



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA QUÍMICA

“EXTRACCIÓN DE COLORANTES DE LA CÁSCARA DE FRUTOS CÍTRICOS Y APLICACIÓN SOBRE TELAS DE ALGODÓN”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORAS:

NEREYDA EVELYN ESTRADA LLANOS

JOHANA KATHERINE ÑAÑAY QUISHPE

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA QUÍMICA

“EXTRACCIÓN DE COLORANTES DE LA CÁSCARA DE FRUTOS CÍTRICOS Y APLICACIÓN SOBRE TELAS DE ALGODÓN”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORAS: NEREYDA EVELYN ESTRADA LLANOS

JOHANA KATHERINE ÑAÑAY QUISHPE

DIRECTOR: Dr. ROBERT ALCIDES CAZAR RAMIREZ Mgs.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Nereyda Evelyn Estrada Llanos & Johana Katherine Ñauñay Quishpe

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotras, Nereyda Evelyn Estrada Llanos y Johana Katherine Ñauñay Quishpe, declaramos que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 22 de diciembre de 2022



Nereyda Evelyn Estrada Llanos
020201275-3



Johana Katherine Ñauñay Quishpe
060609007-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EXTRACCIÓN DE COLORANTES DE LA CÁSCARA DE FRUTOS CÍTRICOS Y APLICACIÓN SOBRE TELAS DE ALGODÓN**, realizado por las señoritas: **NEREYDA EVELYN ESTRADA LLANOS** y **JOHANA KATHERINE ÑAÑAY QUISHPE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA



Dr. Carlos Pilamunga Capus
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

2022-12-22



Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

2022-12-22



Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

2022-12-22

DEDICATORIA

En primero lugar dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado salud, sabiduría y fortaleza hasta llegar a este momento tan importante de mi formación profesional. A mi familia, quienes han sido el principal motor de mis sueños y anhelos, que siempre han estado a mi lado en días y noches difíciles de mis años de estudio. Donde han sido mis mejores guías de vida.

Johana

En esta dedicatoria quisiera comenzar agradeciendo a Dios. Seguidamente a mi familia por estar siempre presente, en especial a mis madres, Julia, Carina y Zoila, porque sin ellas no hubiera tenido éxito, quienes desde niña han fomentado en mí, grandes valores y me ha brindado la oportunidad de recibir los mejores estudios. Su apoyo moral y financiero ha sido crucial para culminar con éxito mi carrera.

Nereyda

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias carrera Química por abrirnos las puertas para formarnos como profesionales. A nuestros docentes por sus palabras de sabiduría, conocimiento y experiencia, a quienes debemos nuestros conocimientos, por su dedicación, perseverancia y su tolerancia para formarnos como profesionales.

Al Dr. Robert Cazar, sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no hubiésemos logrado tan fácil. Sus consejos siempre fueron útiles cuando no salían de nuestros pensamientos las ideas para escribir lo que hoy hemos conseguido. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más lo necesitábamos.

A nuestros amigos Kerlyn, Carolina, Julio compañeros de viaje, hoy culminan esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordarles cuantas tardes y horas de trabajo hicimos juntos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso de esta historia de vida y no podemos dejar de agradecerles su apoyo y perseverancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Con la ilusión de algún día poder decir con orgullo y satisfacción “Somos Químicos”. Gracias por estar siempre ahí.

Nereyda & Johana

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
ÍNDICE DE ECUACIONES	xx
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xxi
RESUMEN.....	xxii
SUMMARY.....	xxiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Limitaciones y delimitaciones	2
1.3.	Problema general de investigación	2
1.4.	Problemas específicos de investigación	2
1.5.	Objetivos	3
1.5.1.	<i>Objetivo general</i>	3
1.5.2.	<i>Objetivos específicos</i>	3
1.6.	Justificación	3
1.7.	Hipótesis.....	4

CAPITULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Antecedentes	5
2.2.	Bases teóricas.....	6
2.2.1.	<i>Cítricos</i>	6

2.2.1.1.	<i>Composición química</i>	6
2.2.1.2.	<i>Residuos de cáscaras de frutos cítricos</i>	7
2.2.1.3.	<i>Factores que influyen en la composición química de los cítricos</i>	8
2.2.1.4.	<i>Producción mundial</i>	8
2.2.2.	<i>Mandarina (Citrus Reticulata)</i>	8
2.2.2.1.	<i>Descripción general</i>	8
2.2.2.2.	<i>Descripción botánica</i>	9
2.2.2.3.	<i>Taxonomía</i>	10
2.2.2.4.	<i>Producción nacional</i>	10
2.2.3.	<i>Limón sutil (Citrus Aurantifolia)</i>	10
2.2.3.1.	<i>Descripción general</i>	10
2.2.3.2.	<i>Descripción botánica</i>	11
2.2.3.3.	<i>Taxonomía</i>	12
2.2.3.4.	<i>Producción nacional</i>	12
3.2.4.	<i>Naranja (Citrus Sinensis)</i>	12
2.2.4.1.	<i>Descripción general</i>	12
2.2.4.2.	<i>Descripción botánica</i>	13
2.2.4.3.	<i>Taxonomía</i>	14
2.2.4.5.	<i>Producción nacional</i>	14
2.2.5.	<i>Limón meyer (Citrus Meyeri Tanaka)</i>	15
2.2.5.1.	<i>Descripción general</i>	15
2.2.5.2.	<i>Descripción botánica</i>	15
2.2.5.3.	<i>Taxonomía</i>	16
2.2.5.4.	<i>Producción nacional</i>	16
2.2.6.	<i>Colorantes</i>	17
2.2.6.1.	<i>Clasificación química</i>	17
2.2.6.2.	<i>Clasificación por su método de aplicación</i>	19
2.2.6.3.	<i>Colorantes artificiales</i>	21
2.2.6.4.	<i>Colorantes naturales</i>	21

2.2.6.5.	<i>Colorante natural y colorante sintético en la industria textil</i>	25
2.2.7.	Fibras textiles	26
2.2.7.1.	<i>Tipos de fibras textiles</i>	27
2.2.7.2.	<i>Algodón</i>	27
2.2.7.3.	<i>Partes de la fibra de algodón</i>	27
2.2.7.4.	<i>Características</i>	27
2.3.	Bases conceptuales	29
2.3.1.	Método de extracción	29
2.3.1.1.	<i>Maceración</i>	29
2.3.2.	Filtración	29
2.3.2.1.	<i>Equipo</i>	29
2.3.2.2.	<i>Funcionamiento</i>	30
2.3.3.	Destilación al vacío con rotación	30
2.3.3.1.	<i>Equipo</i>	30
2.3.3.2.	<i>Funcionamiento</i>	31
2.3.4.	Solventes	31
2.3.4.1.	<i>Solventes utilizados para la extracción</i>	32
2.3.5.	Proceso de tintura	32
2.3.5.1.	<i>Teñido</i>	32
2.3.5.2.	<i>Métodos de coloración de las fibras textiles</i>	33
2.3.5.3.	<i>Tiempo de tintura</i>	33
2.3.6.	Mordientes	34
2.3.6.1.	<i>Técnica de mordentado</i>	34
2.3.6.2.	<i>Tipo de mordientes</i>	34
2.3.7.	Pruebas de calidad	37
2.3.7.1.	<i>Solidez al lavado</i>	38
2.3.7.2.	<i>Solidez al frote</i>	38
2.3.7.3.	<i>Solidez a la luz</i>	38
2.3.8.	Métodos para caracterización de los colorantes	38

2.3.8.1.	<i>Espectrofotometría ultravioleta-visible</i>	38
2.3.8.2.	<i>Espectrofotometría infrarroja</i>	40

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	41
3.1.	Enfoque de investigación	41
3.2.	Nivel de investigación	41
3.3.	Diseño de investigación	41
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	41
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	42
3.4.	Tipo de estudio	43
3.5.	Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	43
3.6.	Proceso de obtención del colorante natural de frutos cítricos	44
3.7.	Materiales, equipos y reactivos	46
3.7.1.	<i>Materiales utilizados en la investigación</i>	47
3.7.2.	<i>Reactivos y sustancias</i>	47
3.7.3.	<i>Equipos</i>	48
3.8.	Técnicas	48
3.8.1.	<i>Análisis físico químico</i>	48
3.9.	Técnicas de caracterización	53
3.9.1.	<i>Espectroscopia UV-Visible</i>	53
3.9.2.	<i>Espectroscopia IR</i>	53
3.10.	Aplicación del colorante natural obtenido en tela de algodón	54
3.10.1.	<i>Preparación del material textil</i>	54
3.10.2.	<i>Premordentado</i>	54
3.10.3.	<i>Teñido</i>	55
3.10.4.	<i>Pruebas de calidad</i>	55

CAPITULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	58
4.1.	Resultados del rendimiento	58
4.2.	Resultados del análisis físico químico	59
4.2.1.	<i>Densidad</i>	59
4.2.2.	<i>pH.....</i>	61
4.2.3.	<i>Grados brix</i>	62
4.2.4.	<i>Índice de refracción</i>	63
4.2.5.	<i>Solubilidad.....</i>	64
4.2.6.	<i>Humedad</i>	65
4.2.7.	<i>Ceniza</i>	65
4.3.	Resultados de caracterización.....	66
4.3.1.	<i>Espectroscopia UV-Visible.....</i>	66
4.3.2.	<i>Espectroscopia IR.....</i>	74
4.4.	Resultados pruebas de calidad.....	90
4.4.1.	<i>Solidez a la luz.....</i>	90
4.4.2.	<i>Solidez al frote</i>	94
4.4.3.	<i>Solidez al lavado</i>	100
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES.....	105

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Clasificación científica de los cítricos	6
Tabla 2-2:	Clasificación taxonómica de mandarina (<i>Citrus reticulata</i>).....	10
Tabla 3-2:	Clasificación taxonómica de limón sutil (<i>Citrus aurantifolia</i>).....	12
Tabla 4-2:	Clasificación taxonómica de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	14
Tabla 5-2:	Clasificación taxonómica de limón meyer (<i>Citrus meyeri tanaka</i>).....	16
Tabla 6-2:	Clasificación de colorantes por estructura química	18
Tabla 7-2:	Clasificación de colorantes por método de aplicación	20
Tabla 8-2:	Clasificación de colorantes naturales	22
Tabla 9-2:	Colorante natural y colorante sintético en la industria textil	25
Tabla 10-2:	Composición química del algodón	28
Tabla 11-2:	Clasificación de los solventes.....	32
Tabla 12-2:	Tipos de mordientes	35
Tabla 13-2:	Referencia de longitud de onda de análisis espectrofotométrico UV-Visible.....	39
Tabla 1-3:	Materiales utilizados en la investigación.....	47
Tabla 2-3:	Reactivos	47
Tabla 2-3:	Sustancias	48
Tabla 3-3:	Equipos.....	48
Tabla 4-3:	Escala cualitativa de la valoración del teñido de la fibra textil al lavado y luz solar.....	55
Tabla 5-3:	Evaluación de prueba al frote	56
Tabla 6-3:	Parámetros de evaluación de calidad mediante el frote.....	57
Tabla 1-4:	Rendimiento del colorante natural obtenido materia prima seca.....	58
Tabla 2-4:	Rendimiento del colorante natural obtenido materia prima seca.....	58
Tabla 3-4:	Densidad del colorante natural obtenido materia prima seca	59
Tabla 4-4:	Densidad del colorante natural obtenido materia prima fresca.....	60
Tabla 5-4:	pH del colorante natural obtenido materia prima seca	61

Tabla 6-4:	pH del colorante natural obtenido materia prima fresca.....	61
Tabla 7-4:	Grados brix colorante natural obtenida materia prima seca	62
Tabla 8-4:	Grados brix colorante natural obtenida materia prima fresca.....	62
Tabla 9-4:	Índice de refracción colorante natural obtenida materia prima seca	63
Tabla 10-4:	Índice de refracción colorante natural obtenida materia prima fresca.....	63
Tabla 11-4:	Solubilidad colorante natural obtenida materia prima seca	64
Tabla 12-4:	Solubilidad colorante natural obtenida materia prima fresca	64
Tabla 13-4:	Humedad en la cáscara de frutos críticos	65
Tabla 14-4:	Cenizas en la cáscara de frutos críticos	65
Tabla 15-4:	Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima seca en etanol al 96%	74
Tabla 16-4:	Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima fresca en etanol al 96%.....	75
Tabla 17-4:	Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima seca en metanol al 98%	76
Tabla 18-4:	Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima fresca en metanol al 96%	77
Tabla 19-4:	Espectroscopia IR, colorante natural de naranja materia prima seca en etanol al 96%	78
Tabla 20-4:	Espectroscopia IR colorante natural de naranja materia prima fresca en etanol al 96%	79
Tabla 21-4:	Espectroscopia IR colorante natural de naranja materia prima seca en metanol al 98%	80
Tabla 22-4:	Espectroscopia IR, colorante natural de naranja materia prima fresca en metanol al 98%	81
Tabla 23-4:	Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima seca en etanol al 96%	82
Tabla 24-4:	Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima fresca en etanol al 96%.....	83
Tabla 25-4:	Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima seca en metanol al 98%	84

Tabla 26-4:	Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima fresca en metanol al 98%	85
Tabla 27-4:	Espectroscopia IR colorante natural de limón meyer materia prima seca en etanol al 96%.....	86
Tabla 28-4:	Espectroscopia IR, colorante natural de limón meyer materia prima fresca en etanol al 96%.....	87
Tabla 29-4:	Espectroscopia IR colorante natural de limón meyer materia prima seca en metanol al 98%	88
Tabla 30-4:	Espectroscopia IR colorante natural de limón meyer materia prima fresca en metanol al 98%	89
Tabla 31-4:	Diseño de experimento para evaluar la prueba de calidad solidez a la luz, del colorante natural obtenida con materia prima seca.....	90
Tabla 32-4:	Diseño de experimento para evaluar la prueba de calidad solidez a la luz, del colorante natural obtenida con materia prima fresca	91
Tabla 33-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez a la luz” de materia prima seca	92
Tabla 34-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez a la luz” de materia prima fresca.....	93
Tabla 35-4:	Diseño de experimento para evaluar la prueba de calidad solidez al frote del colorante natural obtenida con materia prima seca	94
Tabla 36-4:	Diseño de experimento para la prueba de calidad solidez al frote del colorante natural obtenida con materia prima fresca	95
Tabla 37-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote” de materia prima seca en tela de algodón seca	96
Tabla 38-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote” de materia prima seca en tela de algodón húmeda.....	97
Tabla 39-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote” de materia prima fresca en tela de algodón seca.....	98
Tabla 40-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote” de materia prima fresca en tela de algodón húmeda.....	99
Tabla 41-4:	Diseño de experimento para la prueba de calidad solidez al lavado del colorante natural obtenida con materia prima seca.....	100

Tabla 42-4:	Diseño de experimentos para la prueba de calidad solidez al lavado del colorante natural obtenida con materia prima fresca.....	100
Tabla 43-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al lavado” de materia prima seca.....	101
Tabla 44-4:	Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al lavado” de materia prima fresca	102

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2:	Representación esquemática de la distribución de la composición química de un fruto cítrico.....	7
Ilustración 2-2:	Morfología de la planta de mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)	9
Ilustración 3-2:	Morfología de la planta de limón sutil (<i>Citrus aurantifolia</i>)	11
Ilustración 4-2:	Morfología de la planta de la naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	13
Ilustración 5-2:	Principales zonas productoras de cítricos en Ecuador 2019	14
Ilustración 6-2:	Morfología de la planta de limón meyer.....	16
Ilustración 7-2:	Principales zonas productoras de cítricos en Ecuador 2019	17
Ilustración 8-2:	Estructura de la celulosa	28
Ilustración 9-2:	Filtración al vacío	30
Ilustración 10-2:	Rotavapor.....	31
Ilustración 1-3:	Proceso de obtención de los colorantes naturales de frutos cítricos.	44
Ilustración 1-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de mandarina materia prima seca en etanol al 96%.....	66
Ilustración 2-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de mandarina materia prima fresca en etanol al 96%	66
Ilustración 3-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de la mandarina seca en metanol al 98%	67
Ilustración 4-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de la mandarina fresca en metanol al 98%	67
Ilustración 5-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima seca en etanol al 96%	68
Ilustración 6-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima fresca en etanol al 96%.....	68
Ilustración 7-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima seca en metanol al 98%	69
Ilustración 8-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima fresca en metanol al 98%	69

Ilustración 9-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima seca en etanol al 96%	70
Ilustración 10-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en etanol al 96%	70
Ilustración 11-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima seca en metanol al 98%.....	71
Ilustración 12-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en metanol al 98%	71
Ilustración 13-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de limón sutil materia prima seca en etanol al 96%	72
Ilustración 14-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en etanol al 96%	72
Ilustración 15-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural del limón sutil materia prima seca en metanol al 98%.....	73
Ilustración 16-4:	Espectro UV-Visible del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en metanol al 98%	73
Ilustración 17-4:	Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima seca en etanol al 96%	74
Ilustración 18-4:	Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima fresca en etanol al 96%	75
Ilustración 19-4:	Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima seca en metanol al 98%	76
Ilustración 20-4:	Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima fresca en metanol al 98%	77
Ilustración 21-4:	Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima seca en etanol al 96%	78
Ilustración 22-4:	Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima fresca en etanol al 96%	79
Ilustración 23-4:	Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima seca en metanol al 98%	80
Ilustración 24-4:	Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima fresca en metanol al 98%.	81

Ilustración 25-4:	Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima seca en etanol al 96%	82
Ilustración 26-4:	Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en etanol al 96%	83
Ilustración 27-4:	Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima seca en metanol al 98%	84
Ilustración 28-4:	Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en metanol al 98%	85
Ilustración 29-4:	Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima seca en etanol al 96%	86
Ilustración 30-4:	Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en etanol al 96%	87
Ilustración 31-4:	Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima seca en metanol al 98%	88
Ilustración 32-4:	Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en metanol al 98%	89
Ilustración 33-4:	Colorante sintético, prueba de calidad solidez a la luz	91
Ilustración 34-4:	Colorante sintético, prueba de calidad solidez al frote	96
Ilustración 35-4:	Colorante sintético, prueba de calidad solidez al lavado	101

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA
- ANEXO B:** EXTRACCIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO MACERACIÓN
- ANEXO C:** EXTRACCIÓN DESTILACIÓN EVAPORADOR ROTATIVO
- ANEXO D:** PREPARACIÓN DE LA TELA TEXTIL
- ANEXO E:** PREPARACIÓN DEL TEÑIDO TELA DE ALGODÓN - MATERIA PRIMA SECA
- ANEXO F:** PREPARACIÓN DEL TEÑIDO TELA DE ALGODÓN – MATERIA PRIMA FRESCA
- ANEXO G:** TEÑIDO TELA DE ALGODÓN – MATERIA PRIMA FRESCA
- ANEXO H:** TEÑIDO TELA DE ALGODÓN – MATERIA PRIMA FRESCA
- ANEXO I:** PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ A LA LUZ - MATERIA PRIMA SECA
- ANEXO J:** PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ A LA LUZ – MATERIA PRIMA FRESCA
- ANEXO K:** PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL FROTE - MATERIA PRIMA SECA
- ANEXO L:** PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL FROTE – MATERIA PRIMA FRESCA
- ANEXO M:** PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL LAVADO - MATERIA PRIMA SECA
- ANEXO N:** PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL LAVADO – MATERIA PRIMA FRESCA

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3: Determinación del rendimiento	46
Ecuación 2-3: Determinación del peso	49
Ecuación 3-3: Determinación de densidad.....	49
Ecuación 4-3: Determinación de cenizas	53
Ecuación 5-3: Determinación gramos de colorante	55

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Uv- Vis	Ultravioleta visible
UV	Ultravioleta
IR	Infrarrojo
nm	Nanómetros
nD	Índice de refracción
°Bx	Grados Brix
ρ	Densidad
%	Porcentaje
g	Gramos
pH	Potencial de Hidrógeno
AATCC	Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles
ISO	Organización Internacional de Normalización,
ASTM	Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
°C	Grados centígrados
%m/v	Porcentaje masa por volumen
NaOH	Hidróxido de sodio
Fe₂(SO₄)₃	Sulfato férrico
min	Minutos
ug/cm	Microgramo por centímetro
Tm/Ha	Tonelada por Hectárea
m	Metro
cm	Centímetro
kg/ha	Kilogramo por hectárea
mm	milímetro
mL	Mililitro
V	Voltaje
g/mL	Gramos/mililitro
%T	Porcentaje de transmitancia
λ	Longitud de onda

RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación fue extraer colorantes naturales a partir de residuos de cáscara de frutos cítricos; trabajando con los siguientes: *Citrus Reticulata*, *Citrus Aurantifolia*, *Citrus Sinensis* y *Citrus Meyeri Tanaka*, para su aplicación en telas de algodón. Las cáscaras de los frutos cítricos, mencionados con anterioridad, fueron recolectados en distintos lugares de la ciudad de Riobamba, por mencionar: Ceviches Doña Mery, Patios de comida de San Alfonso, Mercado Mayorista San Pedro, La Merced. Se utilizó 50 gr de materia prima fresca y seca; la cual se colocó en la estufa (Estufa- secador de bandejas FC-LOU-14) durante 48 horas a una temperatura de 45°C, posteriormente a ello se realizó la molienda con una rejilla gruesa (50mm). Etanol 96% y metanol 98% fueron utilizados como disolventes para la extracción del colorante; mediante un proceso de extracción sólido-líquido por lo cual; se utilizó el equipo Rotavapor Vacuum Pump V-330. Se realizó un análisis fisicoquímico, donde el contenido de cenizas totales es menor a 5%, se destaca la posibilidad que esté presente algún adulterante inorgánico; en el rendimiento con etanol 96% y materia prima seca se obtuvo 66,01%; la caracterización mediante espectrofotometría UV-visible se encuentra presente los grupos carotenoides y ácido ascórbico; en la caracterización IR están presentes los grupos funcionales alifáticos. En las pruebas de calidad como: solidez a la luz, solidez al frote y solidez al lavado, con el análisis estadístico se concluye que el solvente, la cáscara, combinación de estas, influye mayormente en las pruebas de calidad. Se recomienda utilizar los colorantes naturales en lugar de los colorantes sintéticos, para reducir la contaminación debido al desperdicio de cáscara de frutos cítricos, generando un beneficio ecológico.

Palabras clave: <COLORANTE NATURAL>, <MANDARINA (*Citrus Reticulata*)>, <LIMÓN SUTIL (*Citrus Aurantifolia*)>, <NARANJA (*Citrus Sinensis*)>, <LIMÓN MEYER (*Citrus Meyeri Tanaka*)>, <PRUEBAS DE CALIDAD>, <ANÁLISIS FISICOQUÍMICO>, <CARACTERIZACIÓN UV E IR>.

0135-DBRA-UPT-2023



SUMMARY

The objective of the research work was to extract natural dyes from citrus fruit peel residues; working with the following: Citrus Reticulata, Citrus Aurantifolia, Citrus Sinensis, and Citrus Meyer Tanaka, for application in cotton fabrics. The peels of the citrus fruits, mentioned before, were collected in different places in the city of Riobamba, to mention: Ceviches Doña Mery, San Alfonso food court, San Pedro Wholesale Market, La Merced. 50 gr of fresh and dried raw material was used; which was placed in the stove (stove-tray dryer FC-LOU-14) for 48 hours at a temperature of 45 ° C, and the grinding was carried out with a thick grid (50mm). Ethanol 96% and methanol 98% were used as solvents for the dye extraction; through a solid-liquid extraction process, the Rotavapor Vacuum Pump V-330 equipment was used. A physicochemical analysis was made, where the total ash content is less than 5%, the possibility that some inorganic adulterant is present; in the yield with ethanol 96% and dry raw material, 66.01% was obtained; characterization by UV-visible spectrophotometry present carotenoid groups and ascorbic acid; aliphatic functional groups are present in IR characterization. In quality tests such as lightfastness, rubbing fastness, and washing fastness, the statistical analysis concludes that the solvent, the shell, and a combination of these, mostly influences the quality tests. It is recommended to use natural dyes instead of synthetic dyes, to reduce pollution due to the waste of citrus fruit peels, generating an ecological benefit.

Keywords: NATURAL COLORING, MANDARIN (Citrus Reticulata), SUBTLE LEMON (Citrus Aurantifolia), ORANGE (Citrus Sinensis), MEYER LEMON (Citrus Meyer Tanaka), QUALITY TESTS, PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS, UV AND IR CHARACTERIZATION>



Lic. Edison Renato Ruiz López

CI: 0603957044

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un interés global por el aprovechamiento de los residuos, debido a que los procesos de transformación generan residuos y subproductos que pueden ser útiles en otras actividades. Sin embargo, los residuos agroindustriales no se aprovechan de manera efectiva porque aún no se conoce su valor. En particular, el aprovechamiento industrial de los cítricos se ha convertido en una actividad intensiva en la que participan empresas propietarias de toda la cadena productiva (productores, procesadores, centros de distribución y exportadores) pero cuando aumenta la producción también se generan desechos sólidos y líquidos (Londoño et al., 2012). En una fábrica de jugos cítricos, la mitad de cada tonelada de naranjas se convierte en jugo, y el 50% restante es un subproducto o residuo (cáscara, semillas y pulpa). Algunos se utilizan actualmente como alimento para el ganado, pero su rápida fermentación los convierte en un problema ambiental.

En este trabajo de investigación se propone obtener colorantes a partir de los residuos de la cáscara de frutos cítricos como: mandarina (*Citrus Reticulata*), limón sutil (*Citrus Aurantifolia*), naranja (*Citrus Sinensis*) y limón meyer (*Citrus Meyeri Tanaka*) y efectuar pruebas de su aplicación en telas. Para tales pruebas se utilizará tela 100% de algodón, empleando como mordiente sal de mesa para el proceso del premordentado, obteniendo la tela ya teñida, para posteriormente someter las muestras a las pruebas de calidad que requiere la industria textil. Se ejecutarán tres pruebas específicas, las cuales evaluarán la permanencia del color en la tela teñida. Estas pruebas son solidez al frote, solidez al secado y solidez al lavado.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La preocupación global por el aprovechamiento de residuos ha cobrado gran fuerza en la comunidad científica y especialmente en la industria donde los procesos de transformación generan residuos y subproductos que pueden ser útiles en otras actividades; sin embargo, los residuos generados en actividades agroindustriales no han sido aprovechados eficientemente (Londoño et al., 2012). En el Ecuador se produce una gran cantidad de residuos de cáscara de frutas que se desechan sin aprovechamiento, tales como: limón meyer, limón sutil, naranja y mandarina. Las cáscaras de los frutos cítricos pueden ser utilizadas para la extracción de colorante natural y su posterior en la industria textil y otras.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

En este proyecto de investigación, su limitante es la obtención del colorante natural de la cáscara de frutos cítricos tales como: naranja, mandarina, limón sutil y limón meyer. Además, es importante considerar que se utilizará como materia prima muestras secas y frescas, empleando como solventes etanol al 96% y metanol al 98%. Con el colorante natural obtenido, se realizará las pruebas de calidad a saber, solidez a la luz, frote y lavado en tela de algodón. La delimitación es la escasez de información. Puesto que investigaciones respecto a la obtención de colorantes naturales y su aplicación en la industria textil son mínimas y en específico empleando como materia prima residuos de cáscara de frutos cítricos son inexistentes.

1.3. Problema general de investigación

¿Los colorantes naturales obtenidos a partir de los residuos de cáscara de limón meyer, limón sutil, naranja y mandarina son óptimos para la aplicación en telas de algodón?

1.4. Problemas específicos de investigación

Este trabajo de investigación explora la factibilidad de utilizar el desecho de frutas para producir colorantes que puedan ser empleados para tinturar tela de algodón y al mismo tiempo proveer una solución al problema planteado.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Extraer colorantes naturales presentes en la cascara de frutos cítricos como: limón meyer, limón sutil, naranja y mandarina, para su aplicación en la tintura de telas de algodón.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar el proceso de extracción sólido-líquido utilizando la materia prima fresca y seca, mediante destilación al vacío con rotación, para la obtención del colorante natural.
- Caracterizar el colorante obtenido por medio de espectrometría UV, IR y análisis fisicoquímicos.
- Evaluar el desempeño del colorante obtenido a partir de la materia prima fresca y seca, aplicando pruebas de calidad en la tela de algodón.

1.6. Justificación

El uso de colorantes naturales no tóxicos en los textiles ha cobrado una importancia considerable debido a la creciente preocupación por la contaminación ambiental causada por los residuos. Un gran número de empresas de fabricación de prendas y colorantes se encuentran investigando la posibilidad de utilizar tintes naturales para estampar o grabar textiles para superar este problema. Por otro lado, cada día se produce una gran cantidad de residuos de frutas que se desechan sin uso. Este trabajo explora la posibilidad de utilizar residuos de frutas para teñir tejidos de algodón y al mismo tiempo proporcionar una solución al problema de la contaminación por desechos. Se propone extraer con alcohol los colorantes presentes en cáscaras de cítricos y evaluar su factibilidad para su uso como colorantes en prendas de algodón (Kumar & Dhinakaran, 2017).

