Tártaro	1,83

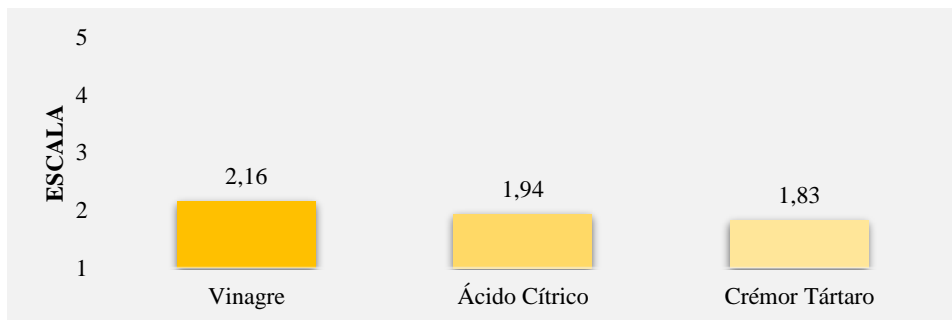
Fuente: Autor

En la tabla 40 se puede observar las medias de degradación de color, donde se indica que la degradación de color con los tres mordientes va de mayor a menor, indicando que la media obtenida con el mordiente vinagre se logró mejor calificación de degradación de color.

En la siguiente imagen se puede observar claramente la relación de degradación de color que se obtuvo con los tres mordientes.

Figura 39

Tendencia de la Media de Degradación de Color



Fuente: Autor

En la figura se observa claramente las medias obtenidas con cada uno de los mordientes, también se indica que con el vinagre se logró tener un mayor grado de calificación de degradación de color.

4.2.5 Análisis Comparativo: Concentración de Mordiente y Concentración de Colorante en la Intensidad de Color y Solideces.

Para determinar que concentración del mordiente y concentración del colorante, influyen en mayor grado en la tintura de tela jersey 100 % algodón que está expresada en intensidad, transferencia y degradación de color; se utilizó los valores promedios y las medias obtenidas en las tablas anteriormente descritas y evaluadas, todo esto se hizo con el fin de obtener el coeficiente de variación de estos datos para así observar y determinar que concentración tanto de mordiente como de colorante influye más en la intensidad y solideces del color.

Este análisis comparativo se lo realizó con los datos de las pruebas que se trabajaron con las mismas concentraciones de mordiente y colorante, determinando el grado de influencia que tienen las mismas.

4.2.5.1 Influencia de la Concentración de Mordiente en la Intensidad de Color

Aquí se realizaron pruebas de tintura a las muestras establecidas anteriormente, con el fin de determinar cómo influye la concentración del mordiente en la intensidad de color, este es el punto en donde se varió la concentración de mordiente y se mantuvo la concentración de colorante para observar el grado de influencia que tienen las mencionadas concentraciones en la intensidad del color. Posteriormente se obtuvo el coeficiente de variación para determinar que concentración de mordiente influye más. A continuación, en una tabla se muestra esta influencia.

Tabla 41

Influencia de la Concentración del Mordiente en la Intensidad de Color

	Muestras (M)	M1	M2	M3
Vinagre	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Intensidad (%)	64,2	70,8	77,9
	Muestras (M)	M10	M11	M12
Ácido Cítrico	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Intensidad (%)	65,6	71,3	81,8
	Muestras (M)	M19	M20	M21
Crémor	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
Tártaro	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Intensidad (%)	71,5	81,9	88,7

Fuente: Autor

En la tabla 41 se tiene el mordiente, las muestras, la concentración y la intensidad del color obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente

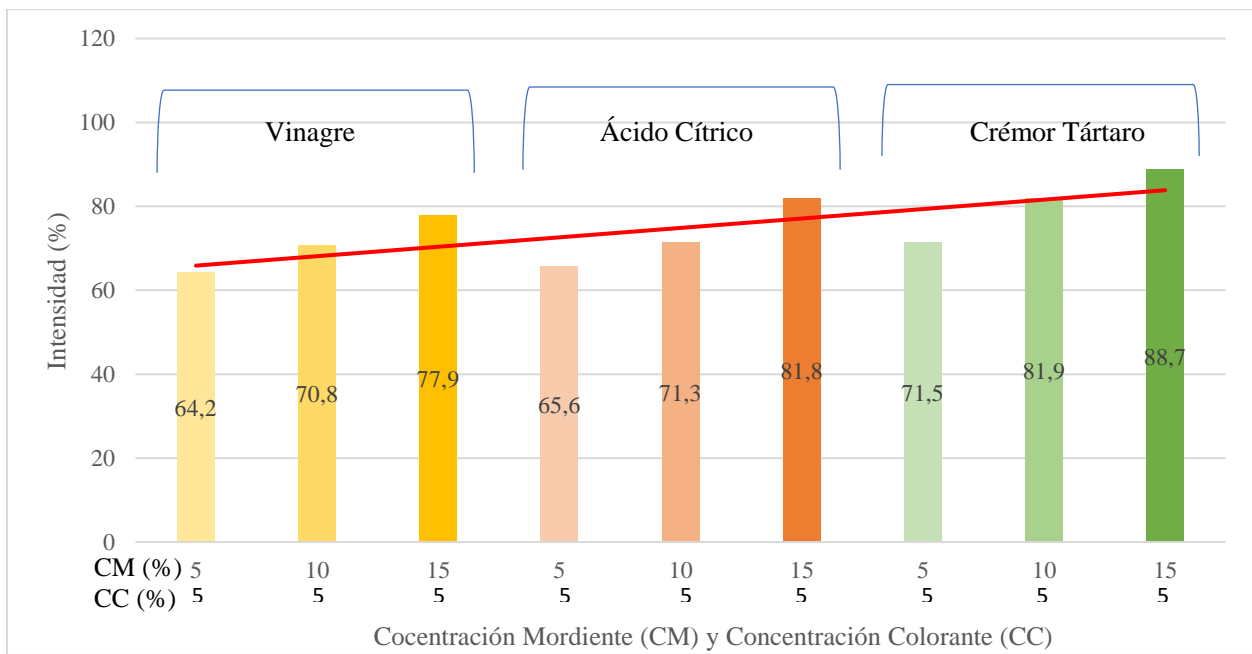
y la misma concentración de colorante, existe un aumento de intensidad de color con los tres mordientes; sin embargo, pese a que la concentración de mordiente esta aumentada al doble y al triple, la intensidad no aumentó en la misma proporción. También se observa que las muestras mordentadas con el crémor tártaro dan mejores resultados de intensidad de color.

En la siguiente imagen se muestra la tendencia de la concentración del mordiente.

Figura

40

Tendencia de la Concentración del Mordiente en la Intensidad del Color.



Fuente: Autor

En la figura se observa cómo influyen las concentraciones de mordientes en la intensidad de color, determinando que existe una tendencia ascendente conforme va aumentando la concentración de los tres mordientes. Es decir que, la curva de tendencia es directamente proporcional a la concentración de mordiente y también se observa claramente que la intensidad es mayor con el crémor tártaro con un 99,1% de intensidad y el mínimo se da con el vinagre con un 64,2% de intensidad.

En la siguiente tabla se indica el coeficiente de variación de los resultados de intensidad.

Tabla 42

CV de la Concentración del Mordiente en la Intensidad del Color

Mordiente	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Intensidad (%)	Coeficiente de Variación	Promedio Intensidad (%)
Vinagre	5	5	64,2	0,07	70,9
	10	5	70,8		
	15	5	77,9		
Ácido Cítrico	5	5	65,6	0,09	72,9
	10	5	71,3		
	15	5	81,8		
Crémor Tártaro	5	5	71,5	0,08	80,7
	10	5	81,9		
	15	5	88,7		

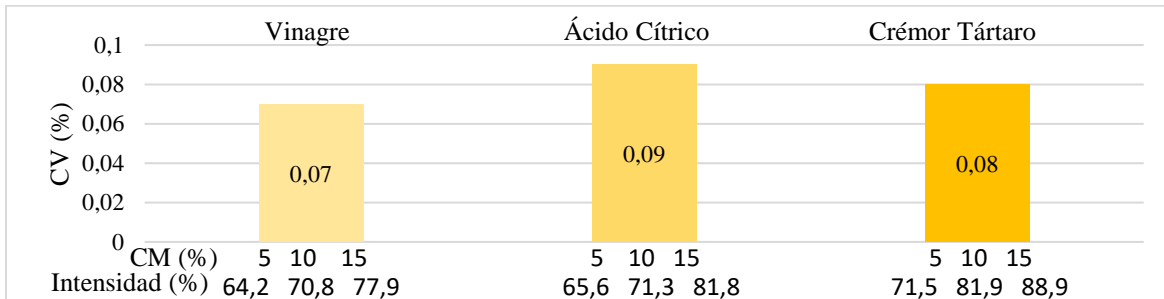
Fuente: Autor

En la tabla 42 se tiene el mordiente, la concentración, el resultado de la intensidad del color y el coeficiente de variación y el promedio de la intensidad. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que analizando los coeficientes de variación que son similares se puede indicar que la concentración de mordiente no influye en mayor grado en la intensidad del color entre diferentes tipos de mordientes. En el resultado de la intensidad, se puede decir que mientras aumenta la concentración de mordiente también aumenta la intensidad de color con cada tipo de mordiente. Y con los valores medios se puede determinar que la intensidad de color es mayor con el crémor tártaro.

En el siguiente gráfico se puede observar el coeficiente de variación de la intensidad.

Figura 41

Coefficiente de Variación de la Intensidad del Color



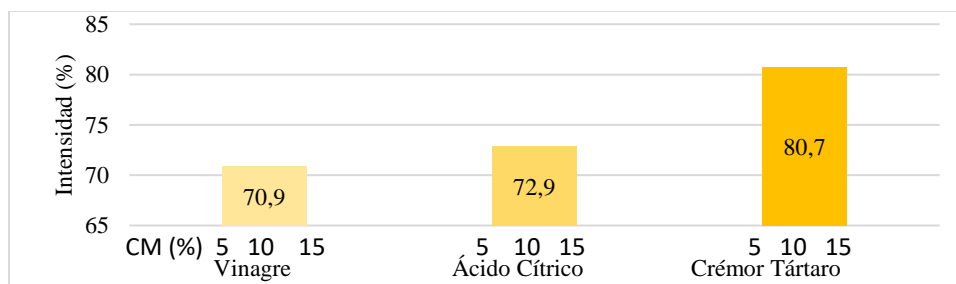
Fuente: Autor

En la figura 41 se puede observar el coeficiente de variación de los resultados de las intensidades obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los coeficientes de variación estos son similares determinando que la concentración de mordiente no influye en mayor grado en la intensidad del color entre diferentes tipos de mordientes.