Los pigmentos naturales son derivados de plantas, la mayoría de los tintes provienen de raíces, frutos, corteza, hojas y madera; asimismo, son menos tóxicos que los tintes sintéticos. La realización del proyecto de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Química de Productos Naturales a cargo de la Ing. Erika Cazorla; Química Instrumental a cargo del Dr. Mauricio Álvarez, Química General e Inorgánica a cargo del Ing. Teobaldo Patiño; Laboratorio de Procesos Industriales a cargo de la Ing. Carla Haro; de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. La recolección de las cáscaras de los frutos cítricos se realizará en los siguientes

lugares: Ceviches Doña Mery, patios de comida de San Alfonso, Mercado Mayorista San Pedro, La Merced, ubicados en la ciudad de Riobamba. Para la parte experimental, se aplicará, métodos de extracción sólido-líquido, sonificación, filtración al vacío y destilación al vacío con rotación, para la obtención del colorante natural de la cáscara de los frutos cítricos. Con el colorante obtenido se realizará un análisis fisicoquímico, métodos de caracterización específicamente espectrometría IR y UV. Para la aplicación en la tela de algodón se ejecutará las pruebas de calidad como solidez al lavado, frote y luz. Los gastos serán cubiertos por las investigadoras, los mismos que incluyen gastos de movilización, uso de reactivos y materiales consumibles; así como elementos complementarios de los equipos de investigación.

1.7. Hipótesis

Hipótesis general

Los colorantes naturales obtenidos a partir de los residuos de cáscara de limón meyer, limón sutil, naranja y mandarina son óptimos para la aplicación en telas de algodón.

Hipótesis específica

H_0 : El solvente utilizado en la extracción del colorante natural no influye en las pruebas de calidad en las telas de algodón.

H_1 : El solvente utilizado en la extracción del colorante natural si influye en las pruebas de calidad en las telas de algodón.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Vejar et al, (2016), realizaron un estudio con el objetivo de demostrar que la corteza de *Melicoccus bijugatus* se puede utilizar para fabricar colorantes para telas. Por el método de reflujo, con el solvente de extracción de NaOH 0.25N, se obtuvo el extracto de color marrón oscuro. Un segundo reflujo con etanol puede ayudar a identificar los metabolitos de la cáscara responsables de la tinción de los tejidos. Los tintes se aplican a diferentes telas usando diferentes fijadores de color para probar su capacidad de teñido. Los tejidos con mayor absorción de colorante son aquellos con mayor contenido de algodón, utilizando $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ como mordiente.

Actualmente en Ecuador, debido al avance tecnológico, se está perdiendo las técnicas del teñido natural y los conocimientos ancestrales. Caymayo (2017), realizó su trabajo de investigación titulado “Determinación de colorantes naturales textiles de la parroquia Tarqui”. El objetivo de esta investigación fue rescatar la información sobre las técnicas antiguas de tinturado en la parroquia Tarqui, experimentó en el laboratorio con seis tipos de vegetales para acoplar estas técnicas a los conocimientos actuales. Se utiliza como base para el teñido la fibra de lana. Se generó una gama de colores y luego se realizaron pruebas de calidad como: solidez a la luz, al lavado y al frote obteniéndose resultados satisfactorios.

Guerrero (2011), en su estudio titulado “Extracción y evaluación de un colorante natural a partir de la pepa de aguacate para el teñido de las fibras de algodón y poliéster”. El proceso de extracción consiste en las siguientes etapas: extracción, análisis, evaluación y aplicación de colorantes en fibras textiles, para lo cual se utiliza un equipo de destilación simple, con ayuda de solventes, para obtener el colorante en polvo. En la aplicación de fibras textiles se utilizó algodón y poliéster. Se obtuvieron mejores resultados con algodón que con poliéster; utilizando hidróxido de sodio se obtiene un color marrón oscuro mientras que con etanol se obtiene un color marrón rojizo.

Gaybor & Sanaguano, (2021), efectuó una investigación titulada “Obtención de tintes naturales a partir de cúrcuma (*Cúrcuma longa* linn) para la industria textil” como alternativa ecológica al uso de tintes sintéticos. La extracción de colorantes naturales se realizó mediante una técnica de extracción sólido-líquido con el equipo de Soxhlet. Los factores evaluados fueron concentración de extracción de 12,5, 8,33 y 6,25 (% m/v) y tiempo de extracción de 60, 90 y 120 (min). Luego, se llevó a cabo la concentración en Rotavapor a 35 grados °C, durante aproximadamente 20

minutos para obtener un colorante natural concentrado. Después de evaluar todos los tratamientos, se seleccionó el mejor tratamiento para la caracterización y tintura de algodón y seda.

Rodas (2021), hizo una investigación “Ensayos para la obtención de tintes naturales a partir de raíces de plantas y aplicación en fibras textiles de algodón y lana”. Experimentó con cuatro raíces tintoreras: *Beta vulgaris* (remolacha), *Daucus carota* (zanahoria), *Ipomoea batatas* (camote) y *Taraxacum officinale* (diente de león). Además, utilizó una metodología artesanal teniendo como variables algunos factores como la clase de mordiente y los modificadores de color. Obteniendo una paleta de 20 tonalidades, posteriormente los hilos teñidos fueron sometidos a pruebas de resistencia del color a la luz, lavado y frote.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cítricos

La fruta cítrica se denomina hesperidium, asimismo se ha identificado en tres géneros de la familia Rutaceae: *Citrus*, *Fortunella* y *Poncirus*, estos dos últimos géneros no tienen valor comercial, por lo que el género *Citrus* es de gran importancia económica (Weier et al., 1979; Oshe et al., 1972).

Tabla 1-2: Clasificación científica de los cítricos

Clasificación Científica	
Reino	Plantae
Familia	Rutaceae
Género	<i>Citrus</i> naranja (<i>Citrus sinensis</i>), mandarina (<i>Citrus reticulata</i>), limón (<i>Citrus aurantifolia</i>), toronja (<i>Citrus paradisi</i>) y tangelo (<i>Citrus paradisi citrus reticulata</i>).

Fuente: (González, 2013).

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

2.2.1.1. Composición química

En general, todos los frutos cítricos tienen una estructura similar excepto por el tamaño y la forma. Por ejemplo, los limones suelen tener forma ovalada con un eje central que sigue al tallo; las

mandarinas son aplanadas en los polos con el eje central en el plano ecuatorial, y la mayoría de las naranjas son redondas. Sobre las partes que componen el fruto destacan: epidermis, flavedo, albedo, endocarpio, septas, semillas y eje central (ilustración 1-2).

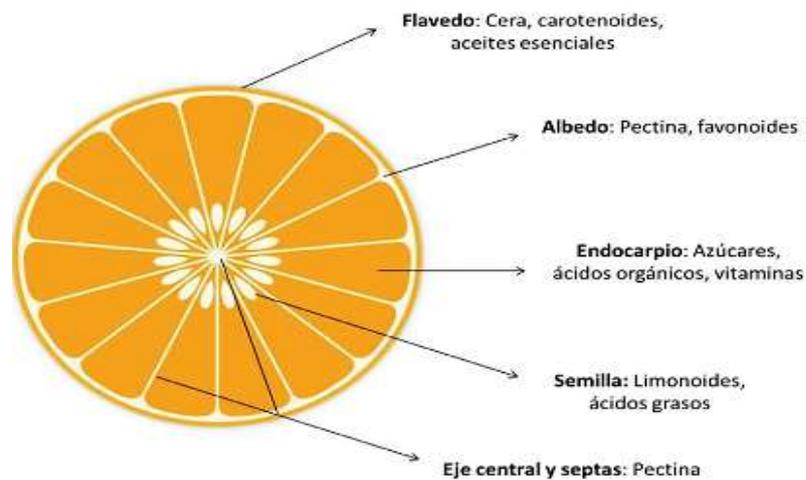


Ilustración 1-2: Representación esquemática de la distribución de la composición química de un fruto cítrico

Fuente: (Londoño et al., 2012).

Epidermis: en general, los alcanos, aldehídos y ácidos grasos son los componentes mayoritarios de las ceras epidérmicas cítricas, mientras que los alcoholes primarios y los triterpenoides son constituyentes minoritarios. Además, se ha encontrado que el contenido de esta sustancia cerosa aumenta durante la maduración de los frutos, hasta 110 $\mu\text{g}/\text{cm}$.

Flavedo: debajo de la epidermis se encuentra el flavedo que aloja vesículas oleaginosas con paredes muy finas y frágiles. Los pigmentos dan a la fruta su color amarillo o naranja. Antes de madurar predomina el color verde de la clorofila, pero a medida que el fruto madura aparecen los carotenos que le dan un color amarillo-naranja.

2.2.1.2. Residuos de cáscaras de frutos cítricos

La cáscara constituye la principal fracción de desecho, ocupando 50% del peso total del fruto. Y cuando se considera frutas cultivadas en regiones tropicales, pueden ocurrir más residuos porque estas frutas tienen una mayor proporción de piel a pulpa en comparación con las frutas subtropicales. La composición química de los residuos de cítricos depende de muchos factores, tales como: el tipo de fruta cítrica, la proporción de fruta, el grado de madurez, el origen geográfico y el sistema de extracción del jugo. La composición de cada residuo es decisiva para el uso de los residuos.

Gran parte de este residuo se utiliza en algunos países para producir una serie de subproductos como aceites volátiles, ceras, resinas, productos de pectina, celulosa, alimentos para animales, fertilizantes, ácido acético, cítrico y láctico. Además, los residuos de frutos cítricos, principalmente naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil, consisten principalmente de agua, azúcares solubles, fibras, ácidos orgánicos, aminoácidos, proteínas, minerales, aceites, lípidos, grupos fenólicos, carotenoides, limoneno, ácido ascórbico, pineno, flavonas, cimeno, flavonoides y vitaminas (Hernández, 2014).

2.2.1.3. Factores que influyen en la composición química de los cítricos

Las propiedades físicas y químicas de cada fruto cítrico están determinadas por las diferentes variedades que existen y por diversos factores externos, tales como: suelo, temperatura, aplicación de fertilizantes y el factor climático. Por ejemplo, la temperatura afecta no solo la calidad interna de una fruta, sino también en su apariencia y textura externas. El desarrollo del color de la superficial está fuertemente influenciado por la temperatura del ambiente de crecimiento (Hernández, 2014).

2.2.1.4. Producción mundial

Los cítricos son reconocidos por su alto contenido en agua y vitamina C, así como azúcares, ácidos, sales minerales, fibra y otras vitaminas beneficiosas para la salud humana. También son conocidas como una importante de antioxidantes debido a su alto contenido en polifenoles, flavonoides y terpenos. Hoy en día, 140 países cosechan cítricos. En 2017, la producción mundial se estimó en 120 millones de toneladas, liderada por las naranjas. La mandarina promedió 23,3 millones de toneladas. Los principales países productores de cítricos son China, Brasil, India y Estados Unidos, con especies cítricas como limón, mandarina, naranja, pomelo y lima (Suárez et al., 2020).

2.2.2. Mandarina (*Citrus Reticulata*)

2.2.2.1. Descripción general

La mandarina es un árbol subtropical templado de la familia Rutaceae y al género Citrus L, (con más de 1600 especies), nativo del sudeste asiático y Filipinas. Es un fruto esférico de color naranja uniforme, sabor dulce, cáscara con semillas y de tamaño mediano (Ordoñez et al., 2020).

Además, el género botánico Citrus, que incluye a esta fruta, es el más grande de la familia e influye unas 20 especies de frutos comestibles, todas ricas en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Los frutos, llamados hespéridos, que son especiales porque su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo. Las mandarinas se consideran los cítricos más cercanos a las naranjas. Tamaño pequeño, sabor más aromático y fácil remoción de la cáscara, hacen de esta fruta una de las más preciadas (Veiga, 2020, pág. 178).

2.2.2.2. Descripción botánica

Es un pequeño árbol o arbusto que puede alcanzar una altura de 2 a 4 metros. Tiene hojas pequeñas, muy fragantes. El fruto, que es el esperidio, tiene una cáscara fina, aromática, de color amarillo anaranjado con una capa de albedo rugosa y muy rara que permite un fácil pelado. El fruto es esférico y ligeramente aplanado verticalmente, la pulpa del fruto es de color naranja claro, incluyendo varios segmentos fácilmente divisibles, muy jugosos y dulces, en su interior hay numerosas semillas sumergidas. Las flores (zagara) florecen en primavera, son blancas, fragantes y aparecen en el vértice de las ramas, solitarias o en racimos que pueden tener de 3 a 5 flores (Ecosostenibile, 2019).



Ilustración 2-2: Morfología de la planta de mandarina (*Citrus reticulata*)

Fuente: (Ecosostenibile, 2019).

2.2.2.3. Taxonomía

Tabla 2-2: Clasificación taxonómica de mandarina
(*Citrus reticulata*)

Taxonomía	
Reino:	Vegetal
División:	Embriofita
Subdivisión	Angiospermae
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	Archichlamidae
Orden:	Geraniales
Familia:	Rutáceas
Subfamilia:	Citroideae
Tribu:	Citreae
Género:	<i>Citrus</i>
Especie:	<i>C. reticulata</i> BLANCO, 1837

Fuente: (López & Morales, 2007, pág. 14).

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

2.2.2.4. Producción nacional

La producción de naranja en el Ecuador es uno de los 25 cultivos más importante en el país, ya que este cultivo, bien manejado, puede producir hasta 15 mil naranjas al año. Además, el Ecuador cuenta con una superficie de cultivo de naranja de 55.953 hectáreas (Astudillo, 2018). El país, de 2013 a 2017, ha mostrado un crecimiento en los rendimientos de los cultivos, llegando a casi 9 Tm/Ha al cierre de 2017 (Robinson, 2018 pág. 19).

2.2.3. Limón sutil (*Citrus Aurantifolia*)

2.2.3.1. Descripción general

Citrus aurantifolia, también conocido como limero o limonero, es una especie de la familia de las rutáceas perteneciente al género de los cítricos. El limón sutil *Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle es una de las principales especies del género *Citrus*, cítricos sensibles a las heladas

invernales, se adapta más fácilmente a lugares donde las temperaturas medias oscilan entre los 18° C mínima y 28° C como máxima, con un suelo franco arenoso con buen drenaje (Huera, 2006). El pericarpio del fruto puede contener hasta un 2,5% de aceite esencial con principios activos que incluyen flavonoides como hesperidósido, diosmósido, limocitrina, citronina, noboletina y tangerina. También contiene pectina. La pulpa es muy rica en ácido cítrico (hasta un 8%) y vitamina C.

2.2.3.2. Descripción botánica

Árbol frutal perenne muy parecido al naranjo, de unos 6 m de altura, y tronco habitualmente torcido, se ramifica densamente desde muy abajo. Las ramas tienen espinas cortas y rígidas que surgen de las axilas de las hojas, con hojas perennes ovadas de 2,5 a 9 cm de largo similar a las de los naranjos, de ahí su nombre en latín *aurantifolia*. Las flores (fragantes como todas las del género), de cerca 2,5 cm de largo, de color blanco amarillento, con una fina línea púrpura en el borde, con la corola de cinco pétalos. El fruto es una baya de color amarillo ovoide esférica, con cáscara de color amarillo, pulpa jugosa y ácida (Francisco, 2021).



Ilustración 3.2: Morfología de la planta de limón sutil (*Citrus aurantifolia*)

Fuente: (Francisco, 2021).

2.2.3.3. Taxonomía

Tabla 3-2: Clasificación taxonómica de limón sutil
(*Citrus aurantifolia*)

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Rutaceae
Subfamilia:	Citroideae
Tribu:	Citreae
Género:	<i>Citrus</i>
Especie:	<i>Citrus × aurantifolia</i> (CHRISTM.) SWINGLE

Fuente: (García, 2018, pág. 20).

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

2.2.3.4. Producción nacional

En Ecuador se cultiva limón sutil (*Citrus aurantiifolia* (Swingle) para consumo. El limón sutil también conocido como limón pajarito, se cultiva en Ecuador en una superficie de 5.726 hectáreas, la producción nacional está por sobre 24.144 toneladas, y es la provincia de Manabí que tiene el 47% de la producción (INEC, 2018).

3.2.4. Naranja (*Citrus Sinensis*)

2.2.4.1. Descripción general

La naranja es el fruto de un naranjo dulce perteneciente a la familia de los cítricos de la familia Rutaceae. El naranjo dulce (*Citrus sinensis*) se ha cultivado durante mucho tiempo como árbol ornamental y para resaltar el aroma de sus frutos. Estos frutos, llamados Hespérides, tienen la particularidad de que la pulpa está formada por numerosas bolsas llenas de jugo. Son de color naranja y les dan su nombre. Su sabor varía de amargo a dulce y crece de forma natural en el

sureste de China y el norte de Birmania, pero se conoce en el Mediterráneo desde hace unos 3.000 años (Moreira, 2020).

La piel de naranja es un subproducto y actualmente se utiliza para fabricar tejidos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Se caracteriza por ser una excelente fuente de minerales como vitamina C, flavonoides, ácido fólico, potasio y magnesio (Conti et al., 2019).

2.2.4.2. Descripción botánica

Citrus × sinensis, naranjo o naranjo dulce es un árbol frutal del género *Citrus* perteneciente a la familia Rutaceae. Es un árbol de tamaño mediano, pero en condiciones óptimas de crecimiento puede alcanzar una altura de 13 m, es perenne, tiene una gran copa redonda o piramidal, tiene forma ovalada con un margen total de 7-10 cm. hojas, a menudo con espinas grandes (10 cm o más), con ramas definidas. Sus flores blancas, llamadas azahares, se llevan solas o en racimos y son fragantes, Ilustración 4-2 (Empresarial, 2004).



Ilustración 4-2: Morfología de la planta de la naranja (*Citrus sinensis*)

Fuente: (Risso et al., 2017)

2.2.4.3. Taxonomía

Tabla 4-2: Clasificación taxonómica de naranja (*Citrus sinensis*)

Clasificación Taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Rutáceae
Género	Citrus
Familia	Rutáceae
Especie	sinensis

Fuente: (Risso et al., 2017).

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

2.2.4.5. Producción nacional

En Ecuador, la producción se centra en los frutos de naranja y mandarina. Las zonas más importantes para el cultivo de cítricos son Manabí y Los Ríos. Se puede estimar que estas áreas representan el 43,3% de la producción y el 50,6% de la superficie cultivada, siendo el área del proyecto del 14,3% y 22,2%, respectivamente (Orrego et al., 2021).



Ilustración 5-2: Principales zonas productoras de cítricos en Ecuador 2019

Fuente: (INEC, 2019).

Área sembrada y niveles de producción de cítricos en Ecuador

La producción de cítricos y la superficie cultivada a nivel nacional de 2016 a 2019. Hay un aumento gradual en la superficie cultivada y la producción. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, la producción total de cítricos (especialmente limones y naranjas) en 2019 fue de 153.360 toneladas, un 32% más que en 2016. También hay un aumento en términos de rendimientos anuales registrados (Orrego et al., 2021).

2.2.5. Limón meyer (*Citrus Meyeri Tanaka*)

2.2.5.1. Descripción general

El limón meyer es una fruta verde redonda. La piel es fragante, pálida, de color verde intenso y ligeramente anaranjada cuando está madura. Es dulce y tiene menos acidez que los limones ordinarios. La pulpa es de color amarillo oscuro y contiene hasta 10 semillas por fruto.

Es un híbrido obtenido del cruce de limón (*Citrus limón*) y mandarina (*Citrus reticulata*) (Medina, 2011). Es un árbol con pequeñas espinas, considerado el más resistente al frío, sus hojas son de color verde oscuro y perennes, florece todo el año a temperaturas cálidas, pero puede permanecer inactivo a temperaturas inferiores a 12°C (Portilla, 2020).

2.2.5.2. Descripción botánica

Los limones meyer pueden ser pequeños, pero pueden alcanzar una altura de 2-3 metros. Sus hojas son de color verde oscuro y brillantes. Las flores son blancas, la base es morada y el aroma es bueno. Los frutos son medianos a grandes, ovalados y amarillentos cuando están maduros. Se aumenta la proporción de semillas y se utiliza en lugar de limones reales, consiguiendo un rendimiento de 12.000 kg/ha a los 3-4 años de la siembra (García, 2014).



Ilustración 6-2: Morfología de la planta de limón meyer

Fuente: (Guzmán, 2011).

2.2.5.3. Taxonomía

Tabla 5-2: Clasificación taxonómica de limón meyer (*Citrus meyeri* tanaka)

Clasificación Taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Rutáceae
Género	Citrus
Familia	Rutáceae
Tribu	Citreae
Especie	Citrus x limón

Fuente: (Beñatena & Anderson, 2016)

Realizado por: Estrada N, Ñauñay J, 2022.

2.2.5.4. Producción nacional

La ubicación geográfica de Ecuador favorece la producción de limón. Esto se debe a que tanto los valles cálidos de la sierra como los valles secos de la costa, así como ciertas regiones amazónicas, cuentan con vastas áreas de cultivo aptas para la agroecología. Las mejores zonas para el cultivo son Porto Viejo, Echeandía, Santa Isabel, Puerto Quito, Chota, Guayllabamba, San

José de Minas, Tumbaco, Valle de Roscoros, Puyo y Nueva Roja (Medina, 2011). El limón meyer es una variedad que puede adaptarse a diversas condiciones agroecológicas, por lo que es un producto importante para los agricultores al brindar condiciones óptimas para su desarrollo (Portilla, 2020).

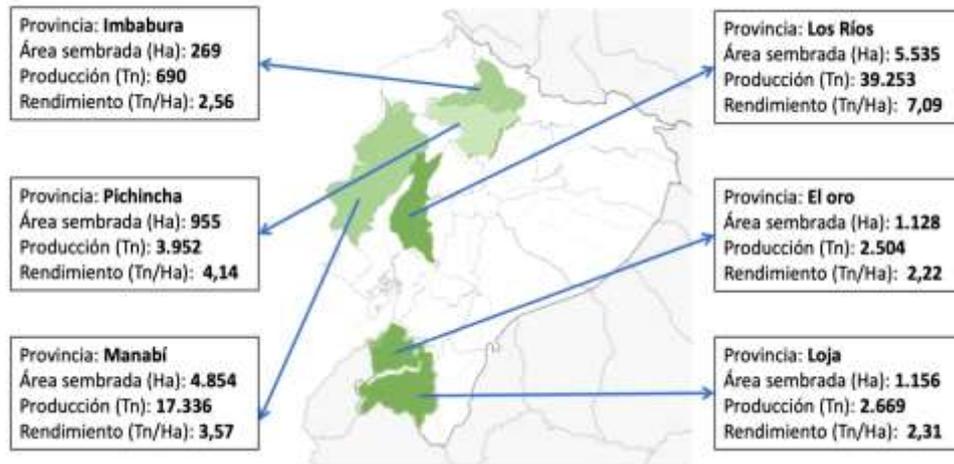


Ilustración 7-2: Principales zonas productoras de cítricos en Ecuador 2019

Fuente: (INEC, 2019).

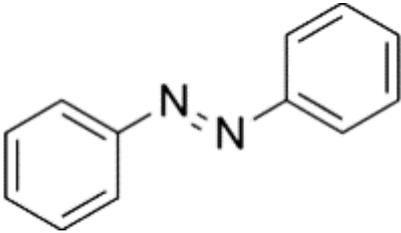
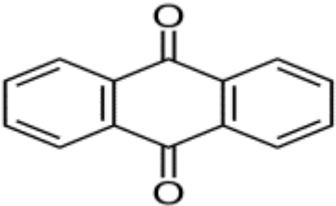
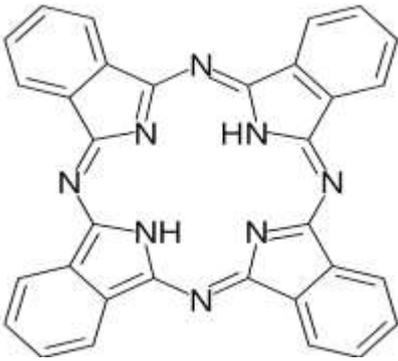
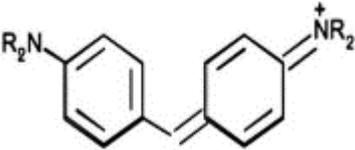
2.2.6. Colorantes

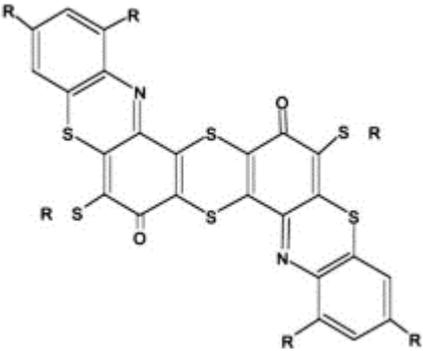
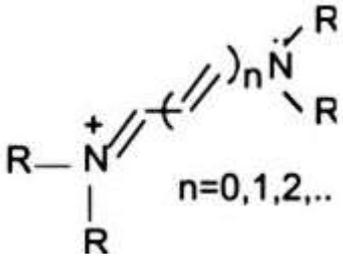
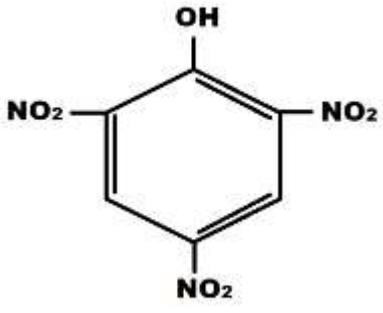
Son sustancias capaces de teñir las fibras textiles. Para que un colorante sea útil, debe adherirse fuertemente a la fibra, y no debe descolorarse con el lavado o los efectos a la luz (Maier & Santos, 2004, pág. 4). En la industria actualmente se utilizan diferentes tipos de colorantes, los cuales se clasifican en dos grandes grupos: colorantes y pigmentos. Los colorantes son hidrosolubles y se definen como compuestos capaces de impartir color a las fibras, inalterables a factores como la luz, temperatura y jabón (Garzón, 2009). Como variedad de colorantes, podemos clasificarlos por estructura química y el método de aplicación utilizado en la industria.

2.2.6.1. Clasificación química

Esta clasificación se puede observar con más detalle en la siguiente tabla (Tabla 6-2) donde se agrupan los colorantes de mayor a menor importancia en la industria textil, así como su cromóforo (grupo de átomos responsables del color).

Tabla 6-2: Clasificación de colorantes por estructura química

FAMILIA	GRUPO CROMÓFORO	DESCRIPCIÓN
Azoicos		Este grupo de colorantes es el más importante dentro de la industria textil, produciendo aproximadamente el 70% de los colorantes orgánicos del mercado.
Antraquinonas		Estas son quinonas tricíclicas derivadas del antraceno normalmente contienen uno o más grupos hidroxilo.
Ftalocianina		Estos colorantes se forman por la unión de cuatro grupos isoindol (dos anillos fusionados, uno bencénico y el otro; una piridina) a través de cuatro átomos de nitrógeno, dando lugar a un anillo de 16 átomos: ocho de nitrógeno y ocho de carbono, intercalados con dobles enlaces conjugados.
Ion arilcarbonio		Su estructura química consiste en un átomo de carbonilo unido a dos o tres anillos aromáticos.

Sulfuro		El grupo colorante es completamente insoluble en agua, pero soluble por reducción. Ofrece una gama de colores bajos y apagados.
Polimetino		Se clasifican en colorantes neutros, catiónicos y aniónicos. Al final de su cadena, tiene un grupo donador y un sustractor de densidad electrónica.
Nitro		Forman un grupo colorante incoloro cuando se aíslan. Su absorción es muy cerca del campo visible debido a la incorporación de grupos auxocromos débiles, resultando en un color ligeramente amarillo.

Fuente: (Arias et al., 2018).

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Los colorantes más utilizados en la industria textil son los de la familia azo o colorantes azoicos, que se distinguen por su construcción de un doble enlace de moléculas de nitrógeno. Estos compuestos, como la mayoría de los colorantes sintéticos, tienen una baja biodegradabilidad, pero se han encontrado diferentes condiciones para que se degraden por completo (González & Escamilla, 2008). Se ha demostrado que algunos de estos compuestos son cancerígenos y mutagénicos.

2.2.6.2. Clasificación por su método de aplicación

En la industria textil existen diferentes fibras (lana, algodón, nylon, poliéster, etc.) a las que se les aplican diferentes métodos de tinción debido a la capacidad y grado de fijación de color del

colorante. En la siguiente tabla (Tabla 7-2) observamos la clasificación de los colorantes según el método de aplicación al que se someten según por el tipo de tela:

Tabla 7-2: Clasificación de colorantes por método de aplicación

TIPO	FIBRAS	MÉTODO DE APLICACIÓN	GRUPOS CLOMOFOROS
Ácidos	Nylon, lana, seda, papel, tintas y piel.	Normalmente para baños de tinte neutros a ácidos.	Azo, antraquinona, trifenilmetano, nitro y nitroso.
Básicos	Papel, poliacrilonitrilos, nylon, poliéster y seda.	Para baños de tintura básicos.	Azo, trimetilmetano, antraquinona.
Directos	Algodón, rayón, piel y nylon.	Inmersión de la fibra en un baño con un electrolito. Forma enlaces de hidrógeno.	Azo
Dispersos	Poliéster, poliamida, acetato, acrílico y plásticos.	En forma de presión coloidal con altas temperaturas y presión. Unión del colorante por interacciones dipolares.	Azo, antraquinona y nitro.
Mordaz	Lana, piel y algodón.	Aplicado en conjunto con sales de Cr.	Azo y antraquinona
Reactivos	Algodón, lana, seda y nylon.	Los grupos reactivos del colorante reaccionan con los grupos funcionales de la fibra para enlazarse covalentemente bajo la influencia de la temperatura y el pH.	Azo y antraquinona
Al azufre	Algodón y rayón		Estructuras indeterminadas
A la tina	Algodón, rayón y lana.	Reducción con hidrosulfito de sodio, después de la impregnación se oxida.	Antraquinona e índigos

Fuente: (Arias et al., 2018)

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Desde la síntesis de los primeros colorantes sintéticos se han producido alrededor de 10.000, de los cuales el 30% son de tipo azo y como se puede observar en la tabla anterior, este grupo de colorantes es el más utilizado en la industria textil, lo cual se estima en un 70% de la producción total (Arias et al., 2018).

2.2.6.3. Colorantes artificiales

Los colorantes artificiales son sustancias que se producen en un laboratorio mediante procesos químicos. Los investigadores han determinado que el uso de colorantes sintéticos es perjudicial para quienes consumen el producto, observándose efectos cancerígenos, infecciones de la piel, alergias, entre otros (Caymayo, 2017).

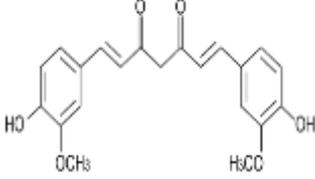
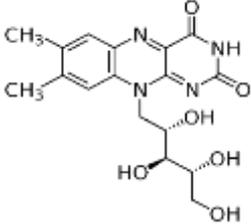
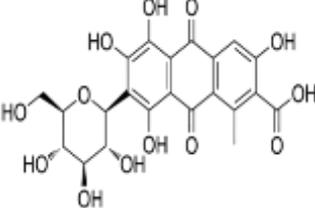
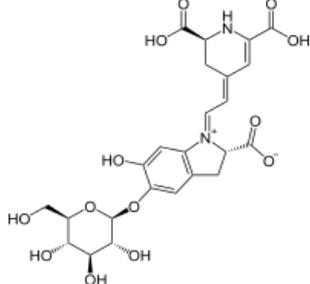
Los colorantes artificiales son solubles en agua, debido a la presencia de grupos de ácido sulfónico, y por lo tanto son fáciles de usar, generalmente en forma de sales sódicas, en materiales líquidos y pastosos. También se pueden usar en forma insoluble, como laca de hidróxido de aluminio, cuando se agregan a productos sólidos, para evitar que estos productos (destiñan). En este segundo caso, el colorante representa sólo del 10% al 40% del peso total. Entre los tipos de colorantes artificiales o sintéticos, se distinguen los colorantes azoicos y no azoicos. Las primeras sustancias deben su color al grupo azo $-N=N-$ conjugado con anillos aromáticos en ambos extremos.

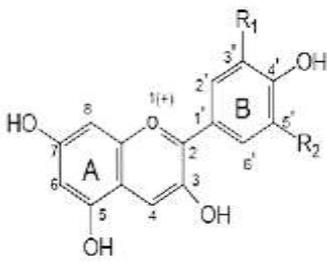
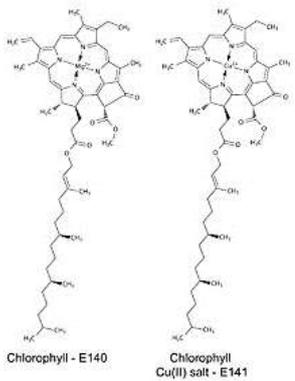
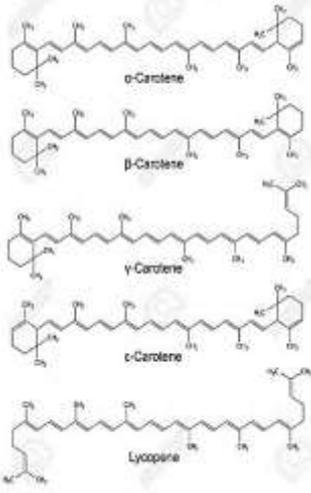
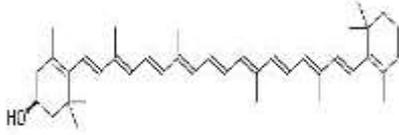
2.2.6.4. Colorantes naturales

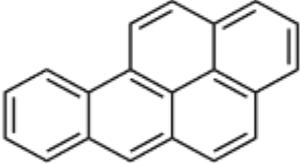
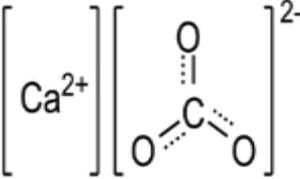
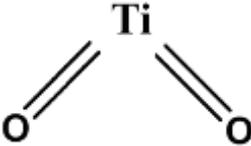
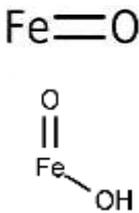
Los colorantes de origen natural se obtienen de algunas partes de las plantas como raíces, tallos, hojas, flores y frutos. Es necesario conocer sobre las características de cada vegetal para saber cuál de estas partes es la más utilizada en la práctica del teñido (Caymayo, 2017).

Entre los colorantes naturales, se distinguen; colorantes hidrosolubles o solubles en agua, liposolubles o solubles en grasa y minerales.

Tabla 8-2: Clasificación de colorantes naturales

COLORANTES NATURALES HIDROSOLUBLES		
<p>Curcumina (E100)</p> 		<p>Color amarillo anaranjado, extraído de la raíz de la cúrcuma y obtenido sintéticamente por fermentación utilizando bacterias.</p>
<p>Riboflavina, lactoflavina o B2 (E101)</p> 		<p>Amarillo fluorescente, con un ligero olor. Es vitamina B2. Se obtiene a partir de la levadura de cerveza generalmente sintética.</p>
<p>Cochinilla o ácido carmínico (E120)</p> 		<p>Color rojo carmín. Se obtiene del caparazón seco de las hembras fecundadas del insecto cochinilla del nopal. Es estable a la luz, al calor y a los ácidos de las frutas.</p>
<p>Caramelo (E150)</p> 		<p>Color marrón. Existen distintos tipos obtenidos por calentamiento de azúcar o almidón, algunos en presencia de amoníaco o sulfito amónico.</p>
<p>Betanina o rojo de remolacha (E162)</p> 		<p>Color rojo oscuro. Se obtiene por prensado y extracción de la remolacha.</p>

<p>Antocianos (E163)</p> 		<p>Colores vegetales de rojo a violeta azulado. Se obtiene por extracción de moras, fresas, grosellas, uvas, frambuesas, maíz negro.</p>
COLORANTES NATURALES LIPOSOLUBLES		
<p>Clorofilas (E140 y 141)</p> 	 <p style="text-align: center;">Chlorophyll - E140 Chlorophyll Cu(II) salt - E141</p>	<p>Color verde. Se extrae químicamente de las plantas verdes.</p>
<p>Carotenoides (E160)</p> 	<p style="text-align: center;">Carotenoides: carotenes</p> 	<p>Color amarillo-naranja se obtiene a partir de extractos de vegetales como la zanahoria, algas o se sintetiza mediante microorganismos modificados genéticamente. Son precursores de la vitamina A. Está estabilizado con ácido ascórbico y protege contra la podredumbre oxidativa.</p>
<p>Xantofilas (E161)</p> 		<p>Color naranja de la xantofila de ortiga, alfalfa, aceite de palma o yema de huevo.</p>

MINERALES		
<p>Carbón vegetal (E153)</p> 		<p>Color negro obtenido por carbonización de la madera, turba, lignito o hulla u otra materia vegetal.</p>
<p>Carbonato cálcico (E170)</p> 		<p>Color gris-blanco, utilizado también como antiaglomerante, estabilizante y portador de aditivos. Se obtiene triturando piedra caliza o por precipitación de iones de calcio con iones de carbonato.</p>
<p>Dióxido de titanio (E171)</p> 		<p>Color blanco se obtiene a partir del mineral de hierro ilmenita.</p>
<p>Óxidos e hidróxidos de hierro (E172)</p> 		<p>Color de los óxidos de hierro: amarillo, rojo, negro, que se pueden mezclar entre ellos o con dióxido de titanio para obtener tonos marrones</p>
<p>Aluminio (E173)</p> 		<p>Color gris plateado, componente de la corteza terrestre, sintetizado por electrólisis a partir de la bauxita.</p>
<p>Plata (E174)</p> 		<p>Color plateado. Es insoluble y bactericida.</p>

Fuente: (Rocío, 2013, pág. 240; 242).

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

2.2.6.5. Colorante natural y colorante sintético en la industria textil

Tabla 9-2: Colorante natural y colorante sintético en la industria textil

TIPO DE COLORANTE	POR QUÉ USAR	PUNTOS DÉBILES
Natural	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad: este es uno de los aspectos más destacables. A pesar de que no todos los tintes naturales son 100% seguros, en general son menos tóxicos que los tintes sintéticos. Algunos tintes naturales se aprueban como aditivos alimentarios y muchos tienen propiedades farmacológicas. • Se obtienen de fuentes renovables. Por mantener su principal origen en las plantas, estas pueden cultivarse. • Son biodegradables en un corto plazo. No generan un problema de desecho, siempre y cuando no haya un exceso y pueden usarse como fertilizantes. • A pesar de que tienen poca fijación a las prendas teñidas, comparado con los tintes sintéticos, tiñen las prendas adyacentes en el proceso de lavado. • Muchos de los tintes naturales absorben los rayos ultravioletas y protegen de la radiación solar. • Los tintes naturales tienen propiedades 	<ul style="list-style-type: none"> • Son caros para quienes lo importan, no obstante, jamás requieren de procesos públicos tan caros. • Se requiere mayor cantidad de tinte para crear la misma profundidad de color. • Necesitan agentes fijadores que incluyen sales con metales pesados para que el tinte se fije a la fibra. • Con el tiempo el color se pierde con el lavado. • Los colores son menos vibrantes que sus equivalentes sintéticos. • Es muy complicado reproducir el mismo color y patrón realizado en una operación de teñido a otra. • No funcionan con telas sintéticas.

	<p>antimicrobianas que son pasadas a la tela teñida.</p> <ul style="list-style-type: none"> Las propiedades medicinales de las plantas con las que se tiñe son transmitidas a la persona que usa la prenda por absorción de la piel. 	
Sintético	<ul style="list-style-type: none"> El coste de compra es mucho más barato. Ofrecen una gran tonalidad de colores y propiedades a las telas. 	<ul style="list-style-type: none"> Contienen materiales dañinos para la salud de los trabajadores, los usuarios y el medio ambiente. El tratamiento de su impacto supone un coste público (o privado en función de la legislación) muy alto. Los materiales dañinos son muy difíciles de eliminar en los procesos de tratamiento de aguas y contaminan el medio ambiente creando fuertes problemas ambientales y de salud pública. Se consume una gran cantidad de agua en el proceso de creación del tinte.

Fuente: (Xicotla, 2015).

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

2.2.7. Fibras textiles

Las fibras textiles se aplican en muchas áreas de la vida diaria, para satisfacer necesidades tales como: cubrir, calentar, proteger, exhibir poder adquisitivo, no solo es un factor para crear comodidad para que las personas vivan, sino también representa el tipo de persona y capacidad que esta tiene, no solo económica sino también intelectual y culturalmente (Ramos, 2010).

Las propiedades que debe poseer un hilo para ser considerado textil son: flexibilidad, resistencia, elasticidad y finura (diámetro) en relación con su longitud (Villegas, 2013). Los hilos que no cumplan con estos requisitos no se utilizarán para la confección de hilos, por lo que no podrán ser considerados como tejidos de buena calidad (Lockuán, 2013).

En términos generales, las fibras textiles se clasificaron inicialmente en dos categorías, naturales y artificiales (Koncar, 2016). Las primeras son materias para la hilatura de origen vegetal o animal, las de fibras de algodón, lana y seda; el segundo son todas las fibras que han sido modificadas por procesos químicos y son poliamidas, poliésteres y acrílicos (Angulo, 2005).

2.2.7.1. Tipos de fibras textiles

2.2.7.2. Algodón

Es una fibra de origen vegetal extraída del arbusto del mismo nombre, crece en climas cálidos y sus propiedades dependen del país donde se cultiva. La calidad del hilo de algodón está determinada por una serie de factores, los más importantes son: fuerza, longitud, contenido de hilo de corto, uniformidad de la longitud, finura, madurez, pureza, contenido de partículas extrañas, color, contenido de residuos, manchas y viscosidad (Manosalvas, 2017).

La producción de algodón en el Ecuador cubre el 5% de las necesidades nacionales, por esta razón la mayoría de los fabricantes de productos textiles se ven en la necesidad de importar algodón de diferentes orígenes dependiendo de sus necesidades (Manosalvas, 2017).

2.2.7.3. Partes de la fibra de algodón

- Cutícula, envuelve la fibra.
- Pared primaria, protección de la fibra.
- Pared secundaria, responsable de propiedades químicas.
- Lumen, de diámetro variable en función a la madurez (Stanciuc, 2020).

2.2.7.4. Características

El algodón es el cultivo más importante, su principal uso es en la industria textil para la producción de hilos suaves y su cultivo es una de las tradiciones más antiguas. La palabra algodón significa tejido fino. India fue el primer país en utilizar algodón en la industria textil en el año. Una de las principales características del algodón es su suavidad y transpirabilidad. La convierte en la fibra natural más demandada del mundo. La longitud de las fibras varía de 10 a 65 mm y el diámetro de 1 a 22 micrómetros. Se caracteriza por absorber rápidamente la humedad, por lo que hace que el tipo de ropa de algodón sea confortable en climas cálidos, mientras que su alta fuerza de

tracción en soluciones jabonosas alcalinas, son fáciles de lavar y no sufren ningún tipo de daño (Manosalvas, 2017).

Fibras Maduras: completamente desarrolladas han completado su crecimiento. De sección arriñonada y algunas vueltas de torsión.

Fibras Inmaduras: dejaron de crecer al principio del crecimiento, cosechadas antes de la madurez. Sin torsión y forma aplastada.

Fibras Muertas: antes del inicio del crecimiento del espesor de la pared primaria. Son planas y transparentes, sin materia en su interior (Stanciuc, 2020).

Tabla 10-2: Composición química del algodón

Nº	Componentes	Porcentaje
1	Celulosa	82 – 89
2	Agua	7 – 10
3	Ácidos orgánicos	0,6 – 1
4	Grasas y ceras	0,5 – 0,9
5	Pigmentos, motas	0,4 – 0,9
6	Carbonatos, Sulfatos	0,6 – 1,5
7	Proteínas	1,1–1,9
8	Sales minerales	0,6 –1,6

Fuente: (Stanciuc, 2020).

Realizado por: Estrada N, Ñañañay J, 2022.

Todas las fibras naturales del reino vegetal, como el algodón, contienen celulosa, un polímero natural que, junto con hemicelulosas, pectina y lignina, forma el material de soporte de las células vegetales (Stanciuc, 2020). Químicamente la celulosa es un polisacárido formado por la condensación de moléculas de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) enlazadas entre sí, por la unión del grupo hidroxilo glucósido del carbono 1 de una molécula con el grupo hidroxilo alcohólico del carbono 4 de la molécula siguiente, la unión entre las moléculas de glucosa es de tipo α (1, 4) – glucósido.

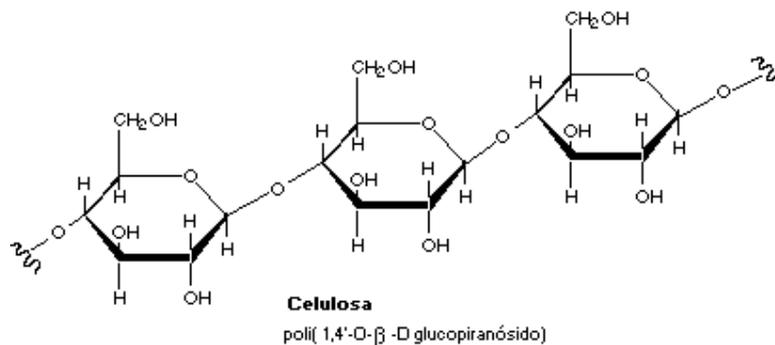


Ilustración 8-2: Estructura de la celulosa

Fuente: (Stanciuc, 2020).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Método de extracción

2.3.1.1. Maceración

Es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido (materia prima) tiene una amplia gama de compuestos disueltos en el líquido, son los compuestos destinados a la extracción. Generalmente, en la industria química se utilizan comúnmente los extractos, mientras que cuando se trata de alimentos, hierbas y otros productos, se utiliza el término maceración. En este caso, el agente de extracción (fase líquida) es el alcohol, pero también se utilizan otros líquidos como vinagre, zumo o aceites impregnados de diferentes ingredientes que alterarán las propiedades de extracción del medio líquido (Catania & Avagnina, 2007). La concentración del alcohol utilizado en la maceración, en este caso el macerado frío, con el equipo respectivo denominado sonicador, son un factor importante en la operación. Las cortezas, como las de naranja, mandarina, limón meyer y sutil, debido a su composición rica en agua se extraen con etanol al 96% y metanol al 98%.

2.3.2. Filtración

La filtración es la separación de una mezcla de sólidos y líquidos que consiste en hacer pasar la mayor parte del líquido a través de un medio poroso que retiene la mayor parte de los sólidos presentes en la mezcla (filtración al vacío). Filtro es el nombre de la operación unitaria. Un filtro es un dispositivo que opera la unidad al realizar la filtración. El medio filtrante es una barrera que permite el paso del líquido mientras retiene la mayoría de los sólidos. El soporte puede ser: cortina, paño, hoja de papel o capa sólida. El líquido que pasa a través del medio filtrante se llama filtrado (Perry, 2001).

2.3.2.1. Equipo

Soporte, abrazadera metálica, embudo Büchner, papel filtro circular (cuyas dimensiones deben cubrir el fondo del embudo, sin sobrepasarlo), matraz Kitasato, goma o adaptador de goma, varilla de vidrio, conexión al sistema de vacío (bomba de succión, chorro de agua) (Clair et al., 2018).

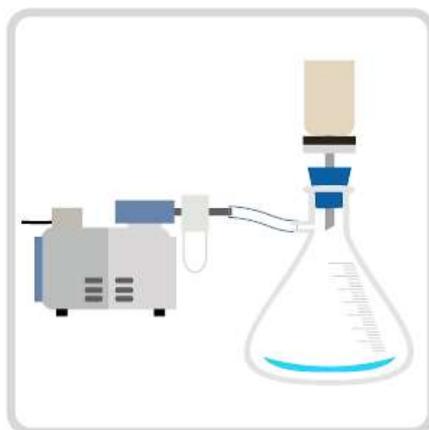


Ilustración 9-2: Filtración al vacío

Fuente: (Clair et al., 2018).

2.3.2.2. Funcionamiento

Existe un círculo de papel filtro, de diámetro suficiente para cubrir la superficie del embudo Büchner sin sobrepasarlo. La tolva, junto con el filtro, se monta sobre el matraz Kitasato con ayuda de una goma o adaptador, y el conjunto, sujeto por una abrazadera unida al soporte mediante un adaptador de goma o de caucho, se conecta al sistema de vacío. El filtro se puede humedecer con el disolvente que contiene la propia suspensión. Luego, la suspensión se vierte lentamente a través del filtro, con la asistencia de una varilla de vidrio, para que no se produzca un desbordamiento. El sólido retenido en el filtro se puede lavar con pequeñas porciones de disolvente (líquido a filtrar), dejando reposar un tiempo adicional, hasta que se encuentre lo más seco posible (Clair et al., 2018).

2.3.3. Destilación al vacío con rotación

Un evaporador rotatorio es un dispositivo de laboratorio que evapora sustancias a través de la destilación, luego se condensa y se separa en sus componentes (Hernández, 2019).

2.3.3.1. Equipo

La estructura básica del rotavapor se compone de: elemento giratorio y elevador, una unidad de destilación (vidrio) y un calentador, generalmente un baño o calentador de agua de baño maría. Por otro lado, las partes constitutivas del rotavapor son: Un recipiente redondo para recolectar el

destilado, un elemento de vacío para aliviar la presión interna de la unidad, una columna ajustable en altura, una columna condensadora en espiral, tornillos, una plancha de calentamiento ajustable, un segundo recipiente circular para el evaporador y base para el motor rotativo variable (Hernández, 2019).

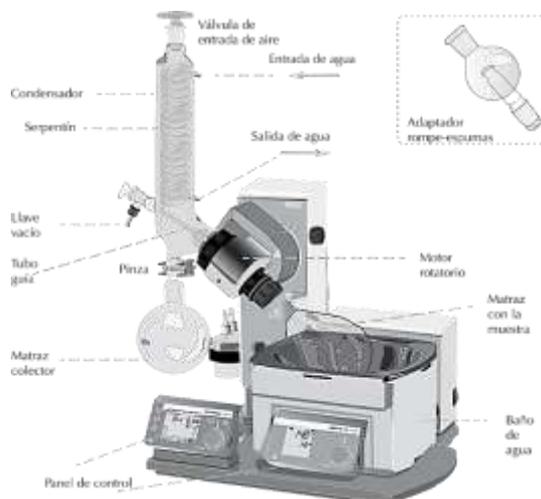


Ilustración 10-2: Rotavapor

Fuente: (Romero, 2020).

2.3.3.2. *Funcionamiento*

Cuando se utiliza un rotavapor, los puntos de destilación y fusión del analito deben conocerse de antemano para no sobrecalentar el instrumento. La muestra para procesar se coloca en un evaporador, se sumerge en agua, un tanque aislado y se activa el sistema rotatorio. Luego la bomba de vacío reduce la presión atmosférica, lo que permite que el solvente se separe del soluto para luego ser destilado en un condensador de baja temperatura y recolectado en el recipiente correspondiente. La rotación del dispositivo es generada por un motor de inducción de 1/30 hp a 1700 rpm, y su velocidad es reducida por un mecanismo, así como un control de velocidad constante. La temperatura del agua del baño aislado está controlada por un termostato electrónico (Romero, 2020).

2.3.4. *Solventes*

Los solventes son sustancias orgánicas líquidas de hidrocarburos volátiles derivados de aceites y gases que tienen puntos de ebullición bajos, se evaporan al exponerse al aire. Según su importancia y modo de uso, se clasifican en disolventes activos, codisolventes, disolventes solubles y disolventes diluyentes (Cevallos & Guerrero, 2017).

Tabla 11-2: Clasificación de los solventes

Grupo	Nombre del solvente
Alcoholes	Alcohol metílico, alcohol isopropílico, alcohol butílico, alcohol etílico.
Aromáticos	Benceno, tolueno, Etil- benceno
Gasolventes	Heptano, hexano

Fuente: (Cevallos & Guerrero, 2017).

Realizado por: Estrada N, Ñañañay J, 2022.

Los disolventes pueden ser polares o no polares, dependiendo de esta propiedad y de la naturaleza del soluto del que dependerá el rendimiento y el tiempo de extracción. Cada solvente produce diferentes extractos y preparaciones específicas, el más utilizado para extraer extractos de plantas es el etanol y metanol (Caldas, 2012).

2.3.4.1. Solventes utilizados para la extracción

Alcohol metílico: Tóxico, incoloro, líquido volátil, soluble en agua. Se usa comúnmente como solvente para tintes, resinas y adhesivos (Chadan, 2016).

Alcohol Etílico: El etanol también conocido como alcohol etílico es un compuesto químico perteneciente a la familia de los alcoholes, en condiciones normales es líquido, tiene un punto de ebullición de 78°C y un punto de fusión de -114.1°C, su inflamabilidad es alta, soluble en agua en cualquier proporción, reacciona violentamente con agentes oxidantes fuertes y lentamente con hipoclorito de calcio, óxido de plata y amoníaco (Caldas, 2012).

2.3.5. Proceso de tintura

2.3.5.1. Teñido

El teñido es un proceso químico en el cual se transfiere un colorante a un material textil, para darle al hilo un color y apariencia diferente, es decir, debe existir una atracción química o física entre los grupos funcionales de la fibra, los colorantes y los objetos a teñir (Salazar, 2014).

2.3.5.2. *Métodos de coloración de las fibras textiles*

Hay dos técnicas mediante las cuales los colorantes se transfieren al hilo. La primera consiste en sumergir el material en la solución, previamente con colorante y la segunda es la transferencia de color por contacto de la fibra textil con la tinta; Este método se utiliza especialmente en la impresión de dibujos y grabados (Marcano, 2018).

El proceso de coloración se puede dividir en tres pasos:

Primer paso: el colorante se puede utilizar como dispersante, solución o pasta del tinte, con auxiliares que cumplen la función de agente o fijador del tinte, sobre el tejido.

Segunda etapa: el tinte se esparce desde la superficie hacia el interior de la fibra, donde se producen cambios físicos y químicos en la unión con la fibra.

Tercer paso: llamado curado o envejecimiento, este proceso consiste en eliminar el exceso de tinte que no se ha fijado y aún está adherido a la superficie del hilo mediante el lavado (Marcano, 2018).

Tanto las fibras naturales, como las sintéticas deben someterse a un procesamiento previo antes de someterse al teñido. Esta operación implica su limpieza y las condiciones se seleccionan según la naturaleza del hilo (Marcano, 2018).

Las fibras de algodón se recubren con una cera natural y la pectina que se elimina antes del proceso de teñido. El primer paso en la preparación de la tela de algodón es eliminar la pelusa superficial, esto se hace por filtración con almidones suaves, en procesos modernos usando pegamento de alcohol polivinílico con el que se descompone el exceso, se destruye por calor o por adsorción con modelos adecuados. El blanqueo se realiza con peróxido de hidrógeno e hidróxido de sodio; La acción prevista es la oxidación de los enlaces glucosídicos (Marcano, 2018).

2.3.5.3. *Tiempo de tintura*

Generalmente, en el proceso de tintura, se tarda unos 20 - 30 minutos en añadir aditivos y colorantes para que se homogenicen bien en la disolución, pasado este tiempo unos 30 minutos en subir la temperatura a una media de 1,5 °C. Cada minuto hasta que hierva. Luego de hervir, mantener por 30 minutos para tonos claros, 5 minutos para tonos medios y 60 minutos para tonos oscuros. Si el tiempo de teñido es muy corto, tiende a perder fuerza, y por lo tanto el hilo no es apto para teñir (Paredes, 2002).

2.3.6. Mordientes

La palabra mordiente proviene de la palabra latina *morder*, basada en la creencia de que ciertas sustancias mordían la fibra para permitir que absorba mejor el tinte. Son sales minerales o metálicas, solubles en agua, que cuando se añaden al baño de tintura enlazan, intensifican o cambian el color del baño de tintura y hacen que el color sea más fuerte a la luz, al lavado y al roce (Palma, 2020, pág.30).

Las principales características de las sales 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.
- Aumentan la gama de colores que se pueden obtener al teñir una sola prenda.

Los mordientes se pueden utilizar en diferentes etapas del proceso, como lo confirma la gran cantidad de trabajos realizados para teñir textiles con colorantes naturales, en el cual se han utilizado diferentes mordientes dependiendo de la fibra empleada.

- Antes del teñido: se coloca el mordiente junto con las fibras y en este caso se obtiene un color claro y permite controlar el proceso de mordentado.
- Durante la tintura: es más rápido y elimina una etapa del proceso.
- Después de la tintura: se utiliza para aumentar la solidez del color y para aclarar u oscurecer el color obtenido durante el teñido (Palma, 2020, pág.30).

2.3.6.1. Técnica de mordentado

El mordentado se puede hacer antes o después del teñido, por lo general, implica, agregar el mordiente en agua caliente junto con la fibra, que puede estar teñida o no. Para ello, se tienen tres procesos: método directo, premordentado, posmordentado (Pazos, 2017, pág. 25).

2.3.6.2. Tipo de mordientes

Tabla 12-2: Tipos de mordientes

TIPOS DE MORDIENTES		
MORDIENTES DE ORIGEN MINERAL	MORDIENTES DE ORIGEN VEGETAL	OTROS MORDIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Alumbre (Sulfato alumínico potásico) • Sulfato de hierro • Sulfato de cobre • Sulfato de Zinc • Bicromato de potasio • Sulfato de cromo • Cloruro de Estaño • Hidrosulfito sódico • Bicarbonato de sodio • Carbonato de sodio • Carbonato cálcico • Hidróxido sódico • Sal de mesa (Cloruro de sodio) • Salitre Cal (Óxido de calcio) 	<ul style="list-style-type: none"> • Taninos en general • Tara (Caesalpinia Tinctoria o Caesalpinia Spinosa) • Lengua de vaca (Rumex Crispis) • Quento o Romaza (Rumex Romaza) • Remy) • Cenizas y lejía de plantas • Pulque y chicha (bebida fermentada ácida) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido acético concentrado • Vinagre de alcohol, uva o manzana (contiene ácido acético) • Ácido cítrico - Limón (contiene ácido cítrico) • Cremor tártaro (Ácido tartárico o bitrato de potasio) • Ácido oxálico • Ácido fórmico • Ácido sulfúrico • Amoníaco (Clorhidrato de amoníaco) • Sales de amoníaco • Orín fermentado (contiene Amoníaco)

Fuente: (Farfán, 2021, pág. 19).

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Los mordientes más comunes empleados son:

Sulfato de aluminio y potasio ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) comúnmente conocido como alumbre. Es un polvo blanco, cristalino, octaédrico e incoloro, es seguro de manejar y fácil de usar ya que no es tóxico. Produce colores vivos, brillantes y tiene una solidez a la luz relativamente buena. A menudo se usa con el cremor tártaro para ayudar a igualar el color y darle un poco de brillo. En exceso proporciona un tacto pegajoso en la lana. Es mejor usarlo antes del teñido, pero también produce buenos resultados si se emplea en el baño de tintura (Palma, 2020, pág.31).