A continuación, se indica los promedios de las intensidades del color.

Figura 42

Promedios de la Intensidad del Color



Fuente: Autor

En la figura 34 se puede observar los promedios de las intensidades obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los promedios se determina

que las concentraciones del mordiente crémor tártaro son las que dan mayor porcentaje de intensidad del color con 80,7 (%).

4.2.5.2 Influencia de la Concentración del Colorante en la Intensidad de Color

Aquí se realizaron pruebas de tintura con el fin de determinar cómo influye la concentración del colorante en la intensidad de color variando la concentración de colorante y manteniendo la concentración de mordiente, posteriormente se obtuvo el coeficiente de variación para determinar que concentración influye más.

A continuación, se indica en una tabla cómo influye dicha concentración del colorante.

Tabla 43

Influencia de la Concentración del Colorante en la Intensidad de Color

	Muestras (M)	M4	M5	M6
Vinagre	Concentración Colorante (%)	10	15	20
	Concentración Mordiente (%)	20	20	20
	Intensidad (%)	79,1	86,5	89,3
	Muestras (M)	M13	M14	M15
Ácido Cítrico	Concentración Colorante (%)	10	15	20
	Concentración Mordiente (%)	20	20	20
	Intensidad (%)	89,6	96,9	97,7
	Muestras (M)	M22	M23	M24
Crémor	Concentración Colorante (%)	10	15	20
Tártaro	Concentración Mordiente (%)	20	20	20
	Intensidad (%)	104,4	105,9	107,7

Fuente: Autor

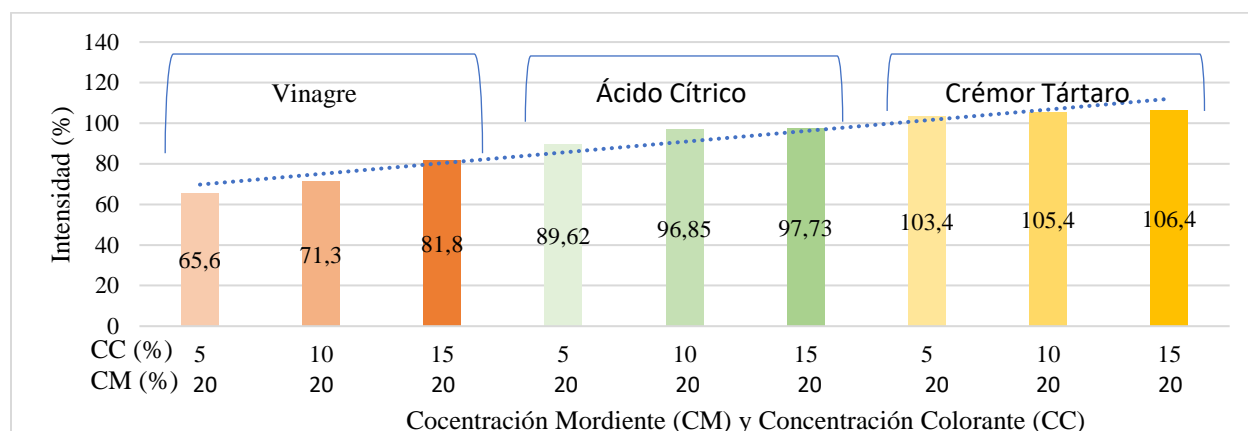
En la tabla 43 se tiene el mordiente, las muestras, la concentración y la intensidad del color obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se observa en esta tabla

se concluye que en todas las muestras en las que se varió la concentración de colorante y se mantuvo la concentración de mordiente, existe un aumento de intensidad de color con los tres mordientes, aunque la intensidad no aumentó en la misma proporción. También se observa que las muestras mordentadas con el crémor tártaro dan mejores resultados de intensidad de color.

En la siguiente imagen se muestra la tendencia de la concentración del colorante en la intensidad de color.

Figura 43

Tendencia Concentración del Colorante en la Intensidad del Color



Fuente: Autor

En la figura 43 se observa cómo influyen las concentraciones de colorante en la intensidad de color, determinando que existe una tendencia ascendente conforme va aumentando la concentración de colorante. Es decir que, la curva de tendencia es directamente proporcional a la concentración de colorante y también se observa claramente que la intensidad es mayor con el crémor tártaro con un 106,4% de intensidad y el mínimo se da con el vinagre con un 65,6% de intensidad.

En la siguiente tabla se indica el coeficiente de variación de los resultados de intensidad con cada uno de los mordientes obtenidos en la tabla 36.

Tabla 44

CV de la Intensidad del Color en Función a la Concentración del Colorante

Mordiente	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Intensidad (%)	Coeficiente de Variación	Promedio Intensidad (%)
Vinagre	20	10	79,1	0,08	84,2
	20	15	86,5		
	20	20	89,3		
Ácido Cítrico	20	10	89,6	0,04	94,7
	20	15	96,9		
	20	20	97,7		
Crémor Tártaro	20	10	104,4	0,01	106
	20	15	105,9		
	20	20	107,7		

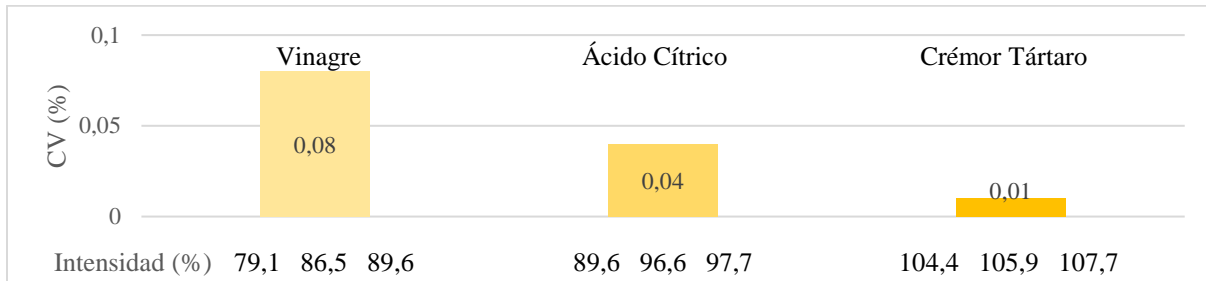
Fuente: Autor

En la tabla 44 se tiene el mordiente, la concentración, el resultado de la intensidad del color y el coeficiente de variación. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente, existe un mayor coeficiente de variación con el vinagre, determinando que las concentraciones de este mordiente son las que influyen más en la intensidad de color.

En el siguiente gráfico se puede observar el coeficiente de variación de la intensidad.

Figura 44

Coefficiente de Variación de la Intensidad del Color



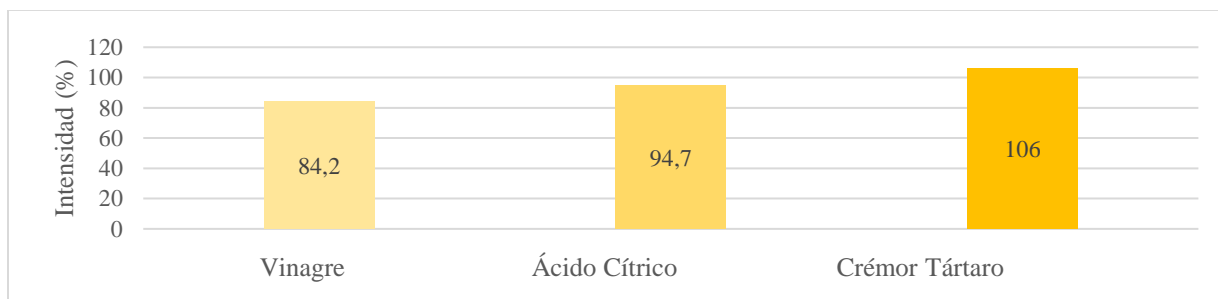
Fuente: Autor

En la figura 44 se puede observar el coeficiente de variación de los resultados de las intensidades obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando el coeficiente de variación este es mayor con el vinagre. También se determina que la concentración de mordiente no influye en mayor grado en la intensidad del color entre diferentes tipos de mordientes.

A continuación, se indica los promedios de las intensidades del color obtenidas.

Figura 45

Promedios de la Intensidad del Color



Fuente: Autor

En la figura 45 se puede observar los promedios de las intensidades obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los promedios se determina

que las concentraciones del mordiente crémor tártaro son las que mayor porcentaje de intensidad del color dan con 106 (%).

4.2.5.3 Intensidad de Color Variando la Concentración de Mordiente y Colorante

Aquí se realizaron pruebas de tintura con el fin de determinar la influencia de la concentración del colorante y mordiente en la intensidad de color, variando la concentración de ambos, luego se obtuvo el coeficiente de variación para determinar que concentración influye más.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las pruebas realizadas.