Sulfato ferroso (FeSO_4), un polvo verdoso que al disolverse presenta un color herrumbroso. Como mordiente el hierro da tonos mates y oscuros que son resistentes. Por lo general se tiñe primero en la lana y se procede al mordentado después. Si se usa en exceso debilita las fibras y causa un envejecimiento prematuro del tejido, además de proporcionar un tacto endurecido. Se emplea para obtener negros y grises (Palma, 2020, pág.31).

Sulfato de cobre (CuSO_4), que se presenta en forma de cristales azul turquesa, pero es tóxico y como mordiente oscurece los colores y a menudo da un tono verdoso. Dando como resultado una buena solidez a la luz y proporciona un tacto menos duro en las fibras, a comparación del hierro (Palma, 2020, pág.31).

Cloruro de estaño (SnCl_2), es un polvo blanco, venenoso, volátil e higroscópico, aclara los colores de tinte, especialmente los rojos, naranjas y amarillos. Casi siempre se emplea con crémor tártaro. Dejando resultados satisfactorios en la exposición a la luz, pero puede hacer que la lana se vuelva frágil y áspera. Es cáustico y reacciona con la piel humana dando un olor desagradable (Palma, 2020, pág.31).

Dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), se presenta como cristales anaranjados. El cromo es un metal tóxico en todas sus formas. El exceso hace que el color sea desigual. Dando colores brillantes, resistente a la luz y al agua. Le da a la lana una textura particularmente suave (Palma, 2020, pág.31).

Ácidos tánicos ($\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$), que puede obtenerse extrayendo de plantas ricas en taninos, se usan como asistentes de otros mordientes. Es un buen mordiente para marrones o bronceados y para las fibras vegetales (algodón o lino). Se aplica en un segundo baño de mordiente después del alumbre. Produce colores profundos y resistentes a la luz (Palma, 2020, pág.31).

Ácido acético (CH_3COOH), es el vinagre común que se emplea en la cocina. Fija los colores y los deja más brillantes. Es indispensable en los colores rosas y rojos (Palma, 2020, pág.32).

Limón, contiene ácido cítrico. El jugo de limón tiende a avivar y aclara los colores (Palma, 2020, pág.32).

Crémor tártaro o ácido tartárico de potasio $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, es un polvo blanco con apariencia de azúcar. Generalmente usado antes del teñido. Se emplea principalmente para neutralizar el maltrato que reciben las fibras animales con los mordientes y ayuda a igualar las tinturas dándoles brillo y uniformidad. No se recomienda en las fibras vegetales (Palma, 2020, pág.32).

Ácido oxálico ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$), se puede extraer de plantas ricas en este ácido. Cristaliza en columnas monoclinicas, es tóxico. Se utiliza para potenciar el efecto del mordiente. Se puede obtener de plantas del género oxalis, u otras plantas como el ruibarbo (Palma, 2020, pág.32).

Cloruro sódico o sal de Glauber (NaCl), es un componente de muchas aguas minerales. Se emplea en el teñido, entrelazado de celulosa y como agente blanqueador. No es tóxico. Se utiliza para unificar los colores, simplemente añadiendo una cucharada de sulfato sódico cada vez que se tiñe. El color resulta más sólido (Palma, 2020, pág.32).

Ácido nítrico (HNO₃), líquido claro, fumante y de olor picante. Tóxico. Es un ácido tan fuerte que puede disolver hasta los metales (Palma, 2020, pág.33).

Ácido sulfúrico (H₂SO₄), líquido incoloro e inodoro, de aspecto aceitoso y carboniza las sustancias orgánicas despojándolas del agua (Palma, 2020, pág.33).

Sosa cáustica o hidróxido sódico (NaOH), escamas blancas, cristalinas, inodoras. Soluble en el agua, exotérmico y tóxico. Se utiliza en la tintorería (Palma, 2020, pág.33).

Bicarbonato de sodio, de fórmula NaHCO₃, es un compuesto sólido, cristalino de color blanco, soluble en agua, se usa para reforzar los efectos de los mordientes (Palma, 2020, pág.33).

Sal de mesa o cloruro de sodio (NaCl), que se puede utilizar en la solución del tinte en el momento del teñido. Sirve para reforzar el efecto del mordiente agregándola durante el tinturado y así fijar el color, haciéndolo más parejo (Palma, 2020, pág.33).

Ceniza o lejía de plantas, tiene un efecto sobre el color final, se utilizan durante o al final del proceso, sumergiendo la lana en abundante ceniza, dejarla por unas horas y lavarla (Palma, 2020, pág.33).

Lengua de vaca (Rumex crispis), utilizada en el antiguo Perú como planta tintórea y como mordiente, se emplea en el teñido de colores oscuros (Palma, 2020, pág.34).

Bebidas fermentadas ácidas arcillas, que son una mezcla de estiércol de ovejas, agua, humo ácidos y alcalinos. La acidez o alcalinidad de la solución influye decisivamente en el resultado del tinte (Palma, 2020, pág.34).

2.3.7. Pruebas de calidad

Una propiedad para estudiar en los textiles después del teñido es la solidez del color, que establece la resistencia al cambio de color o pérdida de fuerza de un sustrato teñido, después de la exposición a agentes externos. La prueba para determinar esto se realizó a nivel de laboratorio, simulando condiciones del mundo real, donde se combinan los efectos de temperatura, humedad, luz solar y otros factores. Existen diferentes normativas de solidez del color en textiles elaboradas por diferentes organismos reguladores como: American Association of Textile Chemists and

Colorists AATCC, International Organization for Standardization ISO, American Society for Testing and Materials ASTM, entre otras (Restrepo et al., 2014, pág.12).

2.3.7.1. Solidez al lavado

Esta prueba comprende el lavado doméstico de la fibra previamente teñida con colorantes naturales, este lavado se realiza utilizando detergentes y jabón para determinar el grado de decoloración (Caymayo, 2017 pág. 26).

2.3.7.2. Solidez al frote

Esta evaluación se realiza para verificar el rendimiento del color mediante el frotamiento, determinando así el grado de decoloración. La prueba se efectúa en seco y en húmedo. Se requieren dos pedazos de tela de algodón en ambas condiciones de prueba (Caymayo, 2017 pág. 26).

2.3.7.3. Solidez a la luz

La prueba de calidad de resistencia a la luz se puede realizar en 24 horas o menos. Estas pruebas se realizan por exposición al medio ambiente artificial a través de pruebas, que determinan la solidez del color en los tejidos en poco tiempo. Esta evaluación se realizará sobre la exposición a los rayos UV (Caymayo, 2017 pág. 26).

2.3.8. Métodos para caracterización de los colorantes

2.3.8.1. Espectrofotometría ultravioleta-visible

Los espectrofotómetros utilizan diferentes regiones del espectro electromagnético, en las que los compuestos interactúan con la radiación electromagnética o la absorben en diferentes longitudes de onda. La región del espectro electromagnético correspondiente al UV se extiende de 190 a 350 nm y el campo visible de 350 a 800 nm. La absorción se debe a la interacción de fotones de una fuente con iones y las moléculas en una muestra (Nieto, 2015 pág. 14).

La región UV se define como el rango de longitud de onda de 195 a 350 nm. Es una región de muy alta energía. Causa daño al ojo humano, así como quemaduras comunes. Los compuestos con dobles enlaces aislados, triples enlaces, enlaces peptídicos, sistemas aromáticos, grupos carbonilos y otros heteroátomos, tienen su máxima absorbancia en la región UV, que es importante para la determinación, cualitativa y cuantitativa de compuestos orgánicos. Varios factores como pH, concentración de sal y solvente, cambian la carga de las moléculas, provocando un cambio en el espectro UV. La fuente de radiación ultravioleta es una lámpara de deuterio (Díaz et al., 2019, pág.3).

En la región visible se aprecia el color de una disolución, y este color corresponde a la longitud de onda, de la luz que transmite, no a la luz que absorbe. El color que absorbe es el complemento del color que transmite. Por lo tanto, para realizar mediciones de absorción, es necesario utilizar la longitud de onda a la que la solución coloreada absorbe la luz. Las fuentes de radiación visible suelen ser lámparas de tungsteno y no proporcionan suficiente energía por debajo de 350 nm (Díaz et al., 2019, pág.3).

Toda sustancia que absorbe luz visible aparece coloreada cuando transmite o refleja la luz. La sustancia absorbe ciertas longitudes de onda de la luz blanca, y nuestros ojos detectan las longitudes de onda que no se absorben. El color observado se llama el complementario del color absorbido (Martínez & Zuñiga, 2015, pág. 30).

Tabla 13-2: Referencia de longitud de onda de análisis espectrofotométrico UV-Visible.

LONGITUD DE ONDA MÁXIMA ABSORBANCIA (nm)	COLOR ABSORBIDO	COLOR OBSERVADO
380-420	Violeta	Amarillo Verdoso
420-440	Azul Violáceo	Amarillo
440-470	Azul	Naranja
470-500	Verde Azulado	Rojo
500-520	Verde	Púrpura
520-550	Verde Amarillento	Violeta
550-580	Amarillo	Azul Violáceo
580-620	Naranja	Azul
620-680	Rojo	Verde Azulado
680-780	Púrpura	Verde

Fuente: (Martínez & Zuñiga, 2015, pág. 30).

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

2.3.8.2. *Espectrofotometría infrarroja*

La espectroscopia IR es una de las técnicas espectroscópicas más utilizadas en la química orgánica e inorgánica, se produce cuando la frecuencia de una oscilación específica es igual a la frecuencia emitida directamente sobre la molécula, que absorbe la radiación. Por lo general, la información obtenida se muestra como un espectro donde el eje X corresponde a la longitud de onda y el eje Y es la intensidad de absorción en porcentaje de transmitancia o absorbancia. El análisis por espectroscopia IR proporciona información referente a los diferentes grupos funcionales presentes (Nieto, 2015 pág. 14).

Permite la identificación de compuestos orgánicos por sus grupos funcionales, ya que las diferentes oscilaciones que exhibe una molécula producen un patrón característico del grupo funcional y un patrón único para cada especie química. Generalmente se divide en tres regiones debido al uso diferente en aplicaciones prácticas, el equipo de medición requerido para generarlo y detectarlo y la naturaleza de las transiciones de oscilación involucradas. Estas tres regiones son: IR cercano de 13000 a 4000 cm^{-1} (NIR), llamado así porque se encuentra por debajo de la región visible del espectro; IR medio de 4000 a 400 cm^{-1} ; e IR lejano (FIR) de 400 a 10 cm^{-1} (Mesa, 2019 pág. 1).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

El proyecto de investigación se desarrolla en la modalidad de investigación mixta, esto se debe a que las variables a determinar son observables, para la recopilación de datos no numéricos y numéricos medibles. Las pruebas de calidad (cualitativas) que se van a determinar de los diferentes colorantes naturales obtenidos de la materia prima fresca y seca. Es también una investigación cuantitativa ya que se medirá el porcentaje de rendimiento en la obtención del colorante natural (%), densidad (gramos (g) /mililitro (mL)), índice de refracción, grados Brix, solubilidad (ácido acético glacial, aceite vegetal, agua), análisis de cenizas, humedad, espectroscopia IR y Uv-Vis.

3.2. Nivel de investigación

Es de tipo explicativa, debido que busca determinar cuál de los colorantes naturales obtenidos, logra tener una mayor impregnación en las telas de algodón, mediante las pruebas de calidad.

3.3. Diseño de investigación

Es una investigación de tipo experimental bifactorial, que nos permitirá identificar que combinación es la apropiada para el desarrollo, de este modo se presenta la manipulación de las variables, como la materia prima (seca y fresca) de frutos cítricos (naranja, mandarina, limón meyer- sutil) extracción con dos solventes (etanol 96% y metanol 98%) y aplicación en las telas de algodón mediante las pruebas de calidad (solidez al frote, luz y lavado).

3.3.1. Según la manipulación o no de la variable independiente

Variable dependiente:

- Pruebas de calidad (solidez al lavado, solidez al frote y solidez a la luz)

Variable independiente:

- Colorante natural obtenido de cáscara de frutos cítricos (mandarina, naranja, limón meyer, limón sutil), con los solventes: etanol 96% y metanol 98%.

Hipótesis general

Los colorantes naturales obtenidos a partir de los residuos de cáscara de limón meyer, limón sutil, naranja y mandarina, son óptimos para la aplicación en telas de algodón.

Hipótesis del diseño bifactorial

H_0 : El solvente utilizado en la extracción del colorante natural no influye en las pruebas de calidad en las telas de algodón.

H_1 : El solvente utilizado en la extracción del colorante natural influye en las pruebas de calidad en las telas de algodón.

H_0 : No existe efecto significativo del tipo de cáscara utilizado para extracción colorante natural en las pruebas de calidad.

H_1 : Si existe efecto significativo del tipo de cáscara utilizado para extracción colorante natural en las pruebas de calidad.

H_0 : No existe efecto significativo del tipo solvente y de cáscara utilizado para la extracción de colorante natural en las pruebas de calidad.

H_1 : Si existe efecto significativo del tipo solvente y de cáscara utilizado para la extracción de colorante natural en las pruebas de calidad.

Nivel de confianza

$$\alpha=0,05$$

3.3.2. Según las intervenciones en el trabajo de campo

El presente proyecto de investigación se manipularán las variables bajo un control de las variantes externas, la materia prima serán los residuos de las cáscaras de frutos cítricos que serán recolectadas de locales comerciales de la ciudad de Riobamba. El primer paso es desinfectar las cáscaras recolectadas con agua destilada. Se va a utilizar materia prima fresca y seca, en los mismos, se incorpora dos solventes (etanol 96% y metanol 98) para la extracción del colorante natural. Subsiguientemente se realizará la determinación de sus propiedades fisicoquímicas,

caracterización UV, IR y pruebas de calidad en telas de algodón con el colorante obtenido. Conjuntamente dichos resultados obtenidos serán comparados de acuerdo con la materia prima, solvente y las respectivas pruebas de calidad en las telas de algodón.

3.4. Tipo de estudio

De esta manera el tipo de estudio se desarrollará por el método de investigación mixta, se realizará la manipulación de las variables en el que observaremos datos numéricos y no numéricos. Según el objetivo, es de tipo aplicada, debido a que se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos en la formación académica, además, la obtención de colorante natural por arrastre de vapor con dos solventes, a través de este, se ejecutará las pruebas de control de calidad en telas de algodón. El nivel de profundización en el objeto de estudio es explicativo, ya que busca determinar cuál de los colorantes naturales obtenidos logra tener una mayor impregnación en las telas de algodón, mediante las pruebas de calidad. En la manipulación de variables es de tipo experimental bifactorial en donde se detallará el resultado obtenido durante el trabajo de investigación. Por la condición de estudio se llevará a nivel de laboratorio, debido a que se podrá controlar las variables de estudio. Según el periodo temporal es de tipo transversal, se cumplirá en un determinado tiempo con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos. Por último, el tipo de inferencia es de tipo hipotética deductiva, ya que se basa en un procedimiento metodológico que se encarga de tomar premisas, establecer hipótesis, verificar las mismas y hacer las respectivas conclusiones de los hechos.

3.5. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

La población de estudio es la materia prima considerada para llevar a cabo esta investigación, son los residuos de la cáscara de frutos cítricos como: naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*), limón sutil (*Citrus aurantifolia*) y limón meyer (*Citrus meyeri tanaka*) recolectados en los patios de comida ubicados en la ciudad de Riobamba-Ecuador. El lugar donde se ejecutó la investigación pertenece a los siguientes laboratorios que son: Productos Naturales, Química Orgánica, Química General e Inorgánica, Química Instrumental y Procesos Industriales en la Facultad de Ciencias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba en la Panamericana Sur km 1 ½. Para la aplicación del procedimiento de obtención del colorante natural se utilizó una cantidad de 50 gr de cáscara de cítricos (fresca y seca) para el método de extracción, con los respectivos solventes de etanol (96%) y metanol (98%) con una cantidad de 200mL.

3.6. Proceso de obtención del colorante natural de frutos cítricos.



Ilustración 1-3: Proceso de obtención de los colorantes naturales de frutos cítricos.

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

Método de extracción

3.6.1.1. Extracción sólido-líquido

Fundamento: la maceración es el movimiento, intercambio y distribución uniforme de sustancias solubles con una mezcla hidroalcohólica, en la que se extraen las materias primas a macerar y permanecen en dicha disolución hasta alcanzar el punto de equilibrio (Pineda, 2019, p.12). Para el

proceso de extracción sólido-líquido se utilizó la materia prima fresca y seca de la cáscara de frutos cítricos que son: naranja, mandarina, limón sutil, limón meyer.

Procedimiento:

1. Pesar 50 gr de cáscara de frutos cítricos y colocar en una botella ámbar de 500mL.
2. Medir 200mL de etanol al 96% y metanol 98% colocando en la botella ámbar.
3. Conectar el equipo (Sonicador) al tomacorriente de 110V y colocar agua destilada hasta el punto indicado.
4. Colocar las botellas ámbar y sonificar por 30 minutos.
5. Poner en reposo las botellas ámbar por 24 horas.

3.6.1.2. Filtración al vacío

Fundamento: fuerza impulsora para que el líquido pase a través del filtro, se debe a la presión atmosférica cuando aplicamos el vacío al sistema. Este es el método más rápido y algunas veces permite la filtración de aquellas suspensiones donde la gravedad no es suficiente para el proceso (GuntHamburg, 2010, p. 1).

1. Se corta un trozo de papel filtro redondo, asegurándose de que el filtro sea del tamaño correcto sin tocar las paredes del Büchner.
2. Una vez colocado el papel filtro, el Büchner se ajusta al Kitasato usando un corcho.
3. Se conecta el Kitasato a la bomba de vacío.
4. El papel filtro se humedece con unas gotas de la misma mezcla del solvente que se filtrarán para que quede completamente pegado al fondo del Büchner.
5. Conectar la bomba al vacío en el tomacorriente de 110V. La mezcla para filtrar se vierte en el Büchner.
6. Una vez que se completa la filtración, se apaga la bomba al vacío y desconecta el Kitasao.

3.6.1.3. Extracción destilación evaporador rotativo

Para la extracción y concentración de colorantes se utilizó un equipo Rotavapor Vacuum Pump V-330. La concentración de los colorantes naturales es recuperar el solvente utilizado en el proceso de extracción y obtener un extracto concentrado (Arévalo & Sanaguano, 2021, p. 46).

Procedimiento:

1. Pesar el balón vacío.
2. Conectar el equipo al tomacorriente de 110 V y las mangueras a la fuente de agua.
3. Encender el equipo rotavapor, sumergir el balón con el extracto del colorante a baño maría, controlar la rotación y temperatura de 45 a 50°C.
4. Medir el volumen de etanol recuperado.
5. Pesar el balón con el extracto.
6. Almacenar el concentrado en un frasco ámbar.

Ecuación 1-3: Determinación del rendimiento

$$\%R = \frac{P_i}{P_f} \times 100$$

Donde:

P_i = Peso del balón vacío (g)

P_f = Peso del balón con el extracto (g)

100= Factor matemático

3.7. Materiales, equipos y reactivos

3.7.1. Materiales utilizados en la investigación

Tabla 1-3: Materiales utilizados en la investigación

MATERIALES	CANTIDADES	DESCRIPCIÓN
Barrilla de agitación	1	Vidrio
Botella ámbar 500 mL	16	Vidrio ámbar
Botella ámbar 60 mL	16	Vidrio ámbar
Capsulas de porcelana pequeña	4	Porcelana
Corcho de caucho mediano	4	Caucho
Embudo Büchner mediano	4	Porcelana
Espátula mediana	1	Metálica
Gradilla	1	Aluminio
Matraz Kitasato 250 mL	4	Vidrio
Magneto	4	Barra magnética
Probeta de 10 mL	4	Pírex, vidrio
Probeta de 100 mL	2	Pírex, vidrio
Pipeta 10 mL	2	Vidrio
Pera de succión	1	Caucho
Picnómetro con termómetro	1	Isolab, vidrio
Papel filtro	3	Papel
Pipetas Pasteur	16	Plástico
Piseta	1	Plástico
Recolector de magneto	4	Metálica
Tubos de ensayo	16	Pírex, vidrio
Tela de algodón	2 m	Algodón
Vaso de precipitación 10 mL	16	Pírex, vidrio
Vaso de precipitación 250 mL	16	Pírex, vidrio
Vaso de precipitación 100 mL	16	Pírex, vidrio
Vaso de precipitación 1000 mL	16	Pírex, vidrio
Vidrio Reloj mediano	4	Pírex, vidrio

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

3.7.2. Reactivos y sustancias

Tabla 2-3: Reactivos

REACTIVOS	PUREZA	APLICACIÓN
Ácido acético	99%	Premordentado
Ácido acético glacial	10%	Solubilidad
Agua destilada	-	Lavado de materia prima
Etanol	96%	Extracción sólido-líquido
Metanol	98%	Extracción sólido-líquido
Peróxido de hidrogeno	3%	Preparación del material textil

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

Tabla 2-3: Sustancias

SUSTANCIAS	PUREZA	APLICACIÓN
Aceite vegetal	-	Solubilidad
Cloruro de sodio	-	Mordiente
Jabón neutro	-	Solidez al lavado

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

3.7.3. Equipos

Tabla 3-3: Equipos

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
Agitador magnético	Thermo scientific, modelo Cimarec
Balanza analítica	Balanza analítica FC-L.PN-15 INV53447
Bomba al vacío	ROCKER Scientific Co. Ltd 3302130Z V.C.B.
Estufa de bandejas	Secador de bandejas FC-L. OU-1 4
Espectrofotómetro UV-Visible	Evolution 220 UV-Visible Thermo Scientific
Espectrofotómetro Infrarrojo	Jasco, modelo FT/IR-4100
Molino	FC-L.PN-15. INV4968
Mufla	FC-L.PN-15. INV81416
pHmetro	Fisher scientific, modelo XL150
Rotavapor	Vacuum Pump V-330
Refractómetro digital	Modelo RA-620
Sonificador	Branson 35IOR-MTH ultrasonic cleaner
Termobalanza	Radwag PMC50/1/NH

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

3.8. Técnicas

3.8.1. Análisis físico químico

3.8.1.1. Densidad

Principio: Masa de una sustancia que ocupa cierto volumen (Barreno, 2020).

Equipo:

- Balanza analítica
- Picnómetro

Colorantes: naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil.

Procedimiento:

1. Pesar el picnómetro vacío previamente con la balanza en modo tare, limpio y seco
2. Pesar el picnómetro de laboratorio con agua destilada.
3. Pesar el picnómetro con la muestra (colorante).
4. Aplica la fórmula y obtén la densidad (Barreno, 2020).

Ecuación 2-3: Determinación del peso

$$m = pm - pv$$

Donde:

$m =$ Peso del extracto (g)

$pm =$ peso picnómetro más muestra (g)

$pv =$ peso picnómetro vacío (g)

Ecuación 3-3: Determinación de densidad

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Donde:

$\rho =$ densidad del extracto $\left(\frac{g}{mL}\right)$

$m =$ peso del extracto del colorante (g)

$v =$ volumen muestra (mL)

3.8.1.2. pH

Principio: El pH es una unidad de medida que describe el nivel de acidez, alcalinidad y se mide en una escala de 0 a 14 (José, 2014).

Equipo:

- pH-metro

Reactivos:

Colorantes: naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil.

Procedimiento:

1. Conecte el medidor de pH a un tomacorriente de 110V.
2. Desechar el tampón y calibrar el medidor de pH con tampones de pH 4, 7, 10 a 25°C.
3. Enjuague el electrodo con abundante agua destilada y séquelo con una toalla de papel.
4. Homogenice la muestra agitándola con un movimiento circular, luego sumerja el electrodo en la muestra (tinte).
5. Espere a que la pantalla del medidor muestre el valor de pH de la muestra.
6. Luego se lava el electrodo con agua destilada para las siguientes mediciones (Barreno, 2020).

3.8.1.3. Grados brix e índice de refracción

Principio: Para medir la concentración de sacarosa disuelta en líquido (Arévalo & Sanaguano, 2021).

Equipo:

- Refractómetro
- Toallas de papel
- Pipetas Pasteur

Reactivos:

Colorantes: naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil.

Procedimiento:

1. Encienda el instrumento en un tomacorriente de 110 V.
2. Calibre presionando el botón “CHECK”.
3. Luego agregue agua destilada (2mL) y presione el botón “WATER CALIBRATION”.
4. Nos dará un valor y ya está listo para las mediciones.
5. Limpiar el lente cuidadosamente con toallas absorbentes.
6. Usando una pipeta Pasteur, coloque 1 gota de colorante natural en el prisma y cubra.
7. Presione el botón de inicio, espere a que el dispositivo suene y está listo.
8. Registre los valores de índice de refracción y grados Brix resultantes de la muestra.
9. Limpiamos con agua destilada y continuamos con otras muestras (Arévalo & Sanaguano, 2021).

3.8.1.4. Solubilidad

Principio: La solubilidad de una sustancia en otra está determinada por el equilibrio de fuerzas intermoleculares entre el disolvente, el soluto y la variación de entropía que acompaña a la solvatación (Goto & Clemente, 1998).

Para evaluar la solubilidad se realizaron pruebas en aceite vegetal comestible, agua y ácido acético glacial, para lo cual se utilizaron tubos de ensayo, luego se manipuló la proporción de solvente colorante de 1/9, agitando por 2 min y observar la solubilidad.

Reactivos:

Colorantes: naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil.

Procedimiento:

– *Solubilidad en aceite vegetal comestible*

1. En 1 tubo de ensayo agregar 9 ml de aceite, agregar 1 (mL) de colorante natural.
2. Dejar reposar 5 min.
3. Valorar si es soluble o insoluble.

– *Solubilidad en agua destilada*

1. En 1 tubo de ensayo incorporar 9 mL de agua destilada, colocar 1 (mL) de colorante natural
2. Dejar reposar durante 5 min
3. Evaluar si es soluble o insoluble

– *Solubilidad en compuestos orgánicos*

1. En 1 tubo de ensayo adicionar 9 mL de ácido acético glacial y colocar 1 (mL) de colorante natural.
2. Dejar reposar durante 5 min
3. Estimar si es soluble o insoluble

3.8.1.5. Humedad

Principio: El porcentaje de humedad es la cantidad de vapor presente en el aire en relación con el máximo posible cuando el aire está saturado. Es controlada utilizando un equipo portátil en el cual se colocan muestras respectivamente cada cierto tiempo hasta llegar a una humedad final (Plúa, 2008). A una temperatura de 105°C.

Sustancias:

Cáscara seca y fresca: naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil.

Procedimiento:

– *Humedad en muestra seca*

1. Encienda el instrumento en un tomacorriente de 110 V.
2. Calibre el equipo.
3. Situar a una temperatura de 105°C.
4. Colocar 5 g de cáscara seca.
5. Esperar a que el equipo arroje los datos.
6. Anotar el resultado e incorporar las demás muestras.

– *Humedad en muestra fresca*

1. Encienda el instrumento en un tomacorriente de 110 V.
2. Calibre el equipo.
3. Situar a una temperatura de 105°C.
4. Colocar 5 g de cáscara fresca.
5. Esperar a que el equipo arroje los datos.
6. Anotar el resultado e incorporar las demás muestras.

3.8.1.6. *Ceniza*

Principio: Este método consiste en colocar muestras en un horno de mufla hasta que todos los sólidos combustibles se queman, producto de la combustión, da como resultado cenizas (Tirado, 2015).

Sustancias:

Cáscara seca y fresca: naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil.

Procedimiento:

1. Pesar los crisoles vacíos
2. Colocar 10 g de muestra fresca en un crisol con tapa
3. Pesar en una balanza analítica el crisol más la muestra
4. Registrar los datos arrojados
5. Poner las muestras en contacto con el reverbero
6. Posteriormente quemar lentamente el material hasta que ya no desprenda humo
7. Llevar el crisol a una mufla y efectuar la calcinación completa.
8. Dejar enfriar la muestra en la mufla
9. Pesar el crisol más la muestra calcinada
10. Anotar los datos

Ecuación 4-3: Determinación de cenizas

$$\%C = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

Donde:

$\%C$ = *contenido de cenizas*

m_1 = *masa de crisol vacío (g)*

m_2 = *masa de la muestra (g)*

m_3 = *masa del crisol con las cenizas (g)*

3.9. Técnicas de caracterización

3.9.1. Espectroscopia UV-Visible

Fundamento: es una técnica analítica para determinar la concentración de un compuesto en una solución (Díaz, 2019, p.1).

Procedimiento:

1. Lavar el material con agua destilada.
2. Conectar el equipo a una fuente de 110 V y encender presionando el botón home.
3. Realizar un blanco con etanol, añadir 5mL en la celda de cuarzo, colocarlo en la porta celdas, cerrar la tapa y presionar el botón zero base para encerrar.
4. Colocar 1 ml de colorante y 4 ml de etanol 96% o metanol 98% en la celda de cuarzo, colocar la celda con la muestra en la porta celdas, cerrar la tapa, presionar el botón run y realizar el barrido inteligente para determinar la longitud de onda (λ) y la absorbancia de la lectura, tomar en cuenta que el valor teórico de λ para la curcumina fluctúa de 400-550nm
5. Copiar los espectros a un documento Word y guardar en una memoria USB.
6. Lavar con cuidado las celdas de cuarzo con agua destilada y por último apagar el equipo.
7. Interpretar los espectros dados por el equipo.

3.9.2. Espectroscopia IR

Fundamento: es una técnica de análisis instrumental que permite conocer los principales grupos funcionales presentes (Mondragón, 2017, p.30).

Procedimiento:

1. Conectar el espectrofotómetro infrarrojo y la computadora a una fuente 110 V, encender mínimo 30 min antes de la lectura para que corra el software.
2. Limpiar el cristal de equipo con algodón y alcohol antiséptico.
3. Con una pipeta Pasteur colocar 1 gota del colorante en el cristal del equipo sin tocarlo y bajar la tapa.
4. Realizar el corrido espectral con el software "Spectra Analysis".
5. Una vez que los espectros aparezcan en la pantalla del computador, dar clic para ajustar el tamaño, número de onda y seleccionar los picos más representativos.
6. Copiar los espectros a un documento Word y guardar en una memoria USB.
7. Limpiar cuidadosamente el cristal del equipo con algodón y alcohol antiséptico.
8. Apagar el equipo y el computador.
9. Interpretar los espectros dados por el equipo (Barreno, 2020, p.28).

3.10. Aplicación del colorante natural obtenido en tela de algodón

3.10.1. Preparación del material textil

Se cortan cuadrados de tela de algodón de aproximadamente 25×10 cm y se pesan en una balanza, el peso de cada pieza es de aproximadamente 10 g. Se ha lavado con agua y jabón neutro para eliminar la pelusa superficial y se ha blanqueado con agua oxigenada.

3.10.2. Premordentado

Una vez limpia la tela de algodón, se miden 200 mL de agua y se vierten en un recipiente de 500 mL. Acondicione la plancha donde se calentará la solución, ajuste a 70°C y espere unos 30 minutos. Pesar 3 g de mordiente (cloruro de sodio) y agregar cuando la solución haya alcanzado los 70°C , esperar a que se disuelva con un agitador magnético y subir a 200 revoluciones. Una

vez que el alumbre se haya disuelto, agregue la prenda textil (algodón) y sumérgala bien para que toda la tela quede completamente empapada. Espere 20 minutos y 200 revoluciones. Cuando haya terminado, retire la tela de la solución y enjuague dos veces con agua para eliminar los residuos (Melgar, 2011, p.35).

3.10.3. Teñido

En un vaso de precipitación de 250 mL, agregue 200 mL de agua destilada, calentarla a 25°C durante 10 min. Agregue 0,8 g de colorante natural (naranja, mandarina, limón meyer, limón sutil) durante 3 minutos. Añadir la tela de algodón previamente tratada con el mordiente y aumenta la temperatura gradualmente hasta llegar a los 80°C, se mantiene constante durante una hora. Se bajó la temperatura a 40 °C y se agregó 1 mL de ácido acético (concentración 10%), se dejó recircular por otros 10 (min), luego se lavó y secó la tela (Guerrero, 2011, p.39).

Ecuación 5-3: Determinación gramos de colorante

$$gr\ de\ colorante = \frac{peso\ de\ la\ fibra \times porcentaje\ de\ colorante}{100}$$

3.10.4. Pruebas de calidad

Los valores utilizados para determinar las pruebas de calidad al frote, lavado y luz solar se detallan a continuación:

Tabla 4-3: Escala cualitativa de la valoración del teñido de la fibra textil al lavado y luz solar

Escala	Valoración
1	Destiñe muy fuertemente (Malo)
2	Destiñe fuertemente (Regular)
3	Destiñe sensiblemente (Buena)
4	Destiñe un poco (Muy buena)
5	No destiñe (Excelente)

Realizado por: Estrada, N.; Nauñay, J. 2022.

Tabla 5-3: Evaluación de prueba al frote

TRANSPARENCIA DE COLOR	
Grado	Valoración
1	Demasiado manchado
2	Manchado considerable
3	Manchado notable
4	Manchado ligero
5	No mancha o manchado insignificante

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

3.10.4.1. Solidez a la luz

Procedimiento:

1. Exponer las muestras teñidas con el colorante natural a la luz solar durante 10 días.
2. Observar si existe degradación de color y corroborar mediante la Tabla 4-3.

3.10.4.2. Solidez al frote

Principio: El ensayo está destinado a evaluar tejidos teñidos utilizando dos muestras blancas, seca y húmeda, para comprobar la eficacia del color por frotamiento (Vele, 2017, p.102).

Procedimiento:

1. Corta dos piezas de tela de algodón, tamaño 10x10 cm.
2. Coloque la muestra teñida sobre una superficie resistente y pegue los bordes con cinta adhesiva para evitar que la muestra se mueva mientras se realiza la prueba.
3. Utilizar una pieza de tela cortada húmeda y pasarlo sobre la muestra tinturada.
4. Emplear un pedazo de tela cortada en seco y pasarlo sobre la muestra tinturada.
5. Los rangos de puntuación se establecen en función de los resultados de las pruebas de fricción.
6. Valorar el color de desmanche de acuerdo con la Tabla 5-3.

Tabla 6-3: Parámetros de evaluación de calidad mediante el frote

Satisfactorio	Pasable	Mínimo	No admisible
Cuando haya cambio aparente entre el 0 % y el 10% de acuerdo con el mínimo admisible de color	Cuando los resultados muestren entre el 10 y el 20% de cambio admisible de color	Cuando los resultados marcan el límite de aceptación establecido por los estándares de calidad en cada prueba	Cuando el resultado muestre más de un 20% de cambio admisible de color
5	4	3	2-1

Fuente: (Vele, 2017, p.102).

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

3.10.4.3. Solidez al lavado

Principio: el ensayo está destinado a evaluar tejidos teñidos y lavados, para comprobar la eficacia del color luego del lavado (Vele, 2017, p.102).

Procedimiento:

1. Luego de tener tinturada la materia textil.
2. Lavarlo con abundante agua y jabón neutro.
3. Esperar que se seque a temperatura ambiente.
4. Evaluar el color luego del lavado de acuerdo con la Tabla 4-3.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados del rendimiento

Tabla 1-4: Rendimiento del colorante natural obtenido materia prima seca

RENDIMIENTO CÁSCARA SECA		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	67,02 %	67,31 %
NARANJA	65,56 %	62,23 %
LIMÓN SUTIL	64,88 %	64,06 %
LIMÓN MEYER	66,58 %	65,02 %
TOTAL	66,01 %	64,91 %

Realizado por: Estrada, N.; Nauñay, J. 2022.

Tabla 2-4: Rendimiento del colorante natural obtenido materia prima seca

RENDIMIENTO CÁSCARA FRESCA		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	66,15 %	62,87 %
NARANJA	65,44 %	67,00 %
LIMÓN SUTIL	67,31 %	65,16 %
LIMÓN MEYER	62,48 %	64,88 %
TOTAL	65,45 %	64,97 %

Realizado por: Estrada, N.; Nauñay, J. 2022.

Los colorantes obtenidos por medio de la extracción del equipo de destilación al vacío con rotación, se obtuvieron los siguientes porcentajes de rendimiento como se muestran en las Tablas 1-4 – 2-4. Este análisis tiene como objetivo adquirir un colorante concentrado y recuperar el solvente utilizado durante la extracción. Los datos obtenidos establecen que el mayor porcentaje del rendimiento del colorante natural, con materia prima seca en etanol es mandarina 67,02 %, y con metanol mandarina 67,31 % siendo su rendimiento mayor a los demás colorantes. Con menor rendimiento con etanol el limón sutil 64,88 % y metanol naranja 62,23 %. En cambio, con materia prima fresca en etanol es limón sutil 67,31 % y metanol naranja 67,00 %, en comparación a los

demás colorantes obtenidos. Al 62,48 % de limón meyer en etanol, y 62,87 % de mandarina en metanol. Finalmente, el porcentaje del rendimiento promedio de materia prima seca fue: etanol 66,01 % y metanol 64,91 %, asimismo con materia prima fresca fue: 65,45 % en etanol y 64,97 % en metanol.

Sultana et al., (2009), menciona en su estudio que el rendimiento cuantitativo y cualitativo de los compuestos fenólicos en la extracción, depende en gran medida de la polaridad del solvente utilizado. Se ha reportado el uso de etanol, metanol, acetona y mezclas con agua en diferentes proporciones como solventes de extracción, posición de sus grupos hidroxilo, tamaño molecular, así como de factores como la concentración del solvente, temperatura, tiempo de contacto, tamaño de partícula y relación masa-solvente.

Esta alternativa resulta ser rentable, debido a que, al ser secada, disminuye el contenido de humedad de la muestra, reduciendo la probabilidad de aparición de actividad microbiana en ella; además, al reducir la actividad del agua se concentran los antioxidantes y se protegen los carotenoides, a actividades de agua intermedias se ejerce un efecto protector. A comparación de la materia prima fresca (Castro & Mendoza, 2021).

4.2. Resultados del análisis físico químico

4.2.1. Densidad

Tabla 3-4: Densidad del colorante natural obtenido materia prima seca

DENSIDAD		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	0,87 g/mL	0,76 g/mL
NARANJA	0,92 g/mL	0,99 g/mL
LIMÓN SUTIL	1,08 g/mL	1,02 g/mL
LIMÓN MEYER	0,92 g/mL	0,95 g/mL

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 4-4: Densidad del colorante natural obtenido materia prima fresca

DENSIDAD		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	0,94 g/mL	0,95 g/mL
NARANJA	1,22 g/mL	1,10 g/mL
LIMÓN SUTIL	1,02 g/mL	1,08 g/mL
LIMÓN MEYER	0,87 g/mL	0,83 g/mL

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

En los colorantes naturales, se obtuvieron las siguientes densidades con su respectiva materia prima y solvente como se muestra en la Tabla 3-4 – 4-4. En la tabla 3-4 los colorantes naturales con solvente etanol presentan una densidad de mandarina 0,87 g/mL, naranja 0,92 g/mL, limón sutil 1,08 g/mL y limón meyer 0,92 g/mL. Además, con metanol sus densidades son: mandarina 0,76 g/mL, naranja 0,99 g/mL, limón sutil 1,02 g/mL y limón meyer 0,95 g/mL. En la tabla 4-4 los colorantes naturales con solvente etanol presentan una densidad de mandarina 0,94 g/mL, naranja 1,22 g/mL, limón sutil 1,02 g/mL y limón meyer 0,87 g/mL. Igualmente, con metanol sus densidades son: mandarina 0,95 g/mL, naranja 1,10 g/mL, limón sutil 1,08 g/mL y limón meyer 0,83 g/mL.

Diaz, (2019), realizó una investigación titulada “Extracción de colorantes naturales del mango (manguifera indica l), mandarina (citrus reticulata), piña (ananas comosus), para el uso en la industria de alimentos”, encontrando un valor de densidad de 0,9669 g/mL, 1,1212 g/mL del colorante natural de mandarina donde se encuentra en un rango próximo. Según Hernández (2014), la densidad de la naranja es de $0,85 \pm 0,01$, encontrándose en una categoría menor al deseado. Medina (2011), afirma que la densidad tanto del limón meyer como el sutil poseen densidades de 0,929g/mL hasta 0,937 g/mL, donde se verifica que se encuentra en el rango establecido.

4.2.2. pH

Tabla 5-4: pH del colorante natural obtenido materia prima seca

pH		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	5,26	5,74
NARANJA	4,70	4,76
LIMÓN SUTIL	3,19	2,96
LIMÓN MEYER	4,19	4,12

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 6-4: pH del colorante natural obtenido materia prima fresca

pH		
MATERIA PRIMA	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	4,60	4,60
NARANJA	4,84	4,33
LIMÓN SUTIL	4,02	4,46
LIMÓN MEYER	4,92	4,62

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

El pH en la tabla 5-4 de los colorantes naturales obtenidos con etanol son: mandarina 5,26, naranja 4,70, limón sutil 3,19 y limón meyer 4,19. Igualmente con metanol mandarina 5,74, naranja 4,76, limón sutil 2,96 y limón meyer 4,12. En la tabla 6-4 se encuentran pH de 4,60 mandarina, 4,84 naranja, 4,02 limón sutil y 4,92 limón meyer con el solvente etanol. Asimismo, con metanol mandarina 4,60, naranja 4,33, limón sutil 4,46 y limón meyer 4,62.

Castro & Mendoza, (2021), afirman que el pH de la mandarina se encuentra en el rango de 5,10 a 5,79, siendo este próximo a dicha condición. Según Hernández (2014), el pH de la naranja tiene valores de $4,93 \pm 0,05$, encontrándose próximo a la categoría establecida. Medina (2011), testifica que el pH del limón meyer y sutil es de $2,33 \pm 0,11$, el cual no se encuentra en el rango establecido.

4.2.3. Grados brix

Tabla 7-4: Grados brix colorante natural obtenida materia prima seca

GRADOS BRIX		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	32,96 %	32,90 %
NARANJA	37,09 %	33,76 %
LIMÓN SUTIL	35,81 %	41,31 %
LIMÓN MEYER	32,79 %	33,55 %

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 8-4: Grados brix colorante natural obtenida materia prima fresca

GRADOS BRIX		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	28,31 %	27,81 %
NARANJA	29,64 %	26,77 %
LIMÓN SUTIL	19,31 %	21,53 %
LIMÓN MEYER	25,16 %	20,02 %

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Los grados brix de los colorantes naturales, en la tabla 7-4 de la materia prima seca en etanol la naranja tuvo 37,09 siendo el valor más alto, debido a su madurez, alto contenido en azúcar y por el proceso de deshidratación en donde se concentran todos los solutos; dando un valor mínimo de grados brix en la muestra de limón meyer 32,79 %. Mientras que los grados brix en la materia prima seca con metanol da un valor mayor de 41,31 % perteneciente al limón sutil y teniendo el valor mínimo de 32,90 % correspondiente a mandarina. Finalmente, los grados brix de la materia prima fresca tabla 8-4 en el etanol más alto de la naranja 29,64 % y un mínimo de 19,31 % en limón sutil, Asimismo con el solvente metanol tuvo la mandarina 27,81 % siendo el porcentaje mayor encontrado, sin embargo, el valor 20,02 % correspondiente al limón meyer debido a que no presentan en su constitución compuestos que aumente su valor.

4.2.4. Índice de refracción

Tabla 9-4: Índice de refracción colorante natural obtenida materia prima seca

ÍNDICE DE REFRACCIÓN		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	1,3864 nD	1,38643 nD
NARANJA	1,39427 nD	1,38801 nD
LIMÓN SUTIL	1,39184 nD	1,40242 nD
LIMÓN MEYER	1,38622 nD	1.38762 nD

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 10-4: Índice de refracción colorante natural obtenida materia prima fresca

ÍNDICE DE REFRACCIÓN		
COLORANTE NATURAL	SOLVENTES	
	ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	1,37813 nD	1,37725 nD
NARANJA	1,38050 nD	1,37541 nD
LIMÓN SUTIL	1,36270 nD	1,36640 nD
LIMÓN MEYER	1,37261 nD	1,36387 nD

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Los índices de refracción se reportaron los siguientes valores en la tabla 9-4 de la materia prima seca con etanol, dando un valor máximo de la naranja 1,39427 nD; y mínimo de limón meyer 1,38622 nD; sin embargo, con metanol se obtuvo un valor mayor de limón sutil 1,40242 nD; y menor en la mandarina 1.38643 nD. Mientras que los colorantes que fueron extraídos de materia prima fresca tabla 10-4 en etanol sus valores de índice de refracción son altos como es el caso de la naranja 1,38050 nD; teniendo en cuenta el valor más bajo 1,36270 nD correspondiente al limón sutil. Finalmente, en metanol se tiene un mayor porcentaje de la mandarina 1,37725 nD y menor en el limón meyer 1,36387 nD. Según Diaz (2019), los grados brix presentes en menor nD se debe a la deshidratación que sufre la muestras y se concentra más los solutos (azúcares), pectinas, polisacáridos etc.

4.2.5. Solubilidad

Tabla 11-4: Solubilidad colorante natural obtenida materia prima seca

SOLUBILIDAD						
COLORANTE NATURAL	ETANOL 96 %			METANOL 96 %		
	ACEITE VEGETAL	AGUA	ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL	ACEITE VEGETAL	AGUA	ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL
MANDARINA	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble
NARANJA	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble
LIMÓN SUTIL	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble
LIMÓN MEYER	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

Tabla 12-4: Solubilidad colorante natural obtenida materia prima fresca

SOLUBILIDAD						
COLORANTE NATURAL	ETANOL 96 %			METANOL 96 %		
	ACEITE VEGETAL	AGUA	ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL	ACEITE VEGETAL	AGUA	ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL
MANDARINA	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble
NARANJA	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble
LIMÓN SUTIL	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble
LIMÓN MEYER	Insoluble	Soluble	Soluble	Insoluble	Soluble	Soluble

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

De esta manera, como se puede observar en las tablas 11-4 – 12-4, los colorantes naturales obtenidos de materia prima fresca y seca, igualmente los solventes etanol y metanol de la cáscara de los frutos cítricos como: mandarina, naranja, limón sutil y limón meyer. Mostraron alta solubilidad en agua destilada, ácido acético glacial y no en aceite vegetal; cabe destacar que, aunque los compuestos carotenoides son considerados de carácter lipofílico, como los alfa y betacarotenos, las xantofilas son solubles en compuestos polares (Castro & Mendoza, 2021).

4.2.6. Humedad

Tabla 13-4: Humedad en la cáscara de frutos cítricos

RESIDUOS CÁSCARA	PORCENTAJE DE HUMEDAD
MANDARINA	66,615 %
NARANJA	67,763 %
LIMÓN SUTIL	67,646 %
LIMÓN MEYER	70,663 %

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

La determinación del porcentaje de humedad define el contenido de agua presente en las cáscaras de los residuos de los frutos cítricos, conociendo así el porcentaje de nutrientes presentes en cada materia prima; también, es un indicador de la estabilidad de los alimentos (Castro & Mendoza, 2021). El porcentaje de humedad de las materias primas se registra en la tabla 13-4, donde se obtuvo un resultado para la cáscara de mandarina de 66,615 %, naranja 67,763 %, limón sutil 67,646 % y limón meyer 70,663 %. Cabe mencionar, que el contenido de humedad se expresa generalmente como porcentaje, las cifras pueden variar entre 60-95% en los alimentos naturales (Amores, 2012).

4.2.7. Ceniza

Tabla 14-4: Cenizas en la cáscara de frutos cítricos

RESIDUOS CÁSCARA	PORCENTAJE DE CENIZAS
MANDARINA	1,140 %
NARANJA	1,103 %
LIMÓN SUTIL	1,401 %
LIMÓN MEYER	1,062 %

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

El contenido de cenizas totales de las materias primas se registra en la tabla 14-4, donde se observan resultados para la mandarina de 1,140 %; naranja 1,103 %; limón sutil 1,401 % y limón meyer 1,062 %. De esta forma, el contenido de cenizas es un indicador de la materia inorgánica que queda después de la calcinación de la materia orgánica, el contenido indicado puede variar dependiendo de la fuente del alimento y su valor puede verse afectado por la pérdida debido a la

volatilización, el hecho de que un porcentaje sea menor a 5% descarta la posibilidad de que se encuentre presente algún adulterante inorgánico en las materias primas (Castro & Mendoza, 2021).

4.3. Resultados de caracterización

4.3.1. Espectroscopia UV-Visible

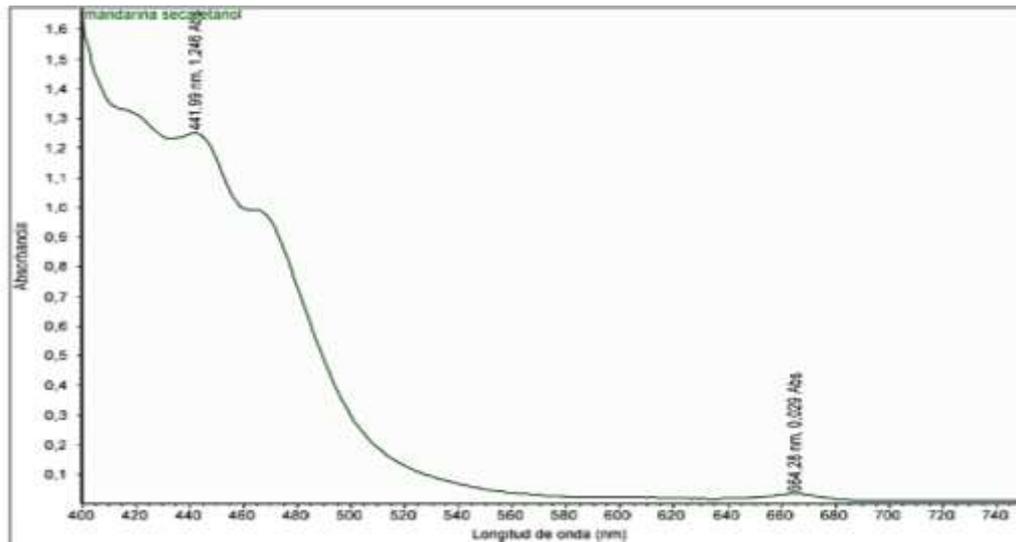


Ilustración 1-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de mandarina materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

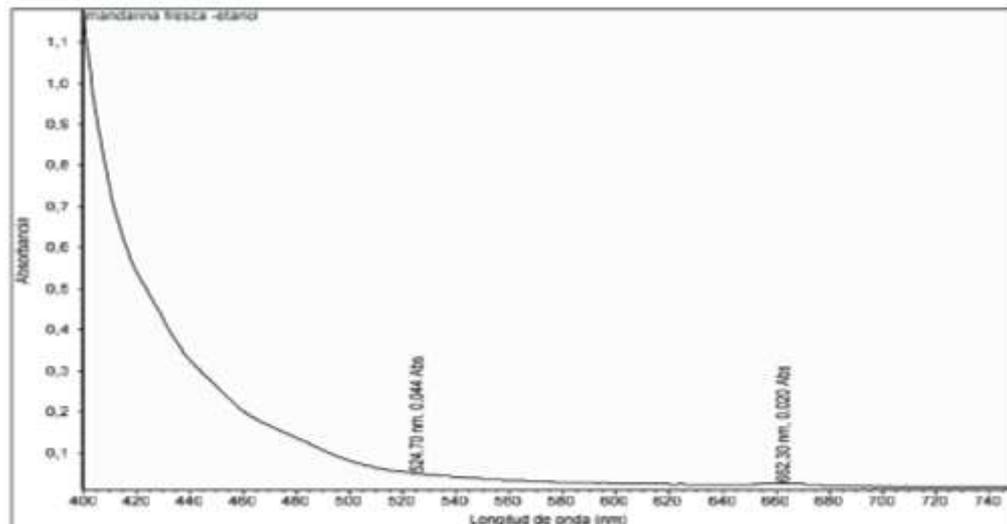


Ilustración 2-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de mandarina materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

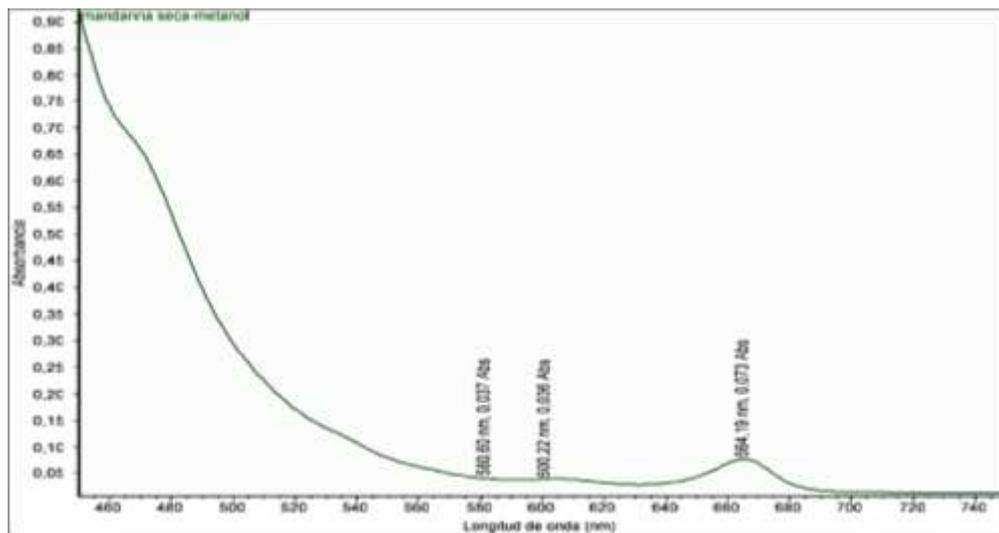


Ilustración 3-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de la mandarina seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

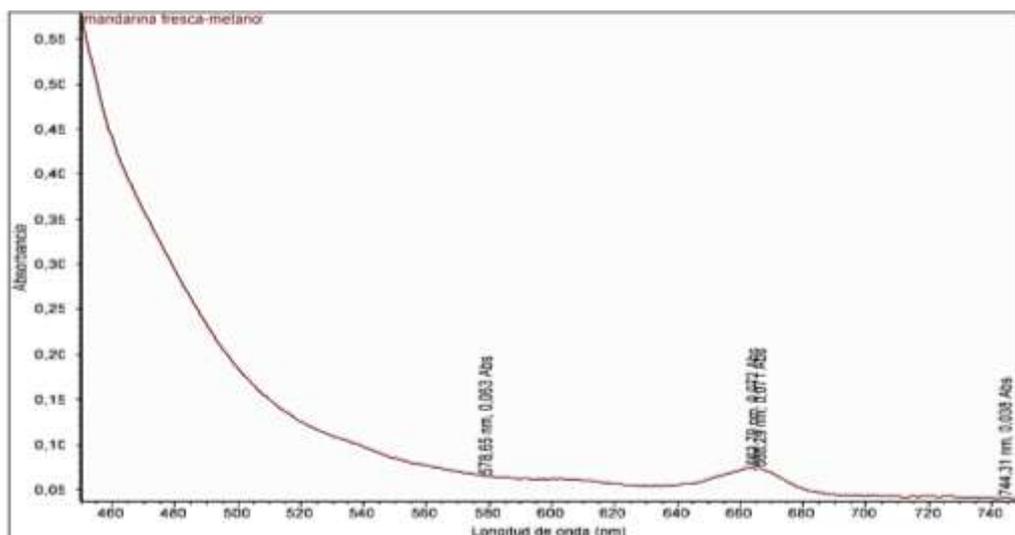


Ilustración 4-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de la mandarina fresca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

Como se muestran en las ilustraciones 1-4 – 2-4 – 3-4 – 4-4, las longitudes de onda del colorante de mandarina en etanol presentaron un máximo de absorción hacia los 441,99 nm el color absorbido es azul con materia prima seca, en 524,70 nm es verde amarillento su color absorbido en la materia prima fresca. En cambio, con metanol en 580,60 nm el color absorbido es naranja con materia prima seca y 578,65 nm amarillo en color absorbido con materia prima fresca.

De acuerdo con la bibliografía, el colorante con materia prima seca con solvente etanol analizado pertenece al grupo de los carotenoides por la longitud de onda obtenida que va desde 400-500 nm; en comparación a los demás. Asimismo, la cáscara de la mandarina cuando tiene buen estado de maduración abunda el carotenoide 9- cis – violaxantina y, β - criptoxantina (García, 2015, p 29-30).