Tabla 45

Intensidad de Color Variando Concentración de Mordiente y Colorante

	Muestras (M)	M7	M8	M9
Vinagre	Concentración Mordiente (%)	25	30	35
	Concentración Colorante (%)	25	30	35
	Intensidad (%)	89,9	95,7	99,1
	Muestras (M)	M16	M17	M18
Ácido Cítrico	Concentración Mordiente (%)	25	30	35
	Concentración Colorante (%)	25	30	35
	Intensidad (%)	103,4	105,4	106,4
	Muestras (M)	M25	M26	M27
Crémor	Concentración Mordiente (%)	25	30	35
Tártaro	Concentración Colorante (%)	25	30	35
	Intensidad (%)	108,8	111,4	117,3

Fuente: Autor

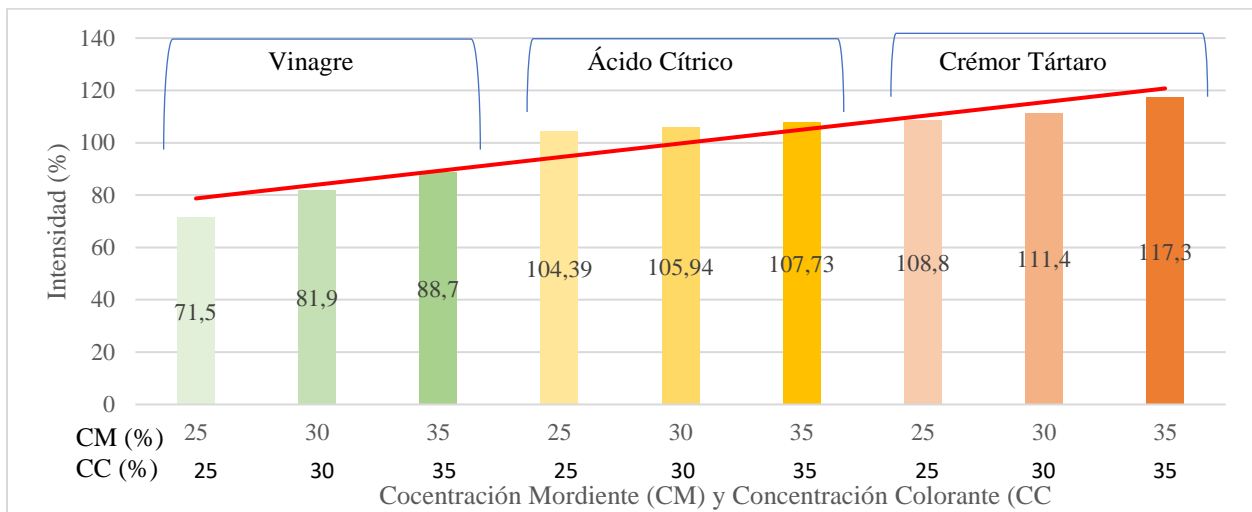
En la tabla 45 se tiene el mordiente, las muestras, la concentración y la intensidad del color obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se varió la concentración de mordiente y de

colorante existe un aumento de intensidad de color con los tres mordientes; sin embargo, pese a que la concentración de mordiente y colorante esta aumentada al doble y al triple respectivamente, la intensidad no aumentó en la misma proporción. También se observa que las muestras mordentadas con el crémor tártaro dan mejores resultados de intensidad de color.

En la siguiente imagen se muestra la tendencia variando la concentración de mordiente y la concentración de colorante en la intensidad de color.

Figura 46

Intensidad de Color Variando Concentración de Mordiente y Colorante



Fuente: Autor

En la figura se observa que existe una tendencia ascendente conforme va aumentando la concentración de los tres mordientes y del colorante. Es decir que, la curva de tendencia es directamente proporcional a la concentración de mordiente y de colorante. También se observa claramente que la intensidad es mayor con el crémor tártaro con un 117,3% de intensidad y el mínimo se da con el vinagre con un 71,5% de intensidad.

En la siguiente tabla se indica el coeficiente de variación de los resultados de intensidad con cada uno de los mordientes obtenidos en la tabla 36.

Tabla 46

CV Intensidad Variando la Concentración de Mordiente y Colorante

Mordiente	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Intensidad del Color (%)	Coeficiente de Variación (CV)	Promedio Intensidad (%)
Vinagre	25	25	89,9	0,04	94,9
	30	30	95,7		
	35	35	99,1		
Ácido Cítrico	25	25	103,4	0,01	105,06
	30	30	105,4		
	35	35	106,4		
Crémor Tártaro	25	25	108,8	0,03	112,5
	30	30	111,4		
	35	35	117,3		

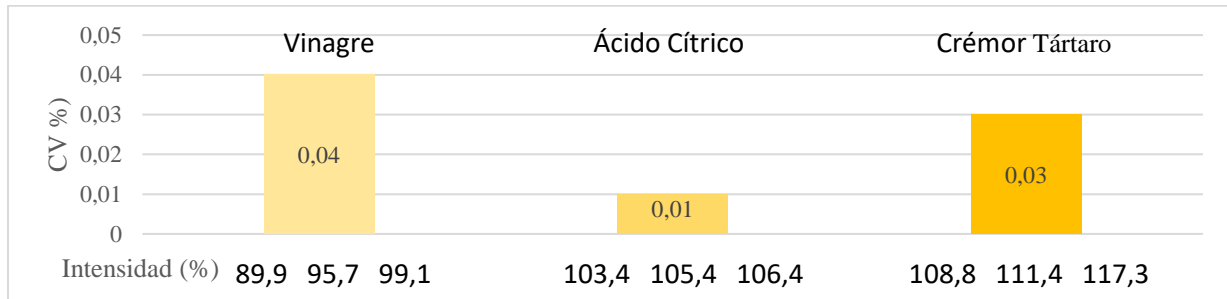
Fuente: Autor

En la tabla 46 se tiene el mordiente, la concentración, el resultado de la intensidad del color y el coeficiente de variación y el promedio de la intensidad. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que, analizando los coeficientes de variación, estos son similares indicando que la concentración de mordiente y colorante no influyen en mayor grado en la intensidad del color entre los diferentes tipos de mordientes. En el resultado de la intensidad, se puede decir que mientras aumenta la concentración de mordiente y colorante también aumenta la intensidad de color con cada tipo de mordiente. Y con los valores medios se puede determinar que la intensidad de color es mayor con el crémor tártaro.

En el siguiente gráfico se puede observar el coeficiente de variación de la intensidad.

Figura 47

CV Intensidad Variando la Concentración de Mordiente y Colorante



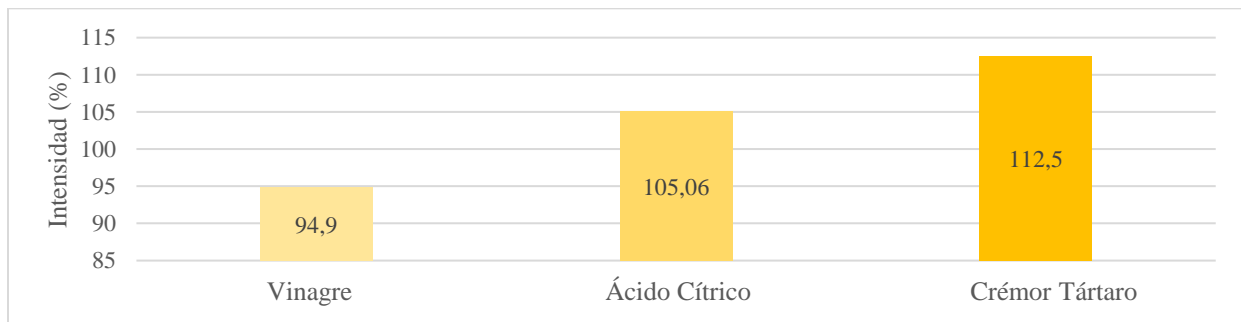
Fuente: Autor

En la figura 47 se puede observar el coeficiente de variación de los resultados de las intensidades obtenidas con cada uno de los mordientes. También se concluye que analizando los coeficientes de variación estos son similares, determinando que la concentración de mordiente no influye en mayor grado en la intensidad del color entre diferentes tipos de mordientes.

A continuación, se indica los promedios de las intensidades del color.

Figura 48

Promedios de la Intensidad del Color



Fuente: Autor

En la figura se puede observar los resultados de las intensidades obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los promedios se determina

que las concentraciones del mordiente crémor tártaro son las que mayor porcentaje de intensidad del color dan con 112,5 (%).

A continuación, se muestra una tabla general con los datos que indican como influyen las concentraciones de los mordientes y colorante en la intensidad del color con su respectiva media.

Tabla 47

Intensidad de Color en Relación con el Tipo de Mordiente y Colorante

		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M (%)
Vinagre	CM (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35	
	CC (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35	83,62
	I (%)	64,2	70,8	77,9	79,1	86,5	89,3	89,9	95,7	99,1	
		M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	
Ácido Cítrico	CM (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35	
	CC (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35	90,88
	I (%)	65,6	71,3	81,8	89,6	96,9	97,7	103,4	105,4	106,4	
		M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	
Crémor Tártaro	CM (%)	5	10	15	20	20	20	25	30	35	
	CC (%)	5	5	5	10	15	20	25	30	35	99,74
	I (%)	71,5	81,9	88,7	104,4	105,9	107,7	108,8	111,4	117,3	

CM (%) = Concentración Mordiente

CC (%) = Concentración Colorante

I (%) = Intensidad en porcentaje

M1 = Muestra

M (%) = Media en porcentaje

Fuente: Autor

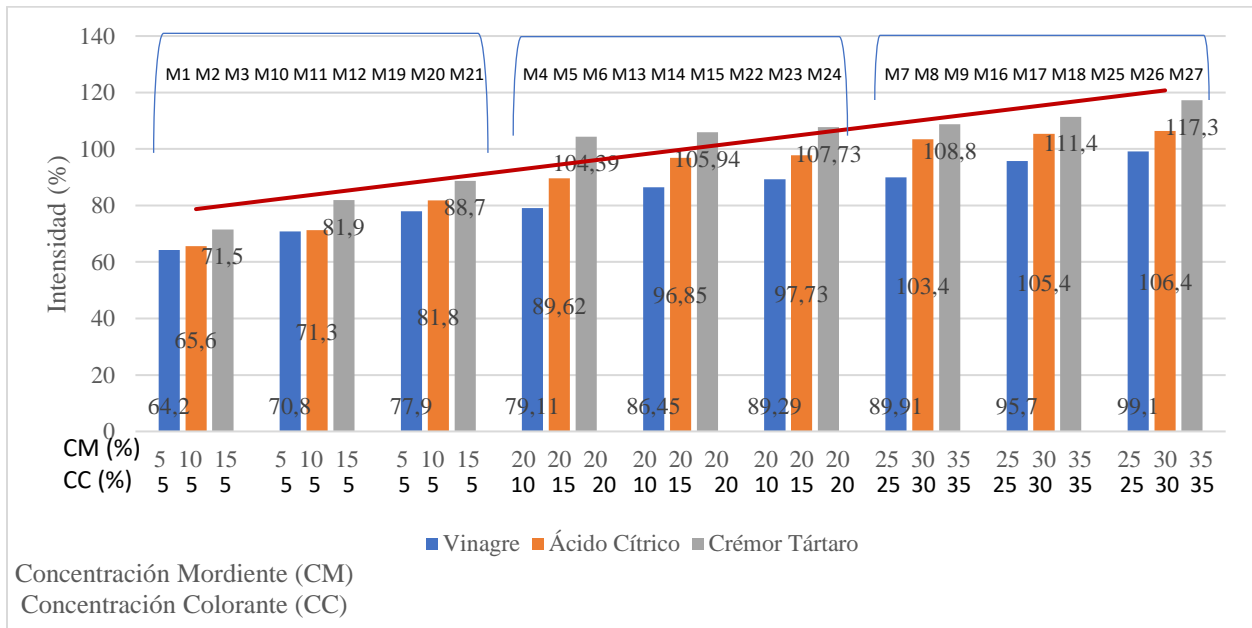
En la tabla 47 se tiene el mordiente, la concentración, la intensidad y los valores de resultado de las medias de intensidad del color obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se observa en esta tabla se puede decir que no hay una relación adecuada en cuanto a

la concentración de mordiente debido a que a 5% de concentración del mordiente vinagre se obtuvo una intensidad de 64,2% y a 35% de concentración, es decir siete veces más concentración de mordiente, se obtuvo una intensidad de 99,1%; ocurriendo de forma similar con el ácido cítrico y el crémor tártaro. Con ello se concluye que: pese a que la intensidad sube al aumentar la concentración de mordiente, esta intensidad de color no sube en la misma proporción derivando en un desperdicio de mordiente. Por último, se determina que las concentraciones del mordiente crémor tártaro son las que dan mejores resultados de intensidad de color y esto se da en todas las muestras a las que se les hizo el mordentado previo con este mordiente, obteniendo un resultado de la media de 99,74% de intensidad de color.