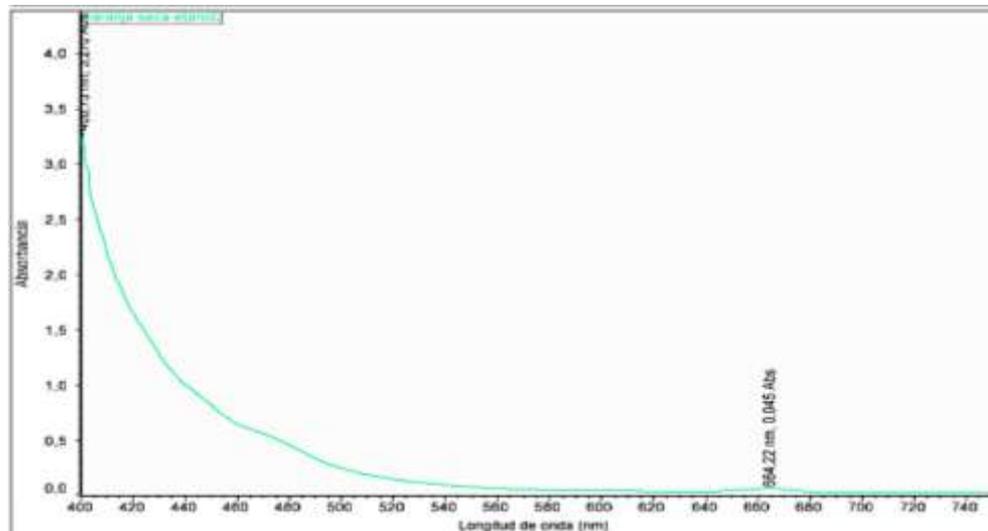


Ilustración 5-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

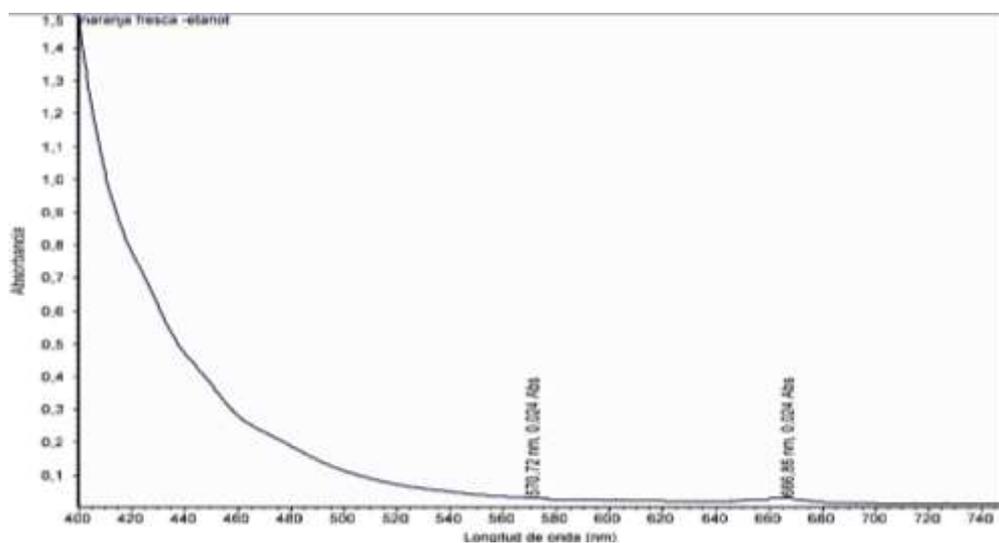


Ilustración 6-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

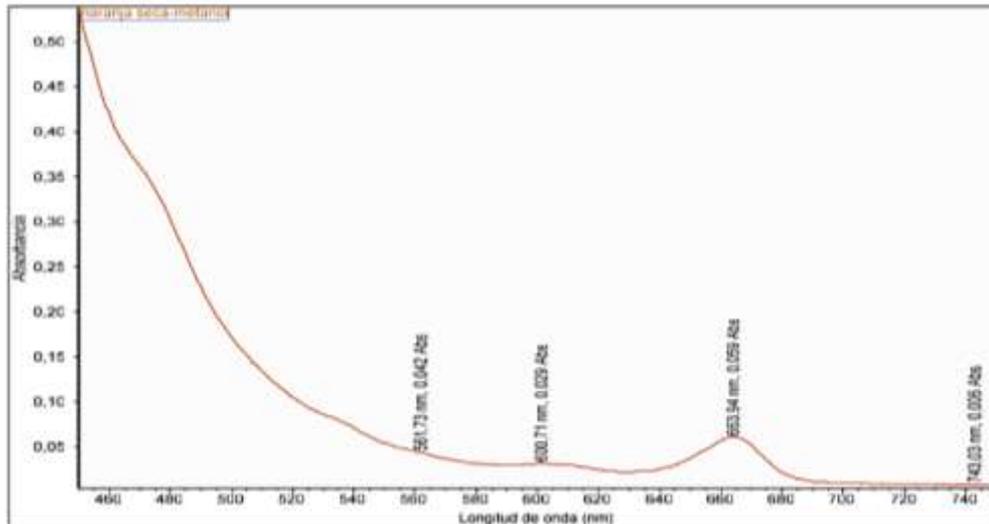


Ilustración 7-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Nauñay, J. 2022.

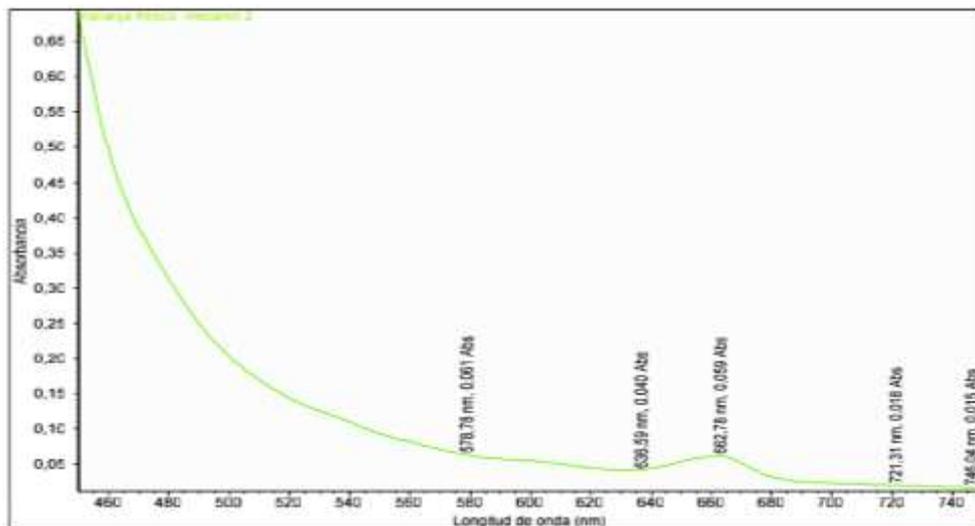


Ilustración 8-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de naranja materia prima fresca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Nauñay, J. 2022

Como se observan en las ilustraciones 5-4 – 6-4 – 7-4 – 8-4, las longitudes de onda del colorante de naranja en etanol presentaron un máximo de absorción hacia los 400,72 nm el color absorbido es violeta con materia prima seca, en 570,72 nm es amarillo su color absorbido en la materia prima fresca. Asimismo, con metanol en 561,73 nm el color absorbido es amarillo con materia prima seca y 578,78 nm amarillo en color absorbido con materia prima fresca. De esta manera, el colorante con materia prima seca con solvente etanol analizado pertenece al grupo de los carotenoides, por la longitud de onda obtenida que va desde 400-500 nm (García, 2015, p 29-30); en comparación con los colorantes anteriormente mencionados.

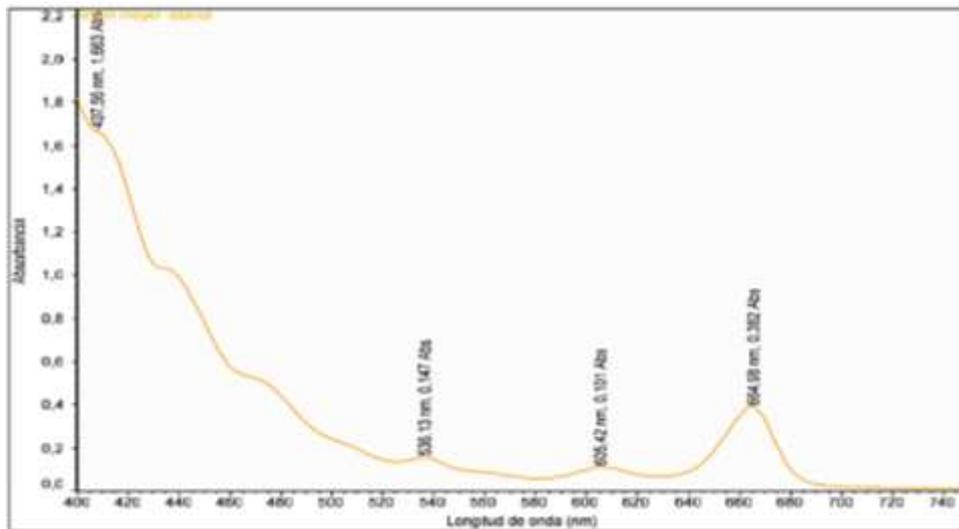


Ilustración 9-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

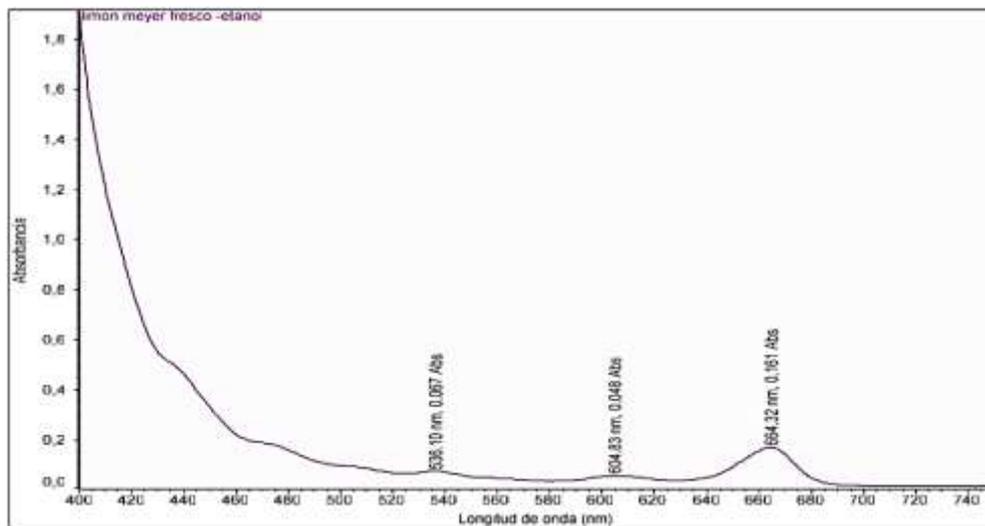


Ilustración 10-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

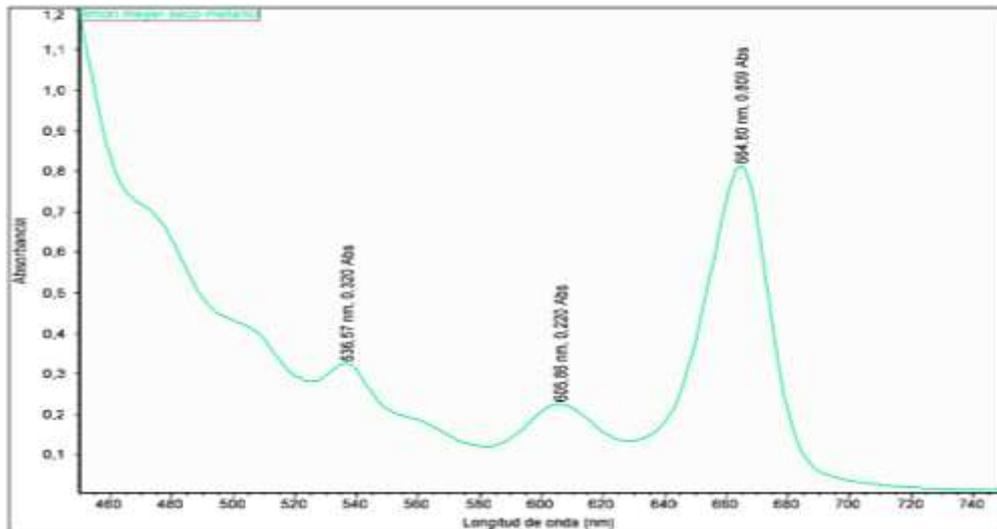


Ilustración 11-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

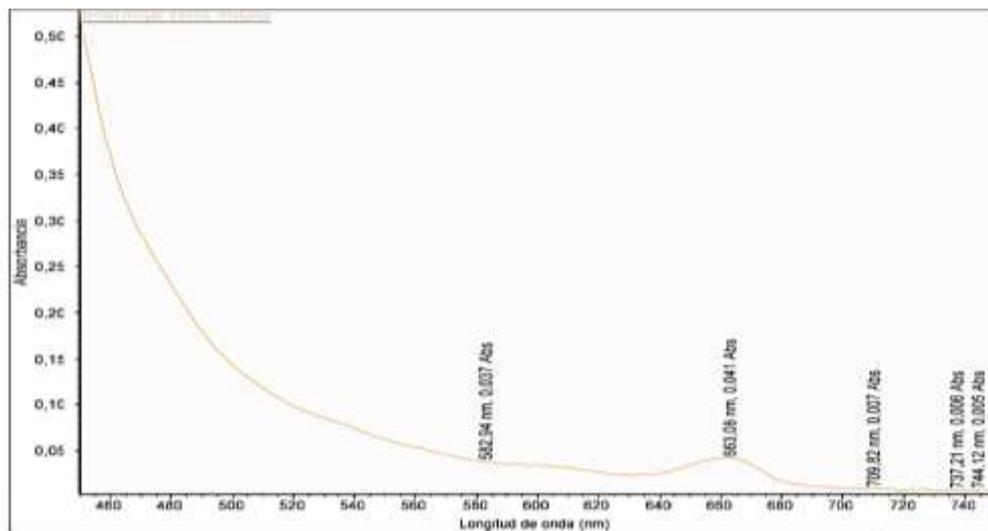


Ilustración 12-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

Como se exponen en las ilustraciones 9-4 – 10-4 – 11-4 – 12-4, las longitudes de onda del colorante de limón meyer presentaron un máximo de absorción de 407,56 nm, el color absorbido es violeta con materia prima seca, 536,10 nm con materia prima fresca el color absorbido observado es un color verde amarillento con su solvente etanol. Además, con metanol en 536,57 nm el color absorbido con materia prima seca da un color verde amarillento, 582,94 nm de la materia prima fresca dio un color naranja.

Según Palomar et al., (2017), realizó un trabajo de la determinación de constantes de equilibrio del ácido ascórbico en medio acuoso por polarimetría, donde se utilizó espectroscopia UV-Vis dando longitudes de ondas 436nm – 578nm donde está presente el ácido ascórbico. En los colorantes naturales obtenidos del limón meyer con materia prima seca, fresca en etanol y en metanol con materia prima seca se encuentra en el rango establecido ácido ascórbico.

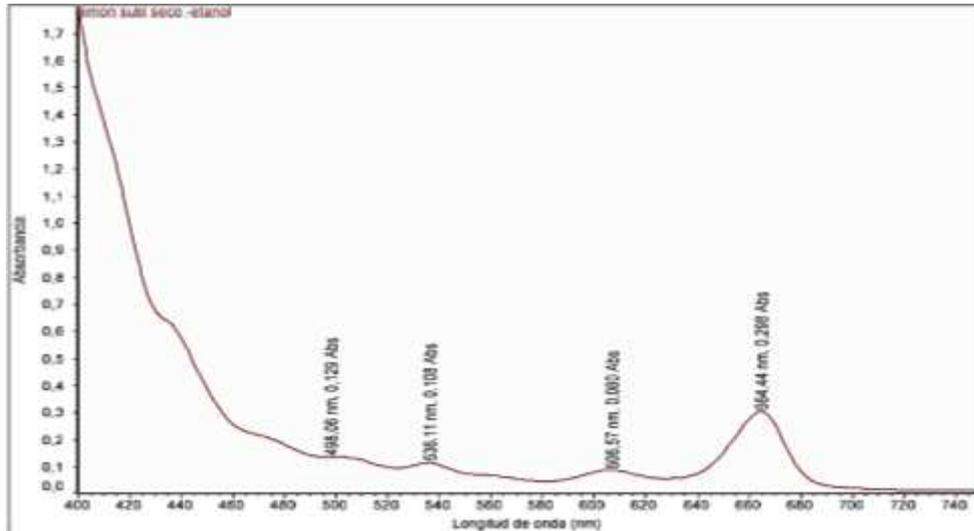


Ilustración 13-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de limón sutil materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

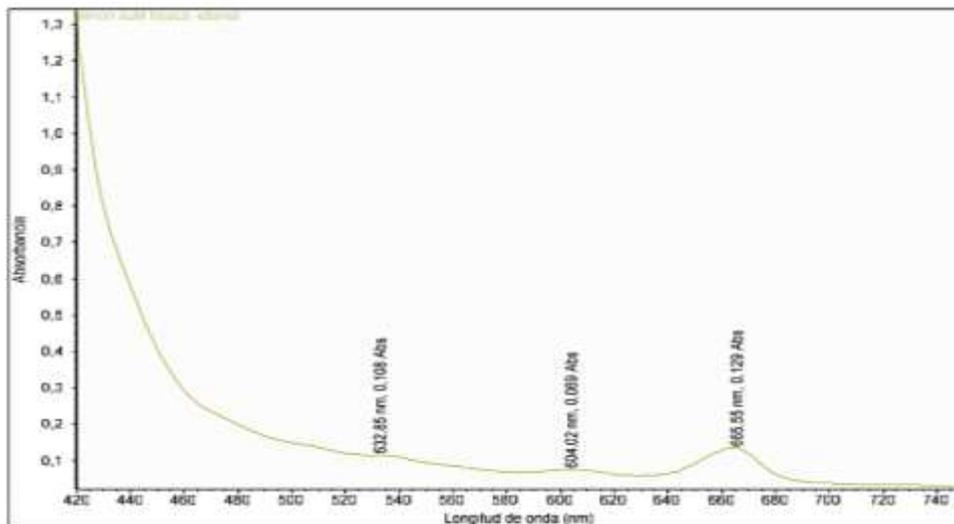


Ilustración 14-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

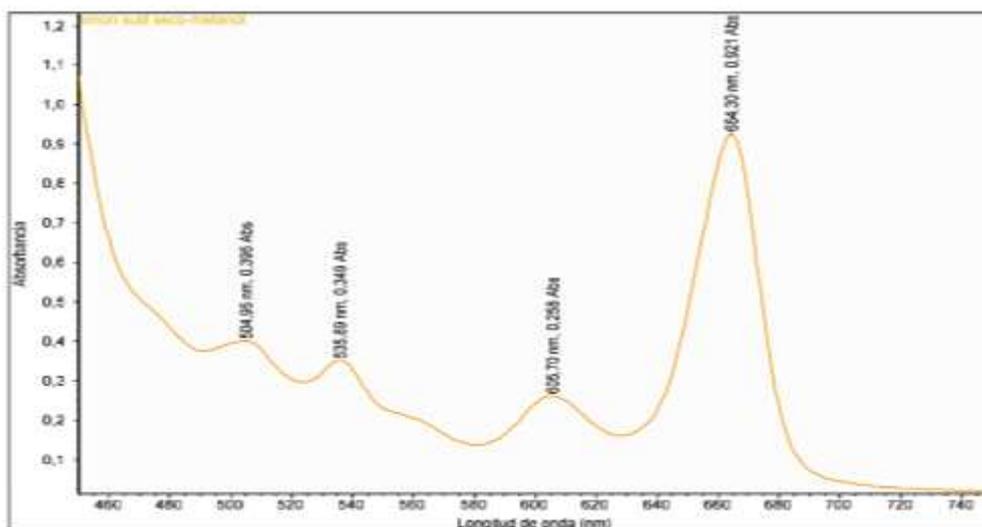


Ilustración 15-4: Espectro UV-Visible del colorante natural del limón sutil materia prima seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

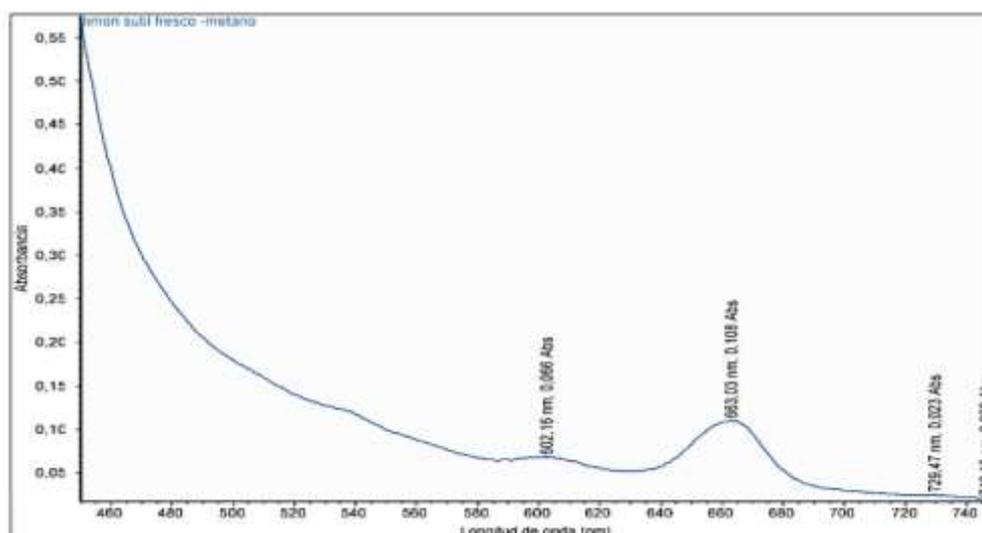


Ilustración 16-4: Espectro UV-Visible del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

Como se exponen en las ilustraciones 13-4 – 14-4 – 15-4 – 16-4, las longitudes de onda del colorante de limón sutil presentaron un máximo de absorción de 498,06 nm, el color absorbido es verde azulado con materia prima seca, 532,85 nm con materia prima fresca el color absorbido observado es un color verde amarillento con su solvente etanol. Igualmente, con metanol en 504,96 nm el color absorbido con materia prima seca da un color verde, 602,16 nm de la materia prima fresca dio un color naranja.

A través de revisión bibliografía, los colorantes de etanol materia prima fresca, seca y metanol con materia prima seca analizados mostraron la presencia del ácido ascórbico con la longitud de onda obtenida de 436nm – 578nm, en los colorantes naturales obtenidos del limón sutil.

4.3.2. Espectroscopia IR

Tabla 15-4: Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima seca en etanol al 96%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3347,82	35,2763	Hidroperóxido
2973,7	48,6254	Alifático
2888,84	58,9035	Alifático
1643,05	84,7546	Aminoácido
1380,78	79,2786	Terbutil
1083,8	68,9939	Fluorados alifáticos
1045,23	48,4015	Ácido sulfónico
879,381	81,7631	Vinilideno
663,393	86,2709	Cloruros de sulfonilo
539,971	82,8383	Bromo

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

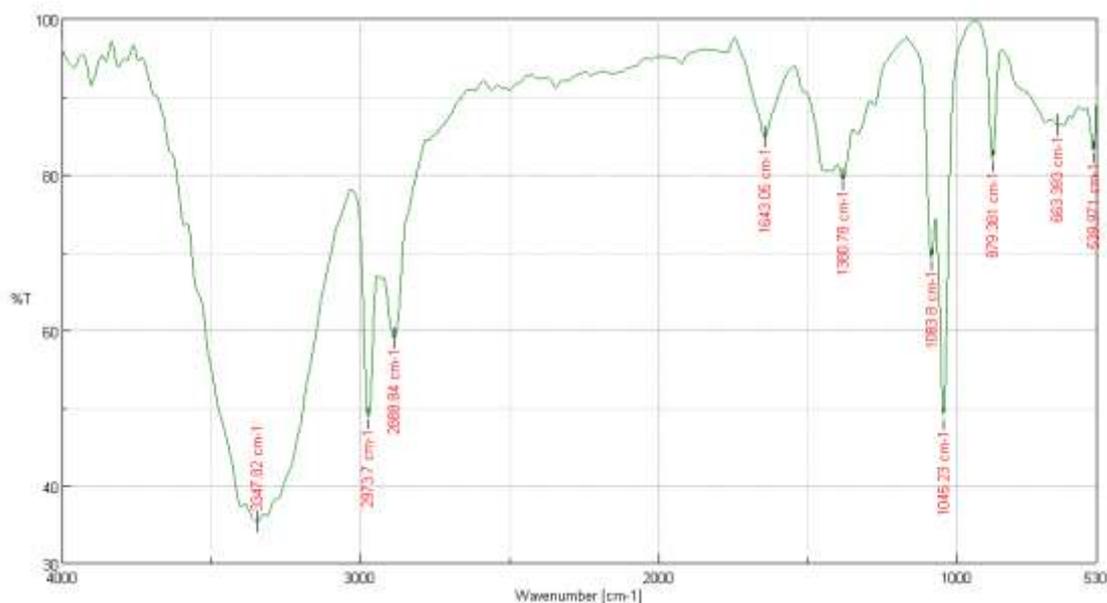


Ilustración 17-4: Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

Tabla 16-4: Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima fresca en etanol al 96%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3340,1	16,486	Amida secundaria
2981,41	64,1207	Alifático
2561	96,1689	Alquilmercaptanos
2152,17	93,7441	Tiocianatos
1639,2	66,6985	Amina secundaria
1515,78	89,4738	Triazina
1419,35	86,8701	Amida primaria
1045,23	77,4326	Ácido sulfónico
559,255	62,8785	Amida

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022

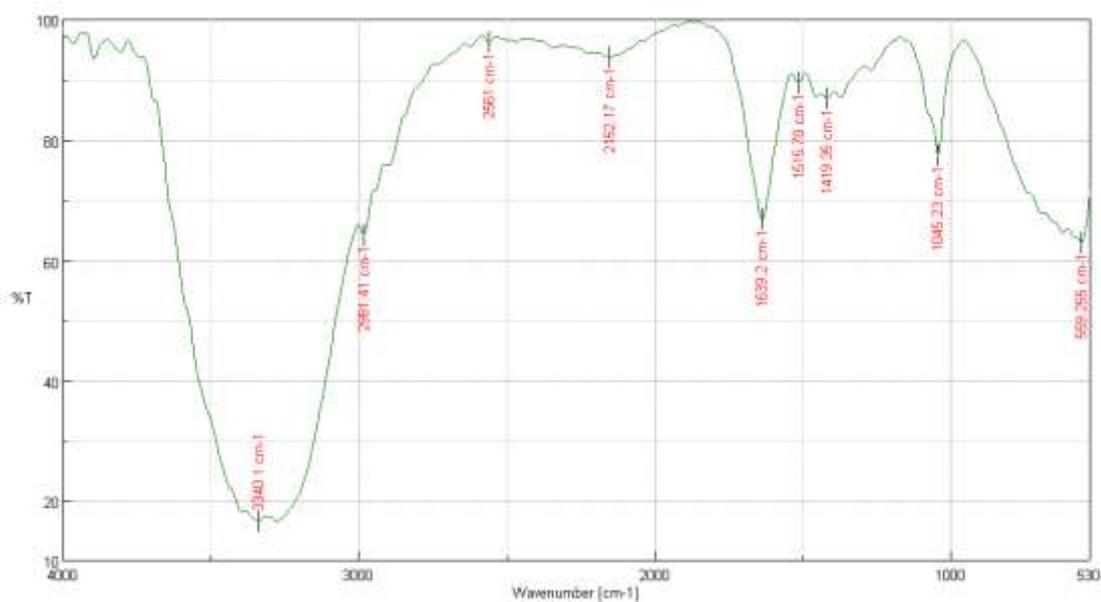


Ilustración 18-4: Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

Tabla 17-4: Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima seca en metanol al

98%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3340,1	39,211	Amida primaria
2973,7	47,9059	Alifático
2888,84	58,1311	Alifático
2526,29	91,7667	Fosfina
1924,61	94,8313	Anillo de benceno sustituido
1639,2	86,6197	Amida terciaria
1446,35	80,6044	Alifático
1380,78	79,2988	Alifático
1083,8	69,8252	Alcohol primario y terciario
1045,23	49,2346	Ácido sulfónico
879,381	81,2772	Vinilideno
640,251	86,4339	Fenol
593,968	86,3608	Ácido carboxílico

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

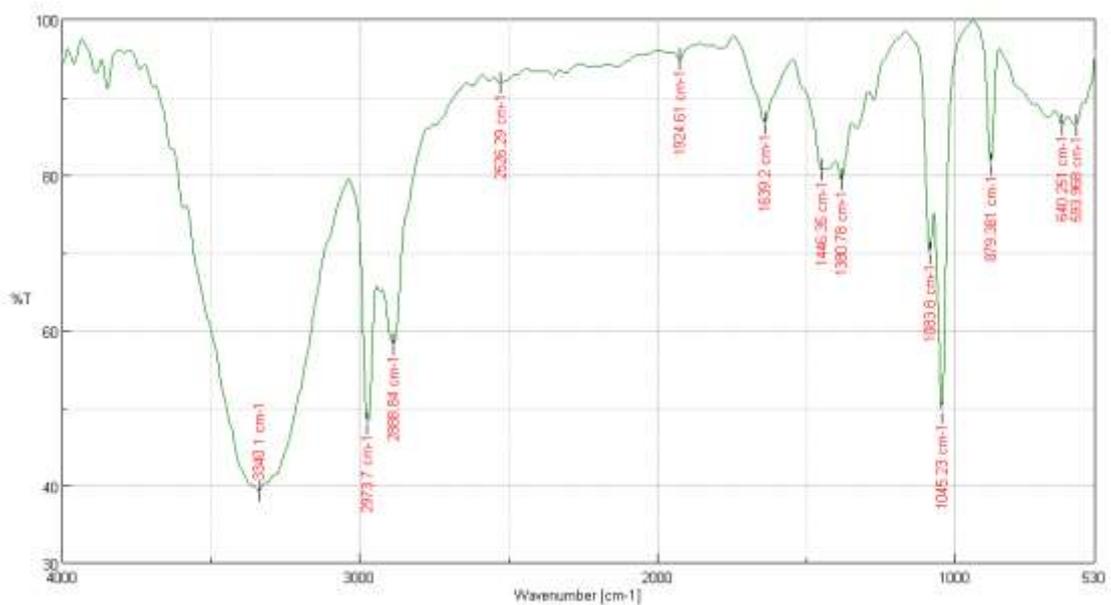


Ilustración 19-4: Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

Tabla 18-4: Espectroscopia IR colorante natural de mandarina materia prima fresca en metanol al 96%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3282.25	17,986	Acetileno
2981.41	62,6807	Alifático
2152.17	92,7034	Tiocianato
1639.2	67,8828	Alqueno
1515.78	88,8315	Triazina
1457.92	87,0218	Alifático
1045.23	77,6421	Ácido sulfónico
632.537	67,9903	Tiocianato
563.112	64,2828	Aldehído

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022

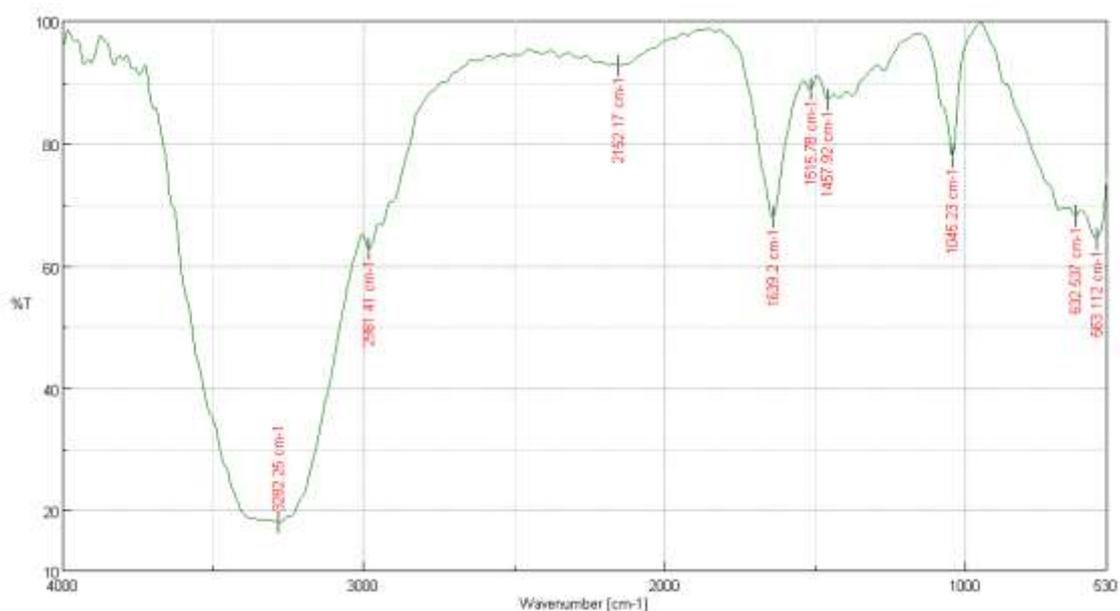


Ilustración 20-4: Espectro IR del colorante natural de mandarina materia prima fresca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

Como se detalla en las tablas 15-4 – 16-4 – 17-4 – 18-4 se puntualiza los compuestos presentes con su respectivo número de onda y porcentaje de transmitancia. En las ilustraciones 17-4 – 18-4 – 19-4 – 20-4, se puede observar los picos más distintivos que son analizados del colorante natural de mandarina con materia prima fresca, seca y solvente correspondiente a etanol y metanol.