A continuación, se indica la imagen donde se puede observar claramente que concentración de mordiente y colorante influye más en la intensidad del color.

Figura 49

Concentración del Mordiente y Colorante en la Intensidad del Color.



Fuente: Autor

En la figura se observa cómo influye las concentraciones de mordientes y colorante en la intensidad de color, determinando que existe una tendencia ascendente conforme va aumentando tanto la concentración de los tres mordientes, así como la del colorante. Es decir que, la curva de tendencia es directamente proporcional a la concentración de mordiente y colorante. También se observa claramente que la intensidad es mayor con el crémor tártaro con un máximo de 117,3% de intensidad y un mínimo de 71,5% de intensidad.

En la siguiente imagen se indica los resultados de las medias, donde se puede observar claramente que mordiente influye más en la intensidad del color.

Figura 50

Medias Intensidad del Color en Función del Mordiente y Colorante



Fuente: Autor

En la figura se observa de mejor manera como influye las concentraciones de mordientes en la intensidad de color, determinando que las concentraciones en promedio del crémor tártaro dan mejor resultado que el vinagre y el ácido cítrico con un 99,74% de intensidad. Y también se determina que el menor resultado de intensidad se obtuvo con el vinagre con 83,62% de intensidad.

4.2.5.4 Influencia de la Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Frote

Aquí se realizaron análisis comparativos de los datos obtenidos de las pruebas de tinción con el fin de determinar cómo influye la concentración del mordiente en la solidez del color al frote, en donde se varió la concentración de mordiente y se mantuvo la concentración de colorante, posteriormente se obtuvo el coeficiente de variación para determinar que concentración influye más.

A continuación, se analiza cómo influye la concentración del mordiente en la solidez del color al frote.

Tabla 48

Influencia Concentración del Mordiente en las Solidez del Color al Frote

	Muestras (M)	M1	M2	M3
Vinagre	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Resultado (°)	5	4,5	5
	Muestras (M)	M10	M11	M12
Ácido Cítrico	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Resultado (°)	5	5	4,5
	Muestras (M)	M19	M20	M21
Crémor	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
Tártaro	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Resultado (°)	5	5	5

Fuente: Autor

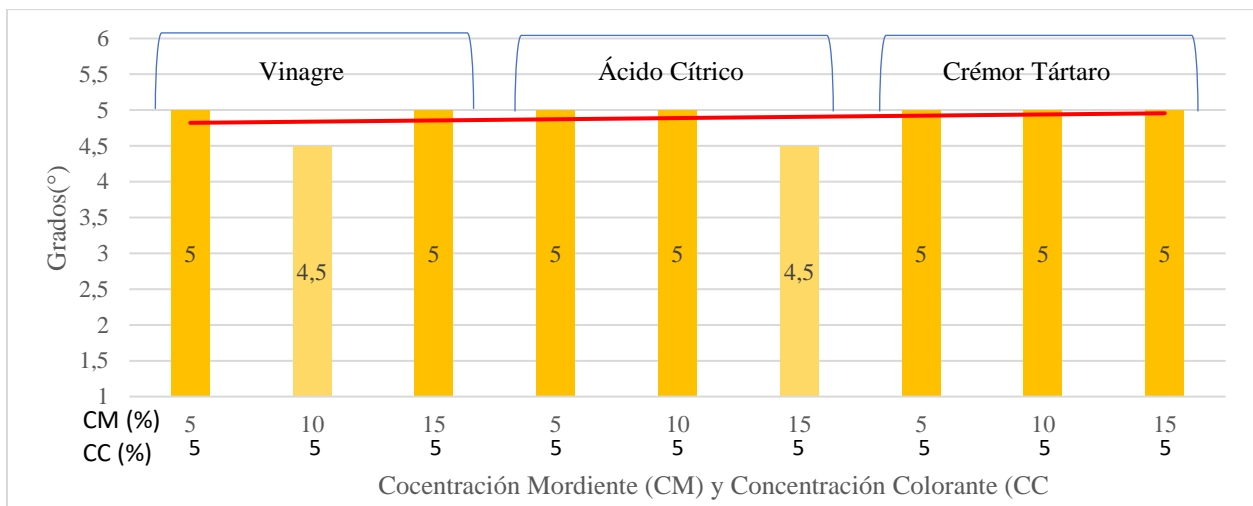
En la tabla 48 se tiene el mordiente, las muestras, la concentración y los resultados de la solidez del color al frote obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se

observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente y se mantuvo la concentración de colorante, existe un resultado similar de solidez del color al frote con los tres mordientes.

En la siguiente imagen se indica la tendencia de la concentración del mordiente en la solidez del color al frote.

Figura 51

Tendencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Frote



Fuente: Autor

En la figura 51 se observa cómo influyen las concentraciones de mordientes en la solidez del color al frote, determinando que existe una tendencia ascendente conforme va aumentando la concentración de los tres mordientes. Es decir que, la curva de tendencia es directamente proporcional a la concentración de mordiente y también se observa claramente que la solidez es mayor con el crémor tártaro con 5 de solidez y el mínimo se da con el vinagre con 4,5 de solidez.

En la siguiente tabla se indica el coeficiente de variación de los resultados de solidez del color al frote con cada uno de los mordientes obtenidos en la tabla 48.

Tabla 49

CV de la Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Frote

Mordiente	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Solidez (°)	Coeficiente de Variación (CV)	Promedio Solidez (°)
Vinagre	5	5	5	0,05	4,83
	10	5	4,5		
	15	5	5		
Ácido Cítrico	5	5	5	0,05	4,83
	10	5	5		
	15	5	4,5		
Crémor Tártaro	5	5	5	0	5
	10	5	5		
	15	5	5		

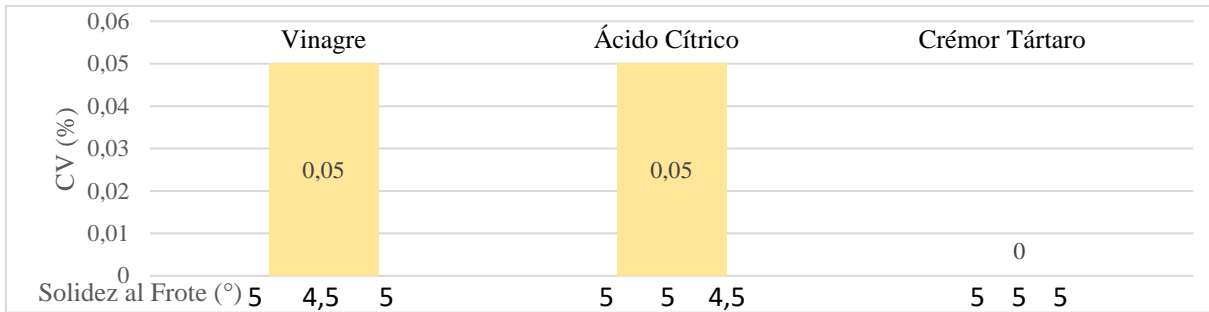
Fuente: Autor

En la tabla 49 se tiene el mordiente, la concentración, el resultado de la solidez del color al frote y el coeficiente de variación y el promedio. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente, existe un coeficiente de variación igual con el vinagre y el ácido cítrico, determinando que las concentraciones de estos mordientes son las que influyen más en la solidez del color al frote.

En el siguiente gráfico se puede observar el coeficiente de variación de la solidez del color.

Figura 52

Coefficiente de Variación de la Solidez del Color al Frote



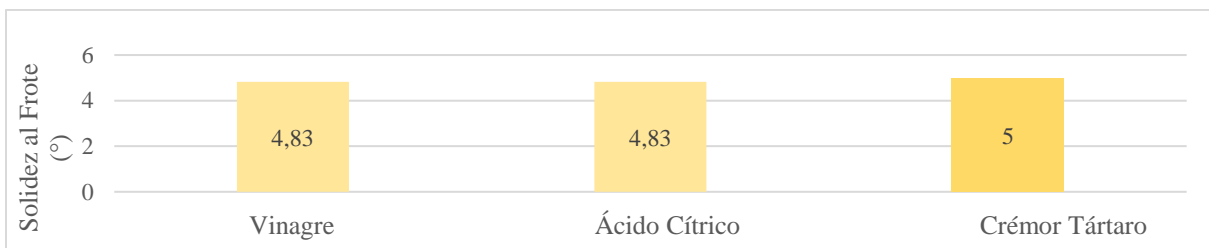
Fuente: Autor

En la figura 52 se puede observar el coeficiente de variación de los resultados de las solidez del color al frote obtenidas con los tres mordientes, y se concluye que analizando los coeficientes de variación estos son similares con el vinagre y el ácido cítrico, siendo diferente con el crémor tártaro cuyo coeficiente de variación es cero; determinando que la concentración de mordiente no influye en mayor grado en la solidez del color al frote entre diferentes tipos de mordientes.

A continuación, se indica los promedios de la solidez del color al frote.

Figura 53

Promedios de la Solidez del Color al Frote



Fuente: Autor

En la figura 53 se puede observar los promedios de las solidez del color al frote obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los

promedios se determina que las concentraciones del mordiente crémor tártaro son las que dan mayor grado de solidez del color al frote con 5 (°).

4.2.5.5 Influencia de la Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Lavado

Aquí se realizaron pruebas de tintura con el fin de determinar cómo influye la concentración del mordiente en la solidez del color al lavado, en donde se varió la concentración de mordiente y se mantuvo la concentración de colorante, posteriormente se obtuvo el coeficiente de variación para determinar que concentración influye más.

A continuación, se analiza cómo influye esta concentración del mordiente.

Tabla 50

Influencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Lavado

Muestras (M)		M1	M2	M3
Vinagre	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Resultado (°)	2	2,5	2,5
Muestras (M)		M10	M11	M12
Ácido Cítrico	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Resultado (°)	3,5	3	3,5
Muestras (M)		M19	M20	M21
Crémor Tártaro	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Resultado (°)	1,5	3	3,5

Fuente: Autor

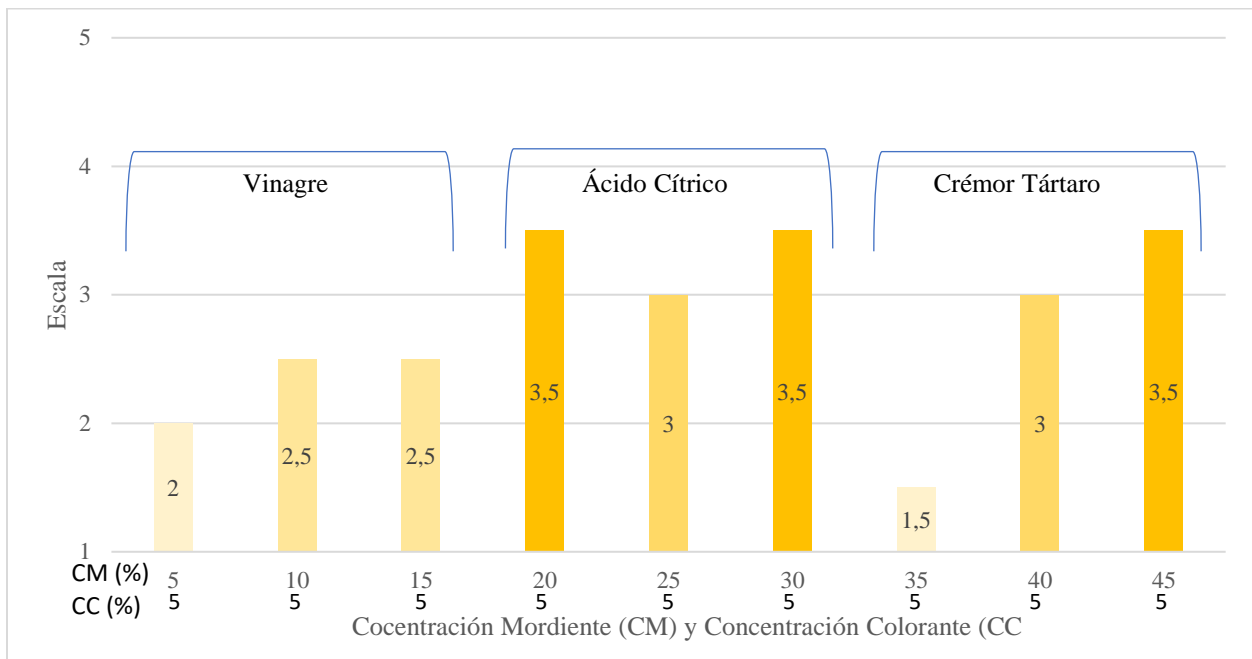
En la tabla 50 se tiene el mordiente, las muestras, la concentración y los resultados de la solidez del color al lavado obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se

observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente y se mantuvo la concentración de colorante, existe un resultado bajo de solidez del color al lavado con los tres mordientes.

A continuación, se analiza cómo influye la concentración del mordiente en la solidez del color al lavado.

Figura 54

Influencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Lavado.



Fuente: Autor

En la figura 54 se observa cómo influyen las concentraciones de mordientes en la solidez del color al lavado, determinando que las concentraciones del ácido cítrico dan los mejores resultados de solidez de color al lavado con un resultado de 3,5. Y el menor se da con el vinagre con 2 de solidez.

En la siguiente tabla se indica el coeficiente de variación de los resultados de solidez del color al lavado.

Tabla 51

CV Concentración del Mordiente en la Solidez del Color al Lavado

Mordiente	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Solidez al Frote (°)	Coefficiente de Variación (CV)	Promedio Solidez (°)
Vinagre	5	5	2	0,10	2,33
	10	5	2,5		
	15	5	2,5		
Ácido Cítrico	5	5	3,5	0,07	3,33
	10	5	3		
	15	5	3,5		
Crémor Tártaro	5	5	1,5	0,31	2,66
	10	5	3		
	15	5	3,5		

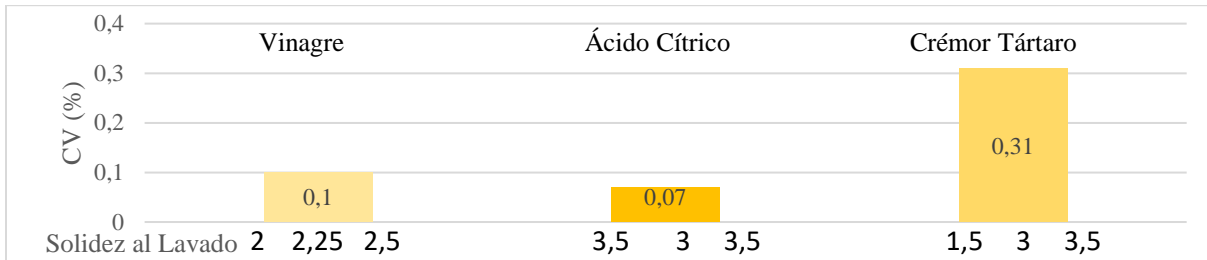
Fuente: Autor

En la tabla 51 se tiene el mordiente, la concentración, el resultado de la solidez del color al lavado y el coeficiente de variación y el promedio. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente, existe un mayor coeficiente de variación con el crémor tártaro, determinando que las concentraciones de este mordiente son las que influyen más en la solidez del color al lavado.

En el siguiente gráfico se puede observar el coeficiente de variación de la solidez del color al lavado con cada uno de los mordientes.

Figura 55

Coefficiente de Variación de la Solidez del Color al Lavado



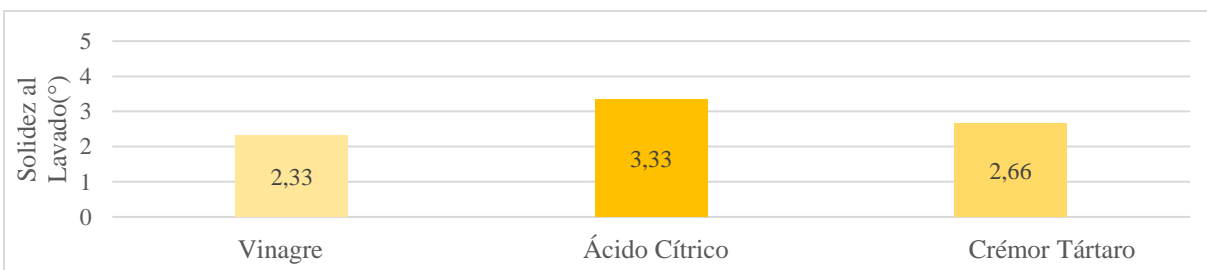
Fuente: Autor

En la figura 55 se puede observar el coeficiente de variación de los resultados de las solidez del color al lavado obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los coeficientes de variación estos son similares con el vinagre y el ácido cítrico, siendo diferente con el crémor tártaro cuyo coeficiente de variación es mayor; determinando que la concentración de mordiente no influye en mayor grado en la solidez del color al lavado entre diferentes tipos de mordientes.

A continuación, se indica los promedios de la solidez del color al lavado.

Figura 56

Promedios de la Solidez del Color al Lavado



Fuente: Autor

En la figura 56 se puede observar los promedios de las solidez del color al lavado obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los

promedios se determina que las concentraciones del mordiente ácido cítrico son las que dan mayor grado de solidez del color al lavado con 3,33(°).

4.2.5.6 Influencia de la Concentración del Mordiente en las Solidez del Color a la Luz

Aquí se realizaron pruebas de tintura con el fin de determinar cómo influye la concentración del mordiente en la solidez del color a la luz, en donde se varió la concentración de mordiente y se mantuvo la concentración de colorante, posteriormente se obtuvo el coeficiente de variación para determinar que concentración influye más.

A continuación, se analiza cómo influye la concentración del mordiente.

Tabla 52

Influencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color a la Luz

	Muestras (M)	M1	M2	M3
Vinagre	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Solidez a la Luz (°)	2,5	2,5	2
	Muestras (M)	M10	M11	M12
Ácido Cítrico	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Solidez a la Luz (°)	2	2	2
	Muestras (M)	M19	M20	M21
Crémor	Concentración Mordiente (%)	5	10	15
Tártaro	Concentración Colorante (%)	5	5	5
	Solidez a la Luz (°)	2	1,5	1,5

Fuente: Autor

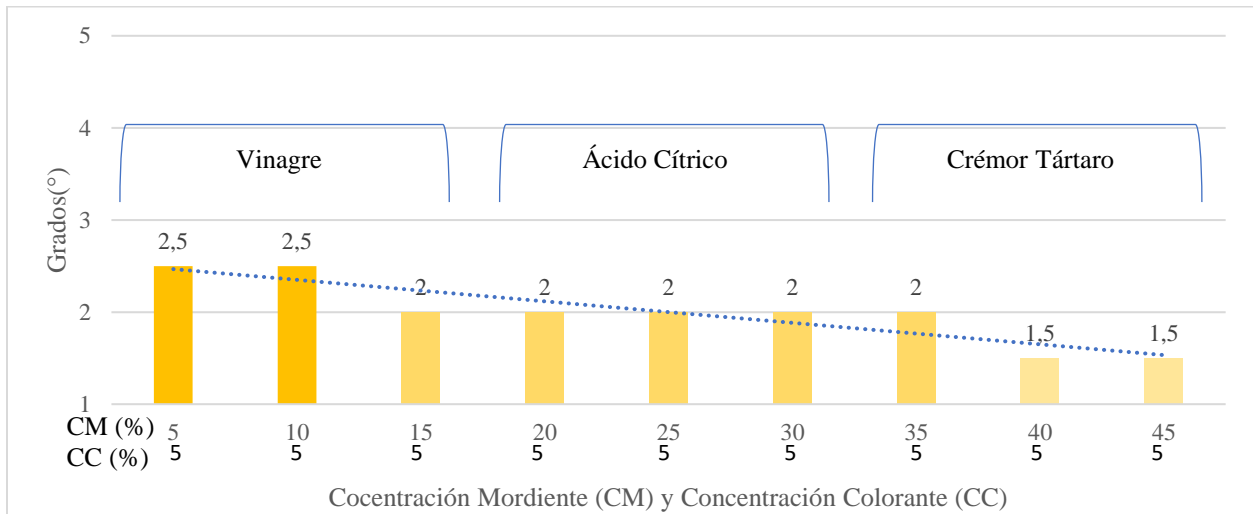
En la tabla 52 se tiene el mordiente, las muestras, la concentración y los resultados de la solidez del color a la luz obtenidos en el análisis con el equipo espectrofotómetro. Con los datos que se

observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente y se mantuvo la concentración de colorante, existe un resultado bajo de solidez del color a la luz con los tres mordientes.