Los espectros correspondientes a dos aceites de mandarina española e italiana, respectivamente. Según Carmona (2015), deduce que se identifica directamente el limoneno a (1645, 1155, 145, 890 cm⁻¹), γ -terpineno (1072, 1018, 948, 780 cm⁻¹), β -pineno (875, 855 cm⁻¹), p-cimeno (1513, 813 cm⁻¹), α -pineno 789 cm⁻¹ y N-metil antranilato de metilo (1690, 1608, 1581, 1260, 1242,

1174, 748, 702 cm^{-1}). En los mencionados espectros, la ampliación hasta 250 cm^{-1} no permite identificar más componentes que los visibles hasta 650 cm^{-1} , lo que es debido al enmascaramiento producido por los componentes mayoritarios, tales como limoneno y N-metil antranilato de metilo (Carmona, 2015).

Tabla 19-4: Espectroscopia IR, colorante natural de naranja materia prima seca en etanol al 96%

Wavenumber [cm^{-1}]	%T	Compuesto
3343,96	33,3884	Amida primaria
2973,7	46,1564	Alifáticos
2888,84	54,9049	Alifáticos
1643,05	83,1456	Oxinas
1380,78	77,2828	Alifáticos
1083,8	66,8371	Alcohol primario y secundario
1045,23	46,0731	Ácido sulfónico
879,381	82,0517	Vinilideno
659,536	86,2187	Cloruros de sulfonilo
547,685	87,6237	Amida

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

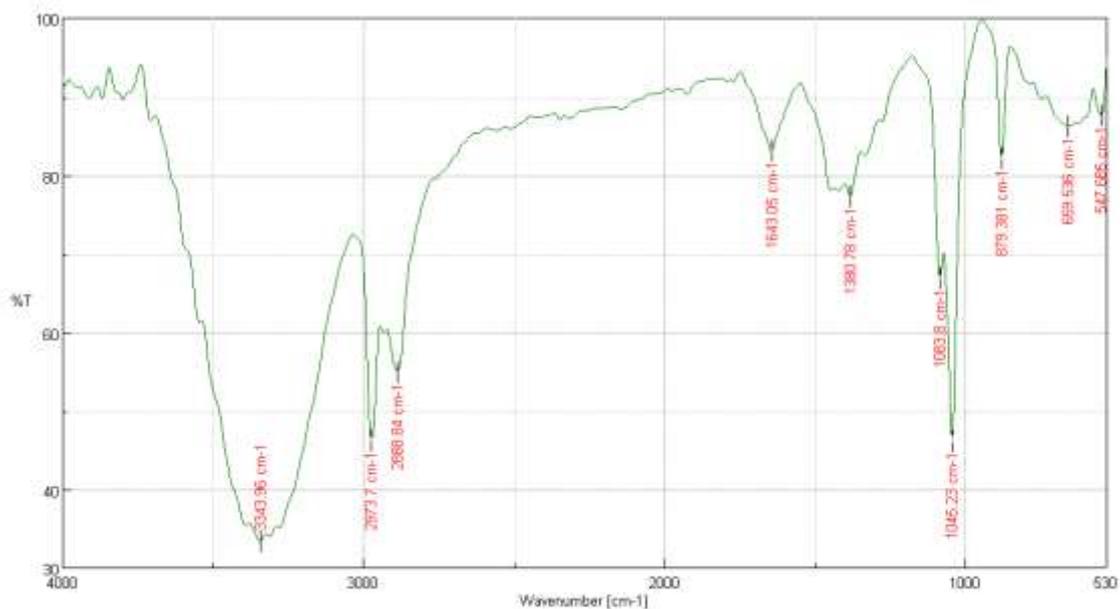


Ilustración 21-4: Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 20-4: Espectroscopia IR colorante natural de naranja materia prima fresca en etanol al 96%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3351,68	26,4227	Amida primaria
2973,7	54,341	Alifático
2892,7	66,8776	Alifático
2140,6	93,9947	Tiocianato
1646,91	77,3687	βlactonas
1384,64	82,4817	Terbutil
1083,8	75,3026	Éteres
1045,23	56,4247	Sulfoxido de alquilo
879,381	81,761	Vinilideno
590,111	71,5767	Ácido carboxílico

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

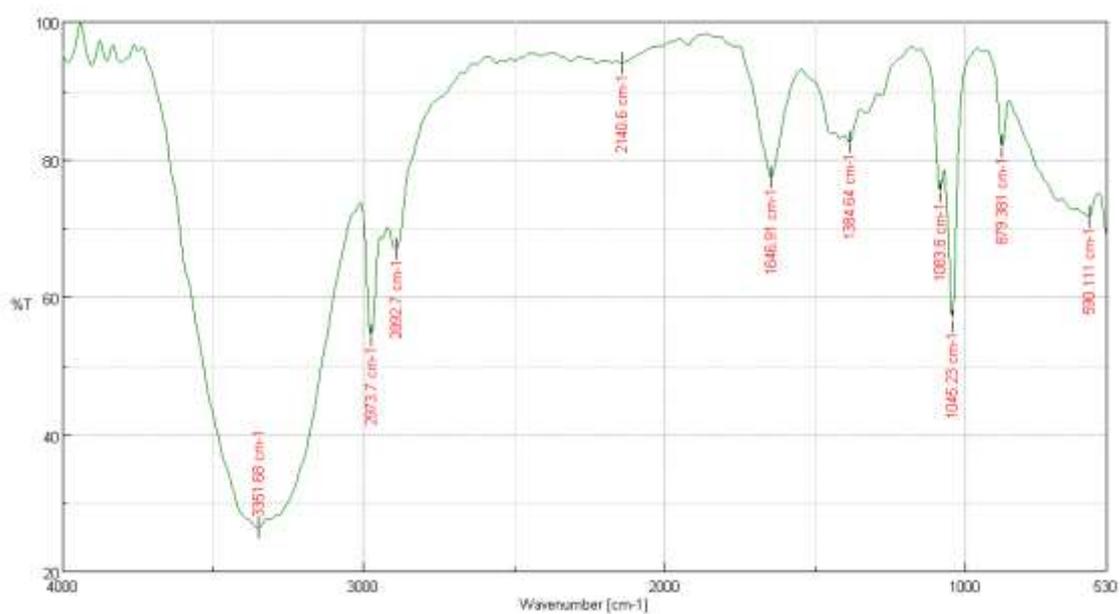


Ilustración 22-4: Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

Tabla 21-4: Espectroscopia IR colorante natural de naranja materia prima seca en metanol al

98%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3355,53	38,8307	Oximas
2973,7	46,9754	Alifático
2888,84	56,7036	Alifático
1646,91	88,9256	Oximas
1446,35	80,6439	Alifático
1380,78	79,4387	Terbutil
1083,8	68,745	Éter
1045,23	47,4798	Sulfaminas
879,381	81,8008	Vinilideno
640,251	86,2547	Vinilo
555,398	88,8228	Vinilo

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022

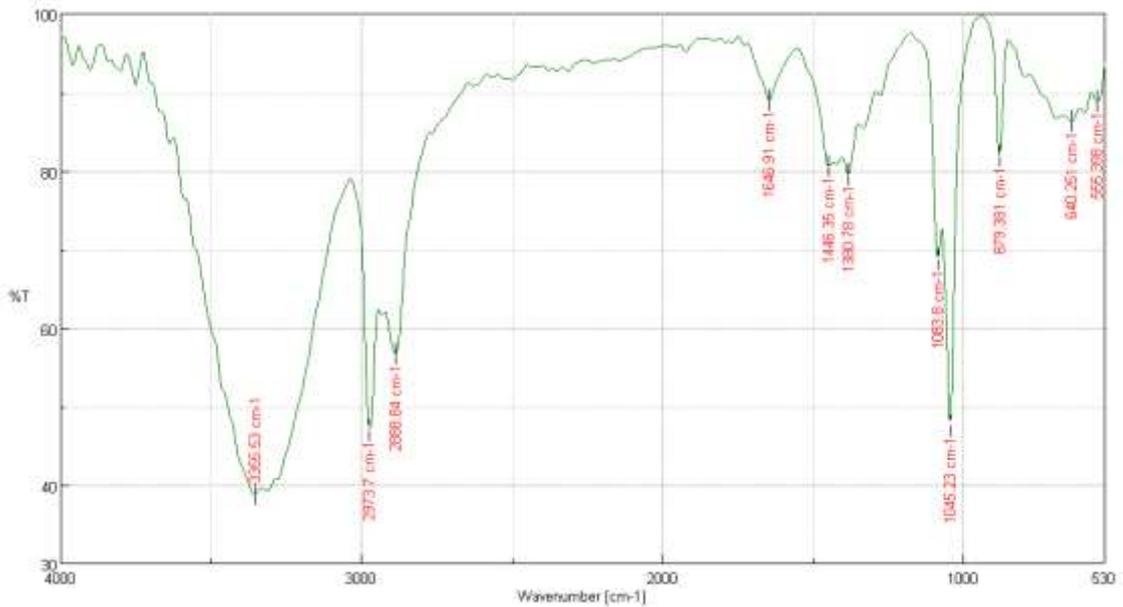


Ilustración 23-4: Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

Tabla 22-4: Espectroscopia IR, colorante natural de naranja materia prima fresca en metanol al 98%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3336,25	21,7973	Hidroperóxido
2977,55	60,8078	Alifático
2935,13	68,7059	Alifático
2495,44	95,4896	Aminoácido
2148,31	94,1724	Hidro haluro de amina
1646,91	72,5367	Oximas
1415,49	85,6305	Amida primaria
1083,8	82,583	Éter
1045,23	67,1525	Ácido sulfónico
875,524	83,6955	Vinilideno
586,254	66,3459	Sulfuros
543,828	64,8761	Amidas

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

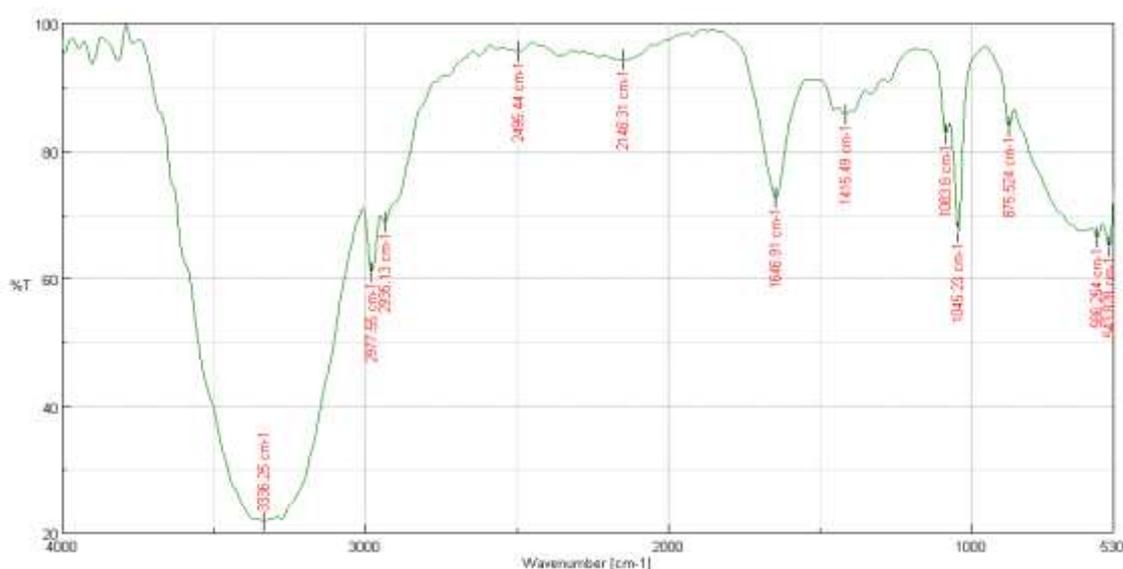


Ilustración 24-4: Espectro IR del colorante natural de naranja materia prima fresca en metanol al 98%.

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

Como se muestran en las tablas 19-4 – 20-4 – 21-4 – 22-4, se detalla los compuestos presentes con su número de onda y % de transmitancia. En las ilustraciones 21-4 – 22-4 – 23-4 – 24-4, se observan los picos más representativos que son analizados del colorante natural de naranja con materia prima fresca, seca y solvente correspondiente a etanol y metanol.

Según Carmona (2015), al 5 % del aceite de naranja sin fraccionar, son visibles bandas más intensas como las del n-octanal y n-decanal a 1730 cm⁻¹, ésteres 1740 cm⁻¹, citral 1680 cm⁻¹ y flavonas 1515 - 835 cm⁻¹. La banda a 1515 cm⁻¹ ha sido atribuida al p-cimeno. Sin embargo,

generalmente esta banda es originada por las flavonas, compuestos también con núcleo aromático, que presentan una absorción en la misma frecuencia (Carmona, 2015).

Tabla 23-4: Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima seca en etanol al 96%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3343,96	32,4064	Aminas aromáticas, primarias y amidas
2973,7	47,2547	Alifático
2892,7	57,2828	Alifático
2352,73	87,7239	Fosfinas
1646,91	81,4756	Amida secundaria
1384,64	79,6479	Cloruros de sulfonilo
1083,8	72,3179	Éter
1045,23	52,5909	Ácido sulfónico
879,381	84,6743	Vinilideno
597,825	85,0311	Ácido carboxílico

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

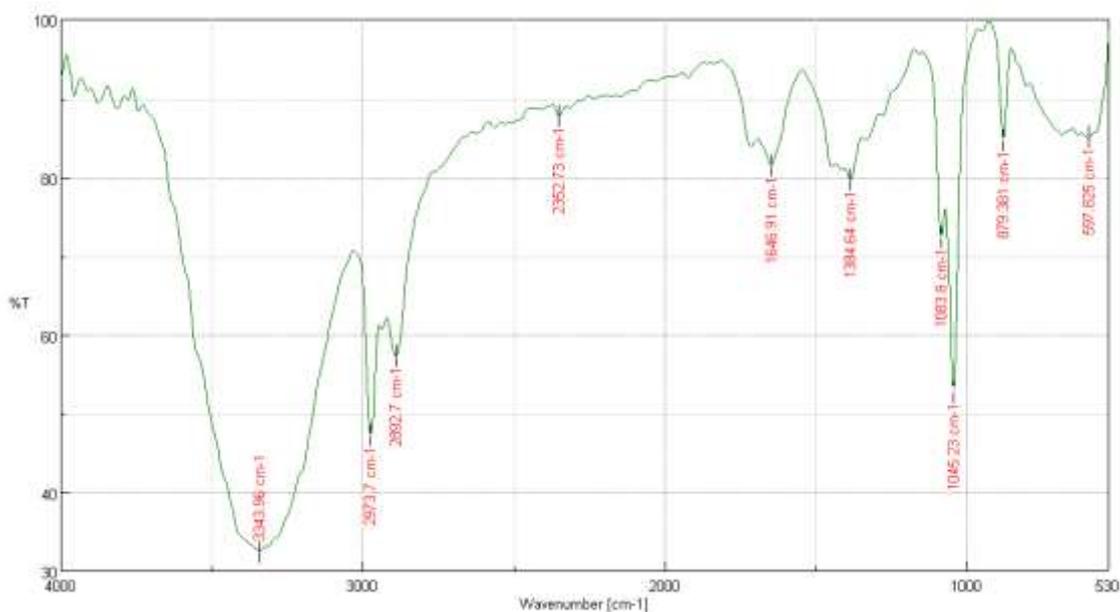


Ilustración 25-4: Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

Tabla 24-4: Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima fresca en etanol al 96%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3274,54	16,4691	Alcohol y fenol
2981,41	62,9263	Alifático
2148,31	92,5255	Tiocianatos
1643,05	68,9946	Oximas
1454,06	89,0367	Azoxi
1045,23	81,5302	Ácido sulfónico
586,254	63,3965	Alquino
536,114	65,0793	Amida

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

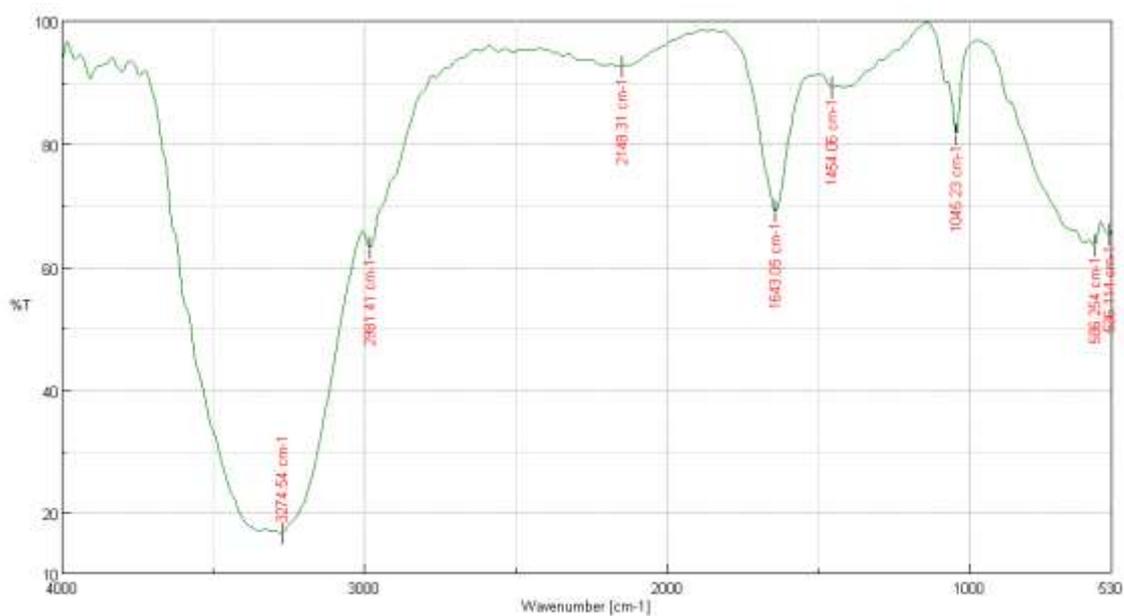


Ilustración 26-4: Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

Tabla 25-4: Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima seca en metanol al 98%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3351,68	34,1972	Aminas aromáticas, primarias y amidas
2973,7	51,0242	Alifático
2892,7	60,704	Alifático
1716,34	82,9526	Cetona
1643,05	82,2496	Amida primaria
1384,64	80,9596	Terbutil
1079,94	71,8492	Éter
1045,23	53,0627	Sulfóxidos de alquilo
879,381	82,8841	Vinilideno
617,109	78,1662	Fenol
547,685	76,1969	Amida

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

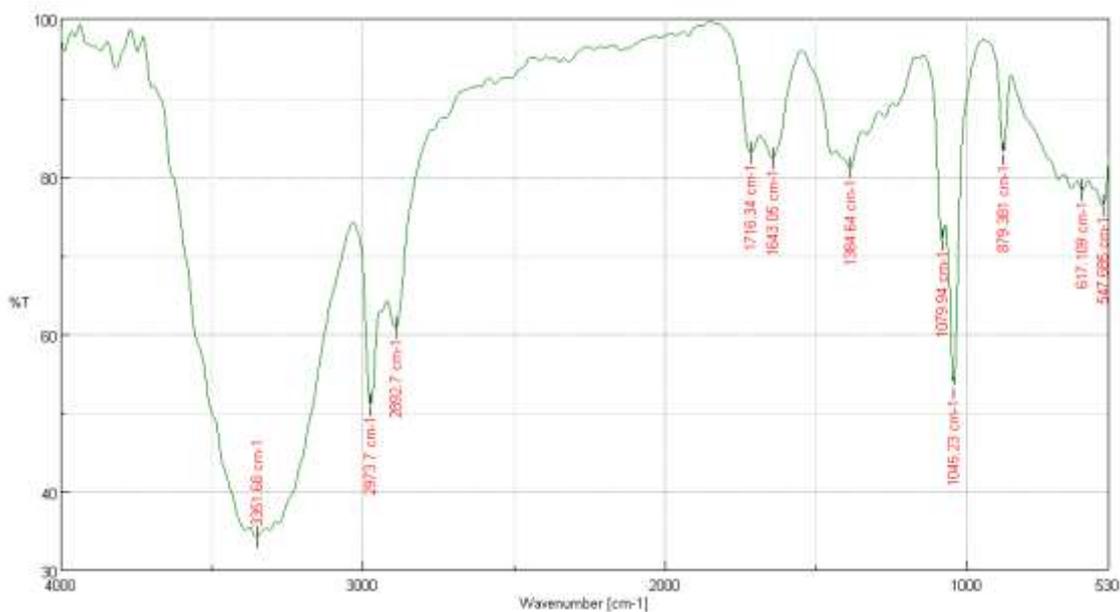


Ilustración 27-4: Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

Tabla 26-4: Espectroscopia IR colorante natural de limón sutil materia prima fresca en metanol al 98%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3309,25	19,078	Acetilenos
2977,55	62,0308	Alifático
2345,02	94,9184	Hidrohalida de amina
2144,46	93,9056	Tiocianato
1643,05	71,09	Amida primaria
1454,06	87,7834	Alifático
1079,94	87,1119	Éter alifático
1045,23	73,5451	Ácido sulfónico
875,524	85,8101	Vinilideno
640,251	66,849	Aldehído
563,112	65,6078	Cloruros de sulfonilo

Realizado por: Estrada, N.; Nauñay, J. 2022

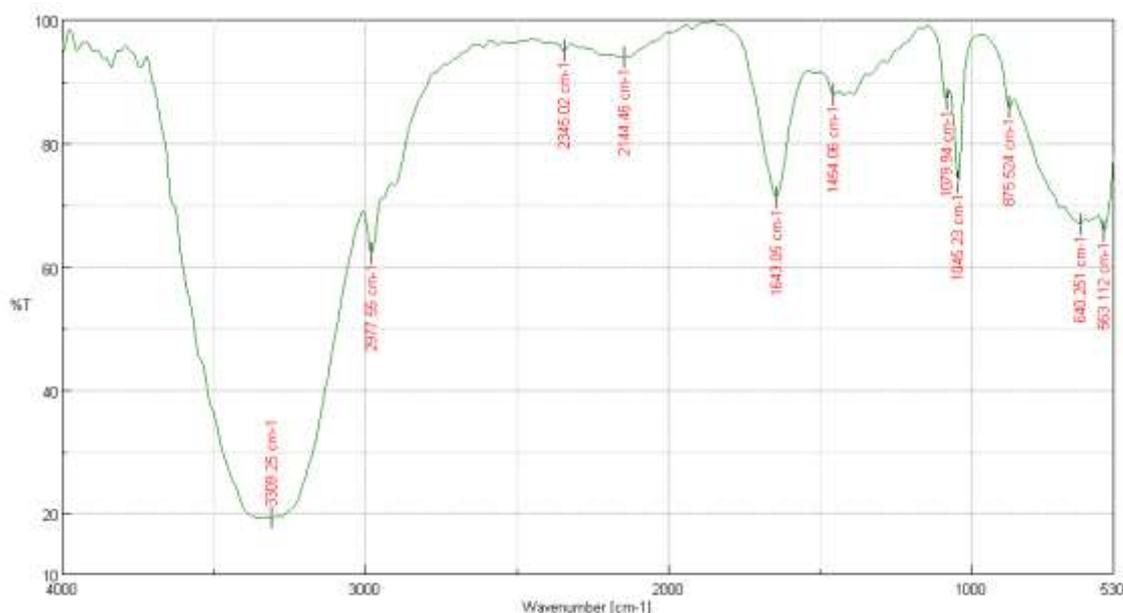


Ilustración 28-4: Espectro IR del colorante natural de limón sutil materia prima fresca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Nauñay, J. 2022

Como se observa en las tablas 23-4 – 24-4 – 25-4 – 26-4, se especifica los compuestos presentes con su número de onda y % de transmitancia. En los gráficos 25-4 – 26-4 – 27-4 – 28-4, se contempla los picos más específicos que son analizados del colorante natural de limón sutil con materia prima fresca, seca y su solvente correspondiente a etanol y metanol.

Según Piura (2011), los espectros obtenidos presentan al limoneno en el aceite esencial pone en manifiesto la intensidad por las bandas del doble enlace terminal (=CH₂) a 1645 cm⁻¹ y 890 cm⁻¹. En 1645 cm⁻¹ es la banda característica que corresponde al estiramiento de C=C. Otras bandas

como 1309, 1217, 955 y 913 cm^{-1} corresponden a los dobles enlaces del limoneno. Mientras que a 875 y 855 cm^{-1} absorbe el β -pineno. En 1050 cm^{-1} la banda corresponde a vibraciones de tensión de C-O. Las bandas a 949 y 780 cm^{-1} corresponden al compuesto γ -terpineno (γ (=C-H) en dobles enlaces trisustituidos. Las bandas observadas tienen una similitud con lo observado en el espectro IR del Limoneno estándar (Piura, 2011).