En la siguiente imagen se indica la tendencia de la concentración del mordiente en la solidez del color a la luz.

Figura 57

Tendencia Concentración del Mordiente en la Solidez del Color a la Luz



Fuente: Autor

En la figura se observa cómo influyen las concentraciones de mordientes en la solidez del color a la luz, determinando que existe una tendencia descendente conforme va aumentando la concentración de los tres mordientes. Es decir que, la curva de tendencia es inversamente proporcional a la concentración de mordiente y también se observa claramente que la solidez es mayor con el vinagre con 2,5 de solidez y el mínimo se da con el crémor tártaro con 1,5 de solidez.

En la siguiente tabla se indica el coeficiente de variación de los resultados de solidez del color a la luz con cada uno de los mordientes obtenidos en la tabla 52.

Tabla 53

CV Concentración del Mordiente en la Solidez del Color a la Luz

Mordiente	Concentración Mordiente (%)	Concentración Colorante (%)	Solidez a la Luz (°)	Coeficiente de Variación (CV)	Promedio Solidez (°)
Vinagre	5	5	2,5	0,10	2,33
	10	5	2,5		
	15	5	2		
Ácido Cítrico	5	5	2	0	2
	10	5	2		
	15	5	2		
Crémor Tártaro	5	5	2	0,14	1,66
	10	5	1,5		
	15	5	1,5		

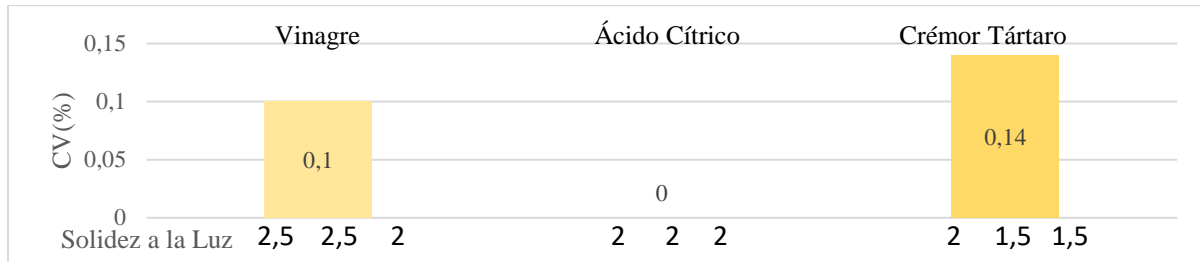
Fuente: Autor

En la tabla 53 se tiene el mordiente, la concentración, el resultado de la solidez del color a la luz y el coeficiente de variación y el promedio. Con los datos que se observa en esta tabla se concluye que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente, existe un mayor coeficiente de variación con el crémor tártaro, determinando que las concentraciones de este mordiente son las que influyen más en la solidez del color a la luz.

En el siguiente gráfico se puede observar el coeficiente de variación de la solidez del color a la luz con cada uno de los mordientes.

Figura 58

Coefficiente de Variación de la Solidez del Color a la Luz



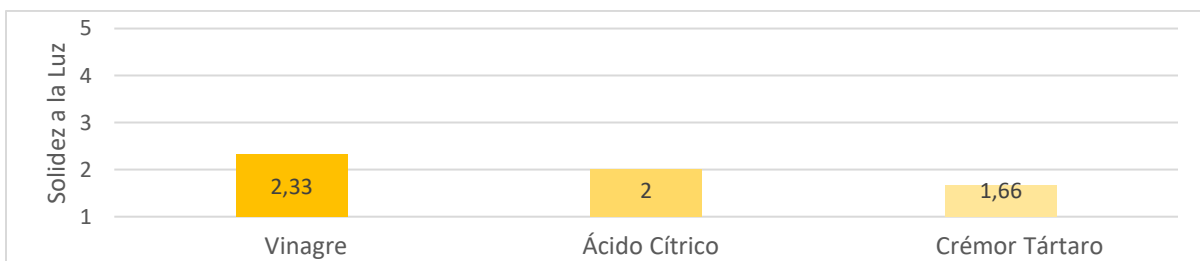
Fuente: Autor

En la figura 58 se puede observar el coeficiente de variación de los resultados de las solidez del color a la luz obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa, se concluye que analizando los coeficientes de variación estos son similares con el vinagre y el crémor tártaro, siendo diferente con el ácido cítrico cuyo coeficiente de variación es cero; determinando que la concentración de mordiente no influye en mayor grado en la solidez del color a la luz entre diferentes tipos de mordientes.

A continuación, se indica los promedios de la solidez del color a la luz.

Figura 59

Promedios de la Solidez del Color a la Luz



Fuente: Autor

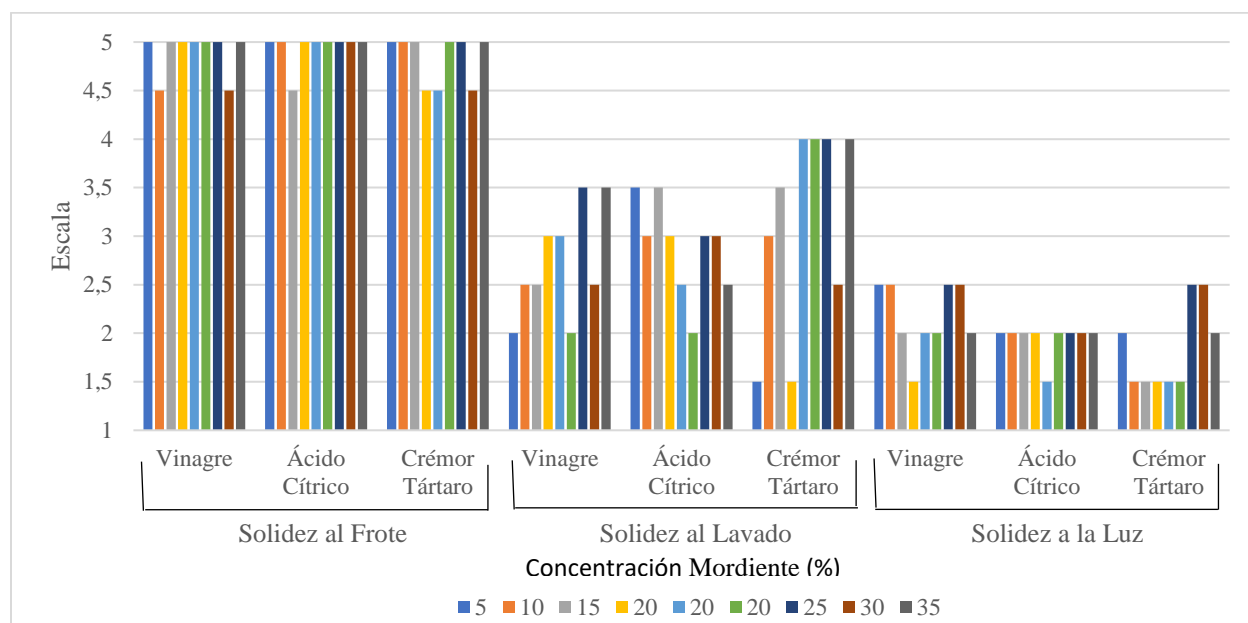
En la figura 59 se puede observar los promedios de las solidez del color a la luz obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa se determina que las concentraciones de

mordientes no influyen en la solidez del color a la luz ya que en todas las muestras se obtuvo un bajo resultado. Se observa que los resultados de las medias confirman lo anteriormente mencionado. Y analizando los promedios se determina que las concentraciones del mordiente vinagre son las que dan mayor grado de solidez del color a la luz con 2,33(°).

A continuación, se indica la imagen global con todos los datos donde se puede observar claramente como influye concentración de mordiente en las solideces del color.

Figura 60

Influencia Concentración del Mordiente en las Solideces del Color.



Fuente: Autor

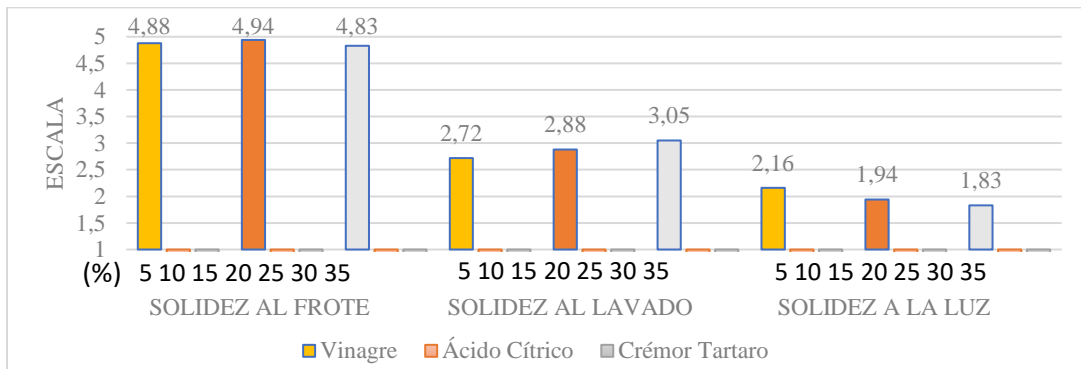
En la figura se observa claramente como influyen las concentraciones de mordientes en las solideces del color. Determinando que: en las solideces al frote las concentraciones tanto mayor como menor de los mordientes prácticamente no influyen por lo tanto son iguales. También se observa que en la solidez del color al lavado: las concentraciones de mordientes si influyen, en el caso del vinagre existiendo un orden ascendente en la mayoría de sus pruebas; en el ácido cítrico es a la inversa y en el crémor tártaro es directamente proporcional. Y por último se determina que

en las solideces del color a la luz con el vinagre a menor y mayor concentración da más solidez y a concentraciones medias da menos solidez, ocurriendo de forma similar con las concentraciones del crémor tártaro; con las concentraciones del ácido cítrico la solidez a la luz es constante, es decir que no influye. Concluyendo que no hay una relación directa o indirecta en relación con el porcentaje de concentración.

En el siguiente gráfico se indica los resultados globales de las medias.

Figura 61

Medias Concentración Del Mordiente en las Solideces.



Fuente: Autor

En la figura se observa de mejor manera con los resultados de las medias, la influencia de las concentraciones de mordientes en las solideces del color. Determinando que: el resultado promedio de las solideces al frote prácticamente es igual en todas las concentraciones de los tres mordientes con una calificación de 5/5. Que el resultado promedio de las concentraciones del crémor tártaro da el mejor resultado de solidez del color al lavado con un 3,05/5 de calificación y que el resultado promedio de las concentraciones del vinagre da mejores resultados de solidez del color a la luz con un 2,16/5 de calificación. Sin embargo, las solideces a la luz son bajas concluyendo que no hay una buena solidez del color a la luz.

4.2.6 Mordiente Óptimo

Se obtuvo en base a los análisis de datos realizados anteriormente, en donde se procedió a ponderar con una calificación máxima de 5 y una mínima de 1 a cada uno de los resultados de intensidad y solidez del color obtenidas de la evaluación de resultados y el análisis comparativo. Esto se hizo con el fin de determinar que mordiente vinagre, ácido cítrico o crémor tártaro influye más. En la siguiente tabla se indica los valores ponderados calculados de los resultados.

Tabla 54

Ponderación de Datos Para la Obtención del Mordiente Óptimo

Mordiente	Ítem	Ponderación (°)	Total, Grados ponderados
Vinagre	Intensidad	(83,62) = 4,18	13,94
	Solidez al Frote	4,88	
	Solidez al Lavado	2,72	
	Solidez a la Luz	2,16	
Ácido Cítrico	Intensidad	(90,88) = 4,53	14,29
	Solidez al Frote	4,94	
	Solidez al Lavado	2,88	
	Solidez a la Luz	1,94	
Crémor Tártaro	Intensidad	(99,7433) = 4,98	14,69
	Solidez al Frote	4,83	
	Solidez al Lavado	3,05	
	Solidez a la Luz	1,83	

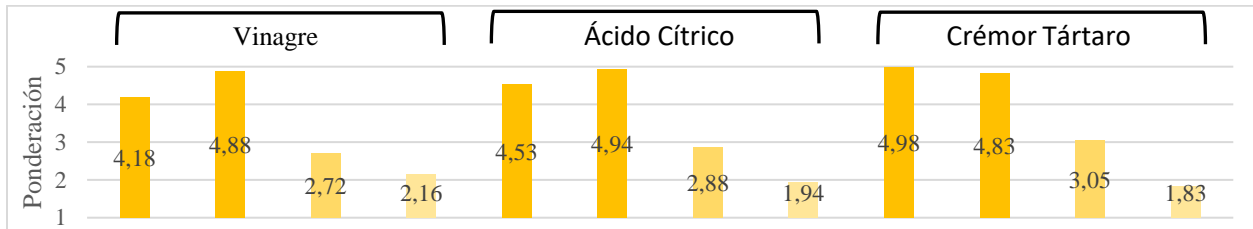
Fuente: Autor

En la tabla se tiene los mordientes, la intensidad, las solidez y los valores de los resultados de las medias de estos ítems respectivamente ponderados. Con la suma total de estos valores, se determinó que el mordiente óptimo es el crémor tártaro con un resultado total de 14,69.

A continuación, se indica la imagen con todos los datos de esta influencia.

Figura 62

Determinación del Mordiente Óptimo



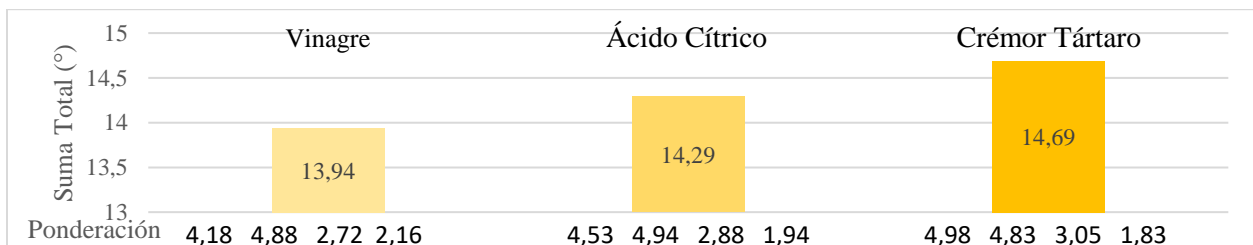
Fuente: Autor

En la figura se observa que los resultados del mordiente crémor tártaro influyen más en la intensidad y solideces del color.

En la siguiente imagen se indican las sumas totales de los anteriores valores.

Figura 63

Sumas Totales Para la Determinación del Mordiente Óptimo



Fuente: Autor

En la figura 63 se puede observar las sumas totales de la ponderación de datos de la tabla 47 de la intensidad y solideces del color obtenidas con cada uno de los mordientes. Con los datos que se observa se determina que la suma total del mordiente crémor tártaro es la mayor con 14,69, determinando así que este es el mordiente óptimo por lo tanto es el que más influye tanto en la intensidad como en las solideces del color.

CAPÍTULO V

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

En base a las condiciones en las cuales se desarrolló esta investigación, usando para la tintura colorante natural de la planta Rumex Crispis y tres mordientes naturales (vinagre, ácido cítrico y crémor tártaro) a diferentes concentraciones, en una tela de tejido jersey 100% algodón, realizando pruebas de intensidad de color, solidez del color al frote, lavado y luz; obteniendo valores de intensidad, transferencia, pérdida y degradación de color como indicadores de la influencia que tienen estos productos naturales en la tintura, se establecen las siguientes conclusiones:

- La fundamentación teórica ayudó en la presente investigación con la búsqueda, revisión y aplicación de los conceptos fundamentales para el desarrollo del tema.
- Se obtuvo la cantidad de 3,2 litros del extracto de colorante de 4kg de hojas recolectadas de la planta lengua de vaca en estado de madurez, mediante el proceso artesanal del molido y macerado.
- Mediante ensayos de laboratorio, se determinó que para la tintura de algodón 100% con procesos de mordentado previo los parámetros del proceso son: la temperatura y tiempo de agotamiento (90°C-60min) y una gradiente en la subida de temperatura de 2°C/min; el pH de la solución del baño para el vinagre y el ácido cítrico es ácido entre 3 y 4 y para el crémor tártaro es ligeramente ácido entre 5 y 6.
- Con los valores medios de intensidad del color obtenidos con el análisis espectrofotométrico, se determina que el crémor tártaro otorga el mejor resultado de intensidad del color, con el

99,74%; luego se tiene al ácido cítrico con el 90,88% y finalmente tenemos el vinagre con el 83,62%

- En cuanto a la solidez del color al frote, con los valores medios se determinó que el mejor mordiente fue el ácido cítrico con 4,94 grados de la escala de grises, luego está el vinagre con 4,88 grados y por último el crémor tártaro con 4,83 grados.
- Los resultados medios de solidez del color al lavado fueron: el crémor tártaro con 3,05 grados, ácido cítrico con 2,88 grados y el vinagre con 2,72 grados; siendo, el crémor tártaro el que presenta menor pérdida de color.
- En la evaluación de la solidez del color a la luz, mediante el análisis de las medias, se determinó que el vinagre logró la mejor calificación de degradación de color con 2,16 grados, seguido del ácido cítrico con 1,94 y por último el crémor tártaro con 1,83 grados.
- Con el análisis comparativo de la concentración de mordiente y concentración de colorante en la intensidad y solidez del color, se determinó que en todas las muestras a las que se trabajó con diferente concentración de mordiente y la misma concentración de colorante, existe un aumento de intensidad de color con los tres mordientes, ocurriendo de forma similar en las muestras que se variaron la concentración de colorante y se mantuvo la concentración de mordiente, sin embargo, pese a que la concentración de mordiente y colorante esta aumentada al doble y al triple, la intensidad no aumentó en la misma proporción; por lo tanto, se concluye que la concentración de mordiente y colorante no influyen en mayor grado en la intensidad y solidez del color.
- Con la ponderación de los valores calculados resultantes de las medias, se obtuvo una intensidad de 4,98, una solidez del color al frote de 4,83, una solidez del color al lavado de

3,05 y una solidez del color a la luz de 1,83. Determinando que el mordiente óptimo que influye más es el crémor tártaro con un resultado total de 14,69 grados.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda cada cierto tiempo comprobar y verificar la correcta calibración de los equipos utilizados para realizar las respectivas pruebas de tintura y solidez, haciendo énfasis especial en el espectrofotómetro, equipo utilizado para hacer los análisis respectivos.
- Se recomienda también utilizar materiales y equipos bajo las mismas condiciones para evitar en lo más mínimo la variabilidad de datos.
- Con el fin de profundizar la investigación, se recomienda comparar si la influencia de los mordientes naturales utilizados en esta investigación tiene el mismo efecto en otro tipo de tejidos y otro tipo de fibras.
- Por último, se recomienda realizar un estudio para determinar el grado de contaminación tras la caracterización fisicoquímica del extracto de la lengua de vaca y mordientes para verificar si no poseen algún compuesto nocivo.

6 Referencias Bibliográficas

- 105-B02, N. I.-I. (2014). *TEXTILES. ENSAYOS DE SOLIDEZ DEL COLOR. PARTE B02: SOLIDEZ DEL COLOR A LA LUZ ARTIFICIAL: LÁMPARA DE ARCO DE XENÓN (ISO 105-B02:1994, IDT)*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_105_b02.pdf
- Botanical-online. (19 de Marzo de 2019). *Características de las maceraciones*. Obtenido de <https://www.botanical-online.com/productos-naturales/preparaciones-maceraciones>
- Cabezas, A. M. (Diciembre de 2006). *Tintura artesanal de la poliamida con colorantes naturales (nogal, lengua de vaca y eucalipto) para evaluar solidez 2006*. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5844>
- Cabezas, M. A. (2006). *Tintura artesanal de la poliamida con colorantes naturales (nogal, lengua de vaca y eucalipto) para evaluar solidez 2006*. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5844>
- Cavenago Benites Maira Fe, & Córdova Valencia Alejandra. (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*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3898/IQcabemf071.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colombia, A. d. (2014). *Proyecto: Fomento a la actividad productiva artesanal del departamento de Cundinamarca*. Obtenido de Guía para tintura con tintes naturales en lana para los artesanos de los municipios de Sutatausa, Tausa, Ubaté, Fúquene, Sesquilé y Villapinzón: <https://core.ac.uk/download/pdf/52156621.pdf>

- Color, i. (s.f). *Color i5 Espectrofotómetros de Sobremesa*. Obtenido de Color i5 Espectrofotómetros de Sobremesa: https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/manuals_and_userguides/c/o/color_i5_manual_es.pdf
- Cubas, R. J. (2016). *Uso de extracto de Lantana camara en el teñido de lana y algodón*. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5198>
- Cuestas, K. M. (2015). *Obtención de un tinte natural a partir de la liana Bauhinia Macrostachya (escalera de mono) y aplicación en la fibra de la palma Astrocaryum Chambira Burret (chambira) en la provincia de Orellana, cantón Francisco de Orellana, comunidad Miwaguno*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7948/1/04%20IT%20185%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Cuestas, M. K. (2015). *Obtención de un tinte natural a partir de la Liana Bauhinia Macrostachya (Escalera de Mono) y aplicación en la fibra de la Palma Astrocaryum Chambira Burret (Chambira) en la Provincia de Orellana, Cantón Francisco de Orellana, Comunidad Miwaguno*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7948/1/04%20IT%20185%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- G. Vejar,, Ana; , Tolosa,, Brenda;, W. Parra,, John;, . . . Dora. (2016). Uso de la cáscara de mamón (*Melicoccus bijugatus*) para el teñido de telas. *Avances en Química*, 123-128.
- Gabriela Maribel Ponce Guevara., & Deisy Gabriela Morales Jácome. (2011). *“Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales “Nogal” (Junglans neotropica) y “Guarango” (Caesalpinia spinosa)”*. Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/823/3/03%20REC%20141%20TESIS%20COMPLETA.pdf>

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)*. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2581/TESIS-2018-ING-AGROINDUSTRIAL-MENDOZA%20HUAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lavado, F. E. (Noviembre de 2012). *La industria textil y su control de calidad V. Tintorería*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6yjBvmYZrTsC&oi=fnd&pg=PA5&dq=LA+INDUSTRIA+TEXTIL+Y+SU+CONTROL+DE+CALIDAD+Tintorer%20C3%ADa&ots=XzJLr-sKDa&sig=sKSJ3aGWRg7m37Gg9NNVTACDZhs#v=onepage&q=LA%20INDUSTRIA%20TEXTIL%20Y%20SU%20CONTROL%20DE%20CALIDAD%20Tin>

Lexico. ((s,f.)). *Colorante*. Obtenido de <https://www.lexico.com/es/definicion/colorante>

Lozano, C. M. (Septiembre de 2020). *Estudio de diferentes procesos innovadores de agotamiento en Autoclave para una mayor calidad de tintura y su posible implantación teórica en la industria textil*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/154850/Men%20c3%a9ndez%20-%20Estudio%20de%20diferentes%20procesos%20innovadores%20de%20agotamiento%20para%20una%20mayor%20calidad%20de%20ti...pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Maira Fe Cavenago Benites , & Alejandra Córdova Valencia . (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*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3898/IQcabemf071.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manosalvas, Z. A. (Enero de 2018). *Estudio técnico del nivel de degradación del color a la luz UV en las fibras de bambú y algodón*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7912/1/04%20IT%20222%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Marcano, D. (2018). *Introducción a la Química de los Colorantes*. Obtenido de <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/19390/1/colorantes%20listo%20%2Bisbn.pdf>

Martha Cedano Maldonado, & Luis Villaseñor Ibarra. (2006). *Colorantes orgánicos de hongos y líquenes*. Obtenido de http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/page_scientia_cucba/Scientia_8_2.pdf#page=3

MINCIT. (2018). *Ampliación Cobertura Geográfica y Poblacional 2018*. Obtenido de Tintura de Fibras Naturales Celulósicas con Colorantes Naturales: <https://cendar-repositorio.metabiblioteca.org/bitstream/001/4713/1/INST-D%202018%20.%2089.pdf>

Moldovan, S. (Septiembre de 2016). *Investigación del proceso de tintura sobre tejidos de algodón con colorantes naturales extraídos de micro y macro algas: *Arthrospira platensis*, *Synechococcus* sp., *Ulva* sp.* Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN%20->

%20COLORANTES%20NATURALES%20PARA%20FIBRAS%20TEXTILES%20A%
20PARTIR%20DE%20ALGAS.pdf?sequence=1

Moldovan, S. (Septiembre de 2016). *Investigación del proceso de tintura sobre tejidos de algodón con colorantes naturales extraídos de micro y macro algas: Arthrospira platensis, Synechococcus sp., Ulva sp.* Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/73893/MOLDOVAN%20-%20COLORANTES%20NATURALES%20PARA%20FIBRAS%20TEXTILES%20A%20PARTIR%20DE%20ALGAS.pdf?sequence=1>

Morales, C. M. (Mayo de 2019). *Evaluación de intensidad de color entre las fibras de bambú y algodón.* Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9242/1/04%20IT%20244%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Peñañiel, S. (Junio de 2011). *Influencia del suavizado con bases de ácidos grasos en el cambio de matiz en tejidos de algodón 100% tinturados con colorantes reactivos de baja reactividad.* Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/631>

Poma, J. A. (2016). *ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE TEÑIDO NATURAL EN LA PROVINCIA DE LOJA.* Obtenido de *ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL DE TEÑIDO NATURAL EN LA PROVINCIA DE LOJA:* <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6048/1/12367.pdf>

Portillo, R. E. (2013). *Tintura alternativa de hilos de lana con colorantes naturales.* Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/1/tesis.pdf>

Portillo, R. E. (12 de Julio de 2013). *Tintura alternativa en hilos de lana con colorantes naturales*.

Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2300/1/tesis.pdf>

Silvia Elena Marín Castillo, & Claudia María Mejía Castillo. (Septiembre de 2012). *Extraccion de*

colorante a partir de la flor de jamaica. Obtenido de

<http://ribuni.uni.edu.ni/619/1/37975.pdf>

STIVALA, A.; PEZZUCCHI, & J.; ANGUIO, M.B. . (2014). *Nociones elementales del color*.

Propiedades, desaturación y uso simbólico. Obtenido de

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77857/Documento_completo.pdf-](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77857/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77857/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tintesnaturales. (22 de Abril de 2019). *Mordientes y fijadores*. Obtenido de

<https://tintesnaturales.org/mordientes/>

Torrent, F. P. (2017). *Color y territorio: Paletas textiles de colores naturales*. Obtenido de

[http://www.francescapinol.com/wp-](http://www.francescapinol.com/wp-content/uploads/2020/04/2017_ColorYterritorio_paletas-textilesColores-naturales.pdf)

[content/uploads/2020/04/2017_ColorYterritorio_paletas-textilesColores-](http://www.francescapinol.com/wp-content/uploads/2020/04/2017_ColorYterritorio_paletas-textilesColores-naturales.pdf)

[naturales.pdf](http://www.francescapinol.com/wp-content/uploads/2020/04/2017_ColorYterritorio_paletas-textilesColores-naturales.pdf)

Tuquerres, W. G. (2019). *El barro como componente de tintura en una prenda 100% algodón*.

Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9359/2/04%20IT%20245%20TRABAJ>

[O%20DE%20GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9359/2/04%20IT%20245%20TRABAJ)

Tuquerres, W. G. (2019). *El barro como componente de tintura en una prenda 100% algodón*.

Obtenido de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9359/2/04%20IT%20245%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Warshaw, L. J. (s.f.). *Industria de productos textiles*. Obtenido de Industria de textiles y de la confección:


<https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+89.+Industria+de+productos+textiles>

7 Anexos

Anexo 1. Obtención del colorante

		
Recolección de la planta Rumex Crispis	Proceso de maceración.	<i>Colorante obtenido</i>

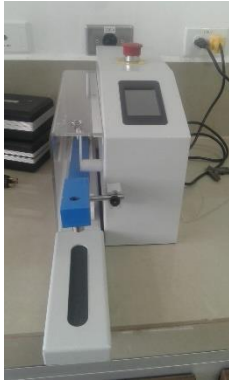


Anexo 2. Mordentado previo

	
Preparación de las muestras	Mordentado de las muestras.

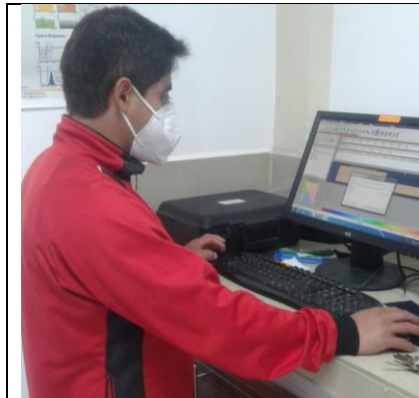
Anexo 3. Tintura con colorante natural Rumex Crispis

		
Pipeteo del colorante.	Colocación del colorante y muestra en la probeta.	<i>Tintura en el Autoclave.</i>

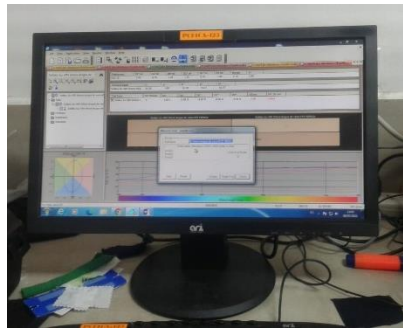
Anexo 4. Pruebas de solidez

		
Prueba de Solidez al frote en el equipo Crockmeter.	Prueba de Solidez al lavado en el equipo Autoclave.	Prueba de Solidez a la Luz en el equipo Trufade.

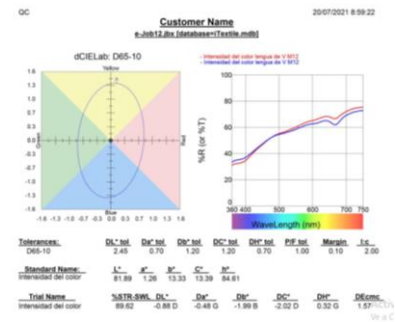
Anexo 5. Análisis de las muestras en el equipo Espectrofotómetro



Análisis de intensidad del color.



Proceso de análisis.



Resultado del análisis de intensidad de color.