Tabla 27-4: Espectroscopia IR colorante natural de limón meyer materia prima seca en etanol al 96%

Wavenumber [cm^{-1}]	%T	Compuesto
3343,96	32,7207	Aminas aromáticas, primarias y amidas
2973,7	49,0943	Alifático
2888,84	60,6745	Alifático
2341,16	93,5626	Hidrohalida de amina
1650,77	87,5902	Oxima
1384,64	80,633	Terbutil
1083,8	68,3803	Alcohol secundario y terciario
1045,23	46,9178	Sulfóxidos de alquilo
879,381	81,1677	Vinilideno
632,537	82,0074	Tiocianato
555,398	84,5187	Vinilo

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

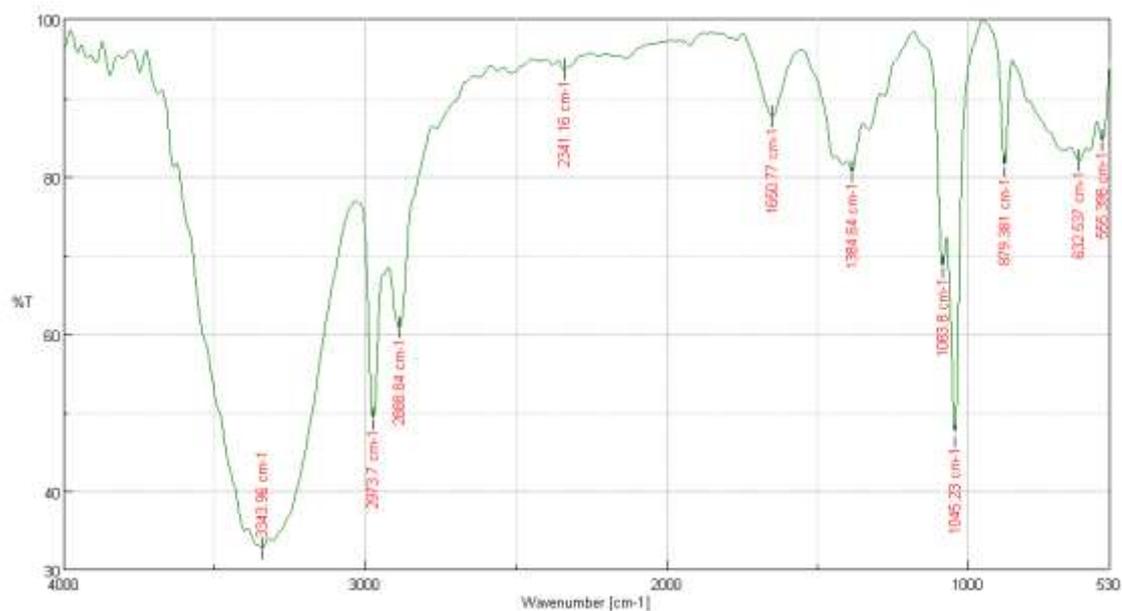


Ilustración 29-4: Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima seca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

Tabla 28-4: Espectroscopia IR, colorante natural de limón meyer materia prima fresca en etanol al 96%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3343,96	18,9241	Aminas aromáticas, primarias y amidas
2977,55	61,1392	Alifático
2148,31	93,1418	Tiocianato
1643,05	71,1148	Oxima
1419,35	88,1837	Amida primaria
1045,23	75,0394	Sulfóxidos de alquilo
875,524	88,4312	Vinilideno
620,966	68,4749	Alcohol
559,255	65,5075	Aminoácido

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022

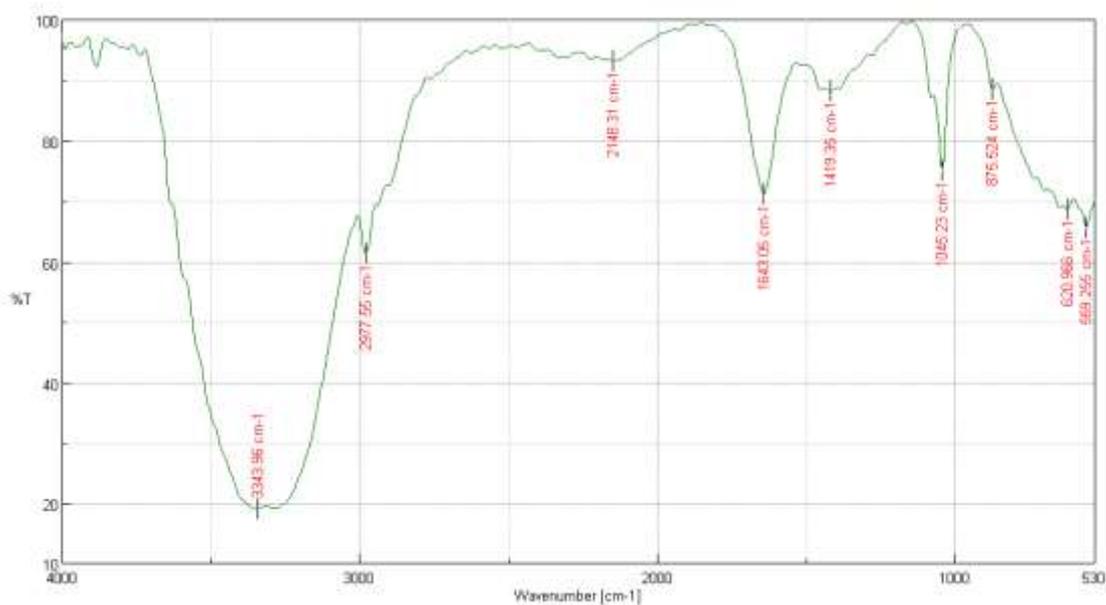


Ilustración 30-4: Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en etanol al 96%

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022

Tabla 29-4: Espectroscopia IR colorante natural de limón meyer materia prima seca en metanol al 98%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3313,11	35,1264	Alcohol y fenol
2973,7	45,2094	Alifático
2888,84	56,1842	Alifático
1646,91	86,7106	Carbonilo
1384,64	78,4898	Terbutil
1083,8	67,8119	Alcohol secundario y terciario
1045,23	46,1718	Sulfóxidos de alquilo
879,381	81,1361	Vinilideno
651,822	86,5347	Alcohol
601,682	85,4322	Sulfona
547,685	86,9661	Ácido carboxílico

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

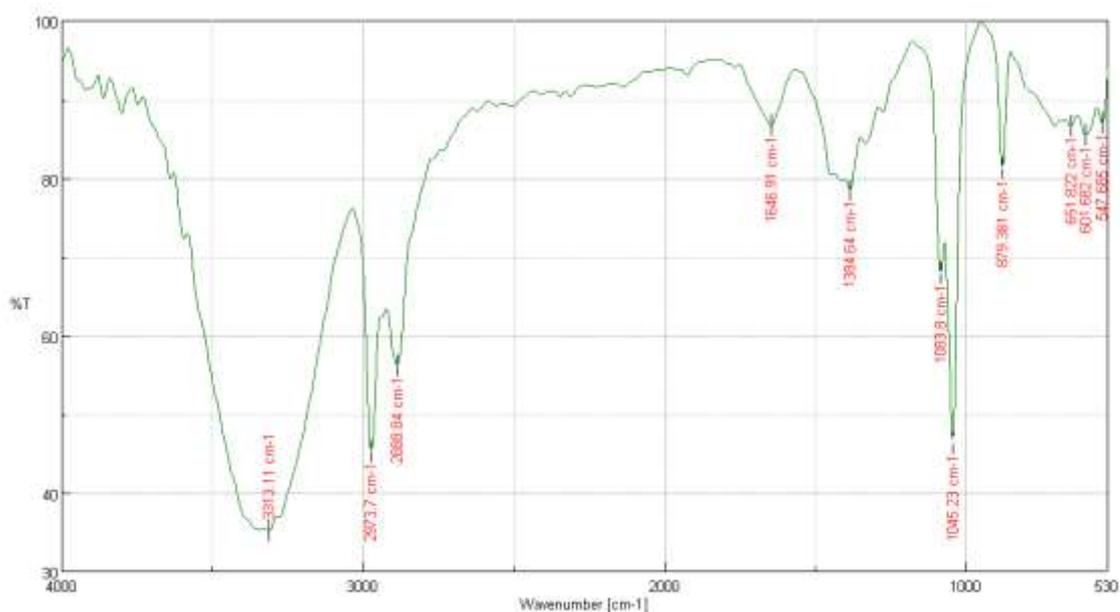


Ilustración 31-4: Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima seca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 30-4: Espectroscopia IR colorante natural de limón meyer materia prima

fresca en metanol al 98%

Wavenumber [cm ⁻¹]	%T	Compuesto
3343,96	18,9241	Aminas aromáticas, primarias y amidas
2977,55	61,1392	Alifático
2148,31	93,1418	Tiocianato
1643,05	71,1148	Amida primaria
1419,35	88,1837	Amida primaria
1045,23	75,0394	Sulfóxidos de alquilo
875,524	88,4312	Vinilideno
620,966	68,4749	Cetona
559,255	65,5075	Cetona

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

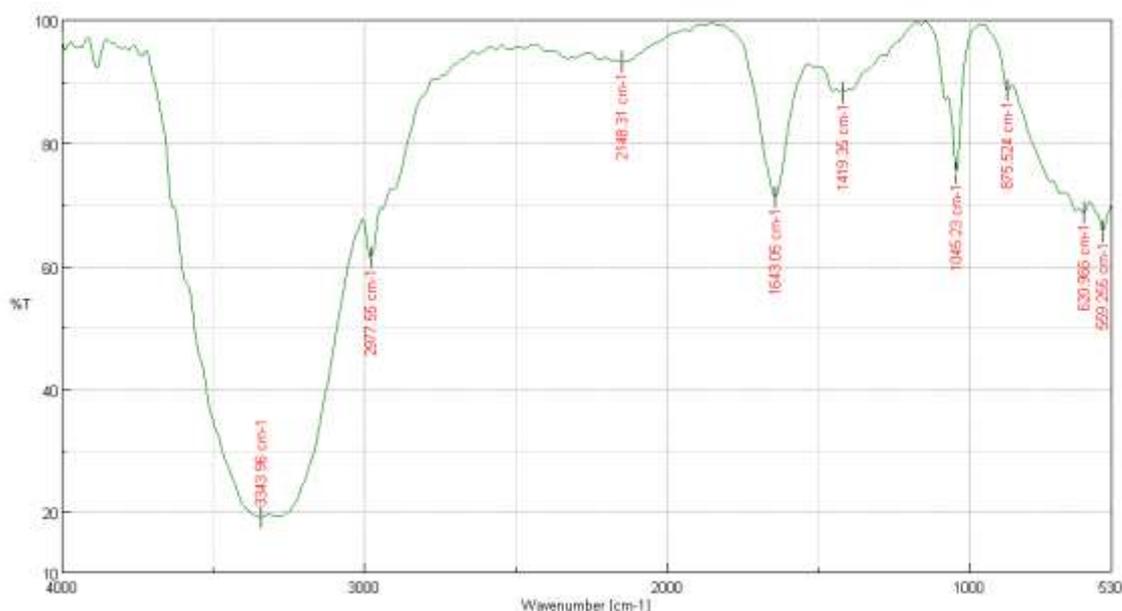


Ilustración 32-4: Espectro IR del colorante natural de limón meyer materia prima fresca en metanol al 98%

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Como se ilustra en las tablas 27-4 – 28-4 – 29-4 – 30-4, se explica los compuestos presentes con su número de onda y porcentaje de transmitancia. En las ilustraciones 29-4 – 30-4 – 31-4 – 32-4, se examina los picos más determinados que son analizados del colorante natural de limón meyer con materia prima fresca, seca y solvente correspondiente a etanol y metanol.

Recientemente Carmona (2015), ha estudiado en la región 4000-250 cm⁻¹. El espectro de aceite esencial de limón meyer e identificó bandas correspondientes al limoneno que se manifestó del doble enlace terminal =CH₂ a 1645 cm⁻¹ y 890 cm⁻¹. En la última región absorbe también el β-pineno a 875 y 855 cm⁻¹. Las bandas a 984 cm⁻¹, 780 cm⁻¹ corresponde al γ-terpineno (γ, (=C-H) en dobles enlaces trisustituidos. Dado el carácter aromático del p-cimeno, es fácilmente

detectable por sus bandas a 1513, 815 y 720 cm^{-1} . Por último, se puede identificar el sabineno por su banda a 865 cm^{-1} este componente se encuentra en el aceite esencial de limón meyer en proporciones muy pequeñas (menos del 1 %) (Carmona, 2015).

4.4. Resultados pruebas de calidad

4.4.1. Solidez a la luz

Tabla 31-4: Diseño de experimento para evaluar la prueba de calidad solidez a la luz, del colorante natural obtenida con materia prima seca

SOLIDEZ A LUZ			
COLORANTE NATURAL	REPLICAS	SOLVENTES	
		ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	I	2	3
	II	3	2
	III	2	3
NARANJA	I	2	3
	II	3	2
	III	2	3
LIMÓN SUTIL	I	1	2
	II	2	1
	III	1	2
LIMÓN MEYER	I	1	2
	II	3	1
	III	2	3

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 32-4: Diseño de experimento para evaluar la prueba de calidad solidez a la luz, del colorante natural obtenida con materia prima fresca

SOLIDEZ A LA LUZ			
COLORANTE NATURAL	REPLICAS	SOLVENTES	
		ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	I	1	2
	II	2	1
	III	1	2
NARANJA	I	2	1
	II	1	2
	III	2	1
LIMÓN SUTIL	I	1	2
	II	2	1
	III	1	2
LIMÓN MEYER	I	2	1
	II	1	2
	III	2	1

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Como se observa en la tabla 31-4 y 32-4 se realizó las pruebas de solidez a la luz, Según Luis et al., (2013) es la resistencia del tejido al cambio de color como resultado de su exposición a la luz del sol o una fuente de luz artificial en un periodo de 10 a 15 días. Mediante esta prueba se registra el desvanecimiento del color de la tela cuando se expone a la luz.

El comportamiento observado en las telas de algodón tinturadas con los distintos colorantes naturales obtenidos de la cáscara de frutos cítricos como: naranja, mandarina, limón meyer y limón sutil de materia prima fresca y seca, los cuales se trabajaron con dos solventes. Presento buenos resultados como una mayor impregnación en las telas; con cáscaras de materia prima seca con metanol como se observa en el Anexo I. En cambio, en la ilustración 33-4 existe una mayor degradación de color en comparación de los colorantes naturales obtenidos.



Ilustración 33-4: Colorante sintético, prueba de calidad solidez a la luz

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022

Tabla 33-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez a la luz”
de materia prima seca

**ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ DE LUZ” DE
MATERIA PRIMA SECA**

Variable dependiente: Datos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,625 ^a	7	,661	1,321	,303
Intersección	108,375	1	108,375	216,750	,000
Cáscaras	4,125	3	1,375	2,750	,077
Solvente	,375	1	,375	,750	,399
Cáscaras *	,125	3	,042	,083	,968
Solvente					
Error	8,000	16	,500		
Total	121,000	24			
Total, corregida	12,625	23			

a. R cuadrado = ,366 (R cuadrado-correctado = ,089)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez de luz” de los colorantes naturales extraídos de materia prima seca, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: no rechazar H_0 por lo que se puede afirmar que no existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, mientras que, para el tipo de cascara utilizado se rechaza la H_0 es decir existe un efecto significativo de esta en la calidad, por otro lado la combinación de los factores no es significativa.

Tabla 34-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez a la luz”
de materia prima fresca

**ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ DE LUZ” DE
MATERIA PRIMA FRESCA**

Variable dependiente: Datos2

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,667 ^a	7	,095	,286	,950
Intersección	54,000	1	54,000	162,000	,000
Cáscaras	,000	3	,000	,000	1,000
Solvente	,000	1	,000	,000	1,000
Cáscaras * Solvente	,667	3	,222	,667	,585
Error	5,333	16	,333		
Total	60,000	24			
Total, corregida	6,000	23			

a. R cuadrado = ,111 (R cuadrado-correctado = -,278)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez de luz” de los colorantes naturales extraídos de materia prima fresca, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: no rechazar H_0 por lo que se puede afirmar que no existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, de igual forma, para el tipo de cascara utilizado no se rechaza la H_0 es decir no existe un efecto significativo de esta en la calidad, también la combinación de los factores no es significativa.

4.4.2. Solidez al frote

Tabla 35-4: Diseño de experimento para evaluar la prueba de calidad solidez al frote del colorante natural obtenida con materia prima seca

SOLIDEZ AL FROTE					
COLORANTE NATURAL	REPLICAS	SOLVENTES			
		ETANOL 96 %		METANOL 98 %	
		Tela de Algodón seca	Tela de Algodón húmeda	Tela de Algodón seca	Tela de Algodón húmeda
MANDARINA	I	4	4	5	4
	II	5	4	4	4
	III	4	4	5	4
NARANJA	I	5	3	4	3
	II	5	4	3	3
	III	5	3	4	3
LIMÓN SUTIL	I	5	4	3	4
	II	4	4	4	4
	III	5	4	3	4
LIMÓN MEYER	I	5	4	4	3
	II	5	4	3	3
	III	4	5	4	3

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

Tabla 36-4: Diseño de experimento para la prueba de calidad solidez al frote del colorante natural obtenida con materia prima fresca

SOLIDEZ AL FROTE					
COLORANTE NATURAL	REPLICAS	SOLVENTES			
		ETANOL 96 %		METANOL 98 %	
		Tela de Algodón seca	Tela de Algodón húmeda	Tela de Algodón seca	Tela de Algodón húmeda
MANDARINA	I	5	5	5	5
	II	5	5	5	4
	III	5	5	5	5
NARANJA	I	5	5	5	4
	II	5	5	5	5
	III	5	5	5	4
LIMÓN SUTIL	I	5	5	5	5
	II	5	5	5	5
	III	5	5	5	5
LIMÓN MEYER	I	5	5	5	5
	II	5	5	5	5
	III	5	5	5	5

Realizado por: Estrada, N.; Ñauñay, J. 2022.

El resultado de la prueba de resistencia al frote de las telas de algodón teñidas con el colorante natural obtenidos de la cáscara de frutos cítricos como: naranja, mandarina, limón sutil y limón meyer, como se puede observar en los Anexos K-L. Fue satisfactorio puesto que no se presente ningún cambio de color en el frote en seco y se dio un cambio insignificante al frote en húmedo, esto significa que, de acuerdo con la evaluación, la resistencia del color es aceptable dentro de los estándares de calidad (Caymayo, 2017, p.104). En la ilustración 34-4 existe mayor desprendimiento de color con el frote con tela húmeda, según la tabla 2-3 de evaluación de prueba al frote es de grado uno y con frote con tela seca su grado fue cinco con su valoración manchado insignificante.



Ilustración 34-4: Colorante sintético, prueba de calidad solidez al frote

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

Tabla 37-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote” de materia prima seca en tela de algodón seca

ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ AL FROTE” DE MATERIA PRIMA SECA EN TELA DE ALGODÓN SECA.

Variable dependiente: Algodón Seca

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7,833 ^a	7	1,119	3,837	,012
Intersección	433,500	1	433,500	1486,286	,000
Cáscaras	,833	3	,278	,952	,439
Solvente	4,167	1	4,167	14,286	,002
Cáscaras * Solvente	2,833	3	,944	3,238	,050
Error	4,667	16	,292		
Total	446,000	24			
Total, corregida	12,500	23			

a. R cuadrado = ,627 (R cuadrado-corregida = ,463)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez al frote” de los colorantes naturales extraídos de materia prima seca realizados en tela de algodón seca, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: rechazar H_0 por lo que se puede afirmar que existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, mientras que, para el tipo de cascara utilizado no se rechaza la H_0 es decir no existe un efecto significativo de esta en la calidad, por otro lado la combinación de los factores es significativa por lo cual se puede afirmar que la cascara y solvente influyeron en las pruebas de calidad realizadas.

Tabla 38-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote” de materia prima seca en tela de algodón húmeda

ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ AL FROTE” DE MATERIA PRIMA SECA EN TELA DE ALGODÓN HÚMEDA.

Variable dependiente: Algodón Húmeda

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	5,625 ^a	7	,804	9,643	,000
Intersección	330,042	1	330,042	3960,500	,000
Cáscaras	2,792	3	,931	11,167	,000
Solvente	1,042	1	1,042	12,500	,003
Cáscaras * Solvente	1,792	3	,597	7,167	,003
Error	1,333	16	,083		
Total	337,000	24			
Total, corregida	6,958	23			

a. R cuadrado = ,808 (R cuadrado-correcta = ,725)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Ñaúñay, J. 2022.

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez al frote” de los colorantes naturales extraídos de materia prima seca realizados en tela de algodón húmeda, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: rechazar H_0 es decir se puede afirmar que existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, así como también, para el tipo de cascara utilizado se rechaza la H_0 es decir existe un efecto significativo de esta en la calidad, por otro lado la combinación de los factores es significativa por lo cual se puede afirmar que la cascara y solvente influyeron en las pruebas de calidad realizadas.

Tabla 39-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote”

de materia prima fresca en tela de algodón seca

**ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ AL FROTE” DE
MATERIA PRIMA FRESCA EN TELA DE ALGODÓN SECA.**

Variable dependiente: AlgodonSeca2

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,000 ^a	7	,000	.	.
Intersección	600,000	1	600,000	.	.
Cáscaras	,000	3	,000	1	0,4182
Solvente	,000	1	,000	1	0,3322
Cáscaras * Solvente	,000	3	,000	1	0,4182
Error	,000	16	,000		
Total	600,000	24			
Total, corregida	,000	23			

a. R cuadrado =. (R cuadrado-correctado =.)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022.

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez al frote” de los colorantes naturales extraídos de materia fresca realizados en tela de algodón seca, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: no rechazar H_0 es decir se puede afirmar que no existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, así como también, para el tipo de cascara utilizado no se rechaza la H_0 es decir no existe un efecto significativo de esta en la calidad, por otro lado la combinación de los factores no es significativa debido a que no existe variabilidad en la calidad.

Tabla 40-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al frote”
de materia prima fresca en tela de algodón húmeda

**ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ AL FROTE” DE
MATERIA PRIMA FRESCA EN TELA DE ALGODÓN HÚMEDA.**

Variable dependiente: AlgodonHumedo2

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,292 ^a	7	,185	2,214	,089
Intersección	570,375	1	570,375	6844,500	,000
Cáscaras	,458	3	,153	1,833	,182
Solvente	,375	1	,375	4,500	,050
Cáscaras * Solvente	,458	3	,153	1,833	,182
Error	1,333	16	,083		
Total	573,000	24			
Total, corregida	2,625	23			

a. R cuadrado = ,492 (R cuadrado-correcta = ,270)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez al frote” de los colorantes naturales extraídos de materia fresca realizados en tela de algodón húmeda, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: rechazar H_0 es decir se puede afirmar que existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, sin embargo, para el tipo de cascara utilizado no se rechaza la H_0 es decir no existe un efecto significativo de esta en la calidad, mientras que la combinación de estas no es significativo.

4.4.3. Solidez al lavado

Tabla 41-4: Diseño de experimento para la prueba de calidad solidez al lavado del colorante natural obtenida con materia prima seca

SOLIDEZ AL LAVADO			
COLORANTE NATURAL	REPLICAS	SOLVENTES	
		ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	I	1	2
	II	2	1
	III	1	2
NARANJA	I	2	2
	II	2	2
	III	2	2
LIMÓN SUTIL	I	3	1
	II	2	1
	III	3	1
LIMÓN MEYER	I	3	2
	II	2	3
	III	3	2

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

Tabla 42-4: Diseño de experimentos para la prueba de calidad solidez al lavado del colorante natural obtenida con materia prima fresca

SOLIDEZ AL LAVADO			
COLORANTE NATURAL	REPLICAS	SOLVENTES	
		ETANOL 96 %	METANOL 98 %
MANDARINA	I	3	3
	II	3	2
	III	3	3
NARANJA	I	4	4
	II	3	3
	III	4	4
LIMON SUTIL	I	1	1
	II	1	1
	III	1	1
LIMON MEYER	I	2	4
	II	1	3
	III	2	4

Realizado por: Estrada, N.; Nãuñay, J. 2022.

Según Caymayo (2017), realizo una investigación acerca de la Determinación de colorantes naturales textiles de la parroquia Tarqui. Donde el resultado de la prueba al lavado de la tela teñida fue satisfactorio en los Anexos M-N se puede observar el mismo, puesto que no se presentó ningún cambio de color cuando se realizó la comparación con la escala de color, por lo tanto, la composición es la misma, es decir, que no hay variación en el porcentaje de composición, esto significa que de acuerdo con la evaluación la resistencia del color es aceptable dentro de los estándares de calidad. En comparación con la ilustración 35-4, de acuerdo con la tabla 3-3 es mínimo siendo de grado tres, ya que se observa un cambio de color.



Ilustración 35-4: Colorante sintético, prueba de calidad solidez al lavado

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

Tabla 43-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al lavado” de materia prima seca

ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ AL LAVADO” DE MATERIA PRIMA SECA.

Variable dependiente: Datos5

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	7,625 ^a	7	1,089	5,229	,003
Intersección	92,042	1	92,042	441,800	,000
Cáscaras	3,125	3	1,042	5,000	,012
Solvente	1,042	1	1,042	5,000	,040
Cáscaras * Solvente	3,458	3	1,153	5,533	,008
Error	3,333	16	,208		
Total	103,000	24			
Total, corregida	10,958	23			

a. R cuadrado = ,696 (R cuadrado-corregida = ,563)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez al lavado” de los colorantes naturales extraídos de materia prima seca, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: rechazar H_0 por lo que se puede afirmar que existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, de igual forma, para el tipo de cascara utilizado se rechaza la H_0 es decir existe un efecto significativo de esta en la calidad, también la combinación de los factores es significativa es decir que tanto el solvente como el tipo de cascara influye en la calidad de los colorantes naturales.

Tabla 44-4: Tabla ANOVA con tres factores prueba de calidad “Solidez al lavado”

de materia prima fresca

**ANOVA DE PRUEBA DE CALIDAD “SOLIDEZ AL LAVADO” DE
MATERIA PRIMA FRESCA.**

Variable dependiente: Datos6

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	28,625 ^a	7	4,089	19,629	,000
Intersección	155,042	1	155,042	744,200	,000
Cáscaras	22,458	3	7,486	35,933	,000
Solvente	1,042	1	1,042	5,000	,040
Cáscaras * Solvente	5,125	3	1,708	8,200	,002
Error	3,333	16	,208		
Total	187,000	24			
Total, corregida	31,958	23			

a. R cuadrado = ,896 (R cuadrado-correcto = ,850)

Fuente: Software SPSS.

Realizado por: Estrada, N.; Ñañañay, J. 2022

En la tabla ANOVA realizada a las pruebas de calidad “Solidez al lavado” de los colorantes naturales extraídos de materia prima fresca, con un nivel de confianza del 95% se puede afirmar que existe suficiente evidencia estadística para: rechazar H_0 por lo que se puede afirmar que existe un efecto significativo del solvente en la calidad de los colorantes naturales, de igual forma, para el tipo de cascara utilizado se rechaza la H_0 es decir existe un efecto significativo de esta en la calidad, también la combinación de los factores es significativa es decir que tanto el solvente como el tipo de cascara influye en la calidad de los colorantes naturales.

CONCLUSIONES

- Se realizó el proceso de extracción sólido-líquido y destilación al vacío con rotación. Donde se obtuvo mejor rendimiento de 66,01% total en etanol al 96% con materia prima seca, asimismo 65,45% total en metanol al 98% con materia prima fresca.
- En los análisis físicoquímicos, la mayor densidad presente en los colorantes obtenidos es: 1,08g/mL correspondiente al limón sutil con su materia prima seca con etanol al 96% al igual de 1,02g/mL en metanol al 98%. En cambio, con materia prima fresca 1,22g/mL etanol al 96% y 1,10g/mL metanol 98% del colorante natural obtenido de naranja. El pH del colorante natural de mandarina en materia prima seca es de 5,26 en etanol 96% y 5,74 en metanol 98% siendo el mayor en comparación al resto de colorantes. Además, el pH en materia prima fresca del limón meyer es de 4,92 etanol 96% y 4,62 metanol 98% siendo significativamente mayor a los demás colorantes. Por otra parte, los grados Brix en materia prima seca, 37,09% en el colorante de naranja con etanol al 96% y metanol al 98% el colorante limón sutil es de 41,31% siendo los porcentajes más significativos. Con materia prima fresca el colorante de naranja con etanol al 96% se obtuvo un porcentaje de 29,64% y en metanol al 98% de 27,81% en el colorante de mandarina estando en un mayor porcentaje. En el índice de refracción con materia prima seca del colorante natural obtenido de naranja es de 1,39427nD en etanol 96% y 1,38801nD en metanol 98%. Sin embargo, con materia prima fresca el colorante de naranja 1,38050nD en etanol 96% y 1,37725nD metanol 98% en el colorante de mandarina. Obteniendo un nD mayor a los demás colorantes. Además, los colorantes naturales obtenidos como: naranja, mandarina, limón meyer - limón sutil tanto con materia prima fresca, seca y con sus solventes etanol 96%, metanol 98%. Mostraron alta solubilidad en agua destilada, ácido acético glacial e insolubilidad en aceite vegetal. El porcentaje de humedad de los residuos de la cáscara de mandarina es 66,615 %, naranja 67,763 %, limón sutil 67,646 % y limón meyer 70,663 %. Posteriormente, el contenido de cenizas totales de las materias primas se registraron resultados para la mandarina de 1,140 %, naranja 1,103 %, limón sutil 1,401 % y limón meyer 1,062 %.
- Se caracterizó mediante espectroscopia UV-Vis, la presencia de grupos carotenoides en una longitud de onda absorbida de 441,99 nm del colorante de mandarina y en el colorante de naranja una longitud de onda 400,72nm con materia prima seca en etanol 96%. De esta manera se encuentra en el rango 400-500nm presente los grupos carotenoides. El colorante natural del limón sutil en materia prima seca con etanol 96% da una longitud de onda de 498,06nm, 532,85 nm en metanol 98% y con materia prima fresca con etanol al 96% una longitud de onda 504,96 nm. El colorante del limón meyer en materia prima seca con metanol 98% se obtuvo una longitud de onda de 536,10 nm y con materia prima fresca con etanol al 96% de 536,57 nm. De esta manera en el colorante natural del limón meyer y limón sutil existe el ácido ascórbico

en el rango de longitud de onda 436nm – 578nm. En la caracterización IR de los colorantes naturales como: mandarina, naranja, limón meyer- limón sutil en materia prima fresca, seca y con sus solventes etanol 96% y metanol 98% se encuentra presente el grupo funcional alifático. Con la revisión bibliográfica en aceites esenciales los grupos funcionales como: el p-cimeno presente en mandarina, naranja y limón meyer. En cambio, en el aceite esencial de mandarina y limón su grupo funcional presente es el β -pineno.

- Se evaluó mediante el diseño experimental bifactorial con el software SPSS un análisis de varianza ANOVA a cada una de las diferentes pruebas de calidad realizadas a un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el solvente utilizado influye en la mayoría de las pruebas de calidad, salvo algunas excepciones debido a que no existe variabilidad suficiente causado por una calidad similar, de igual forma en calidades similares se logró determinar que se atribuye su diferencia a la cáscara utilizada para cada colorante natural; por lo tanto se concluye que el solvente, la cáscara utilizada y la combinación de estas influye mayormente en la calidad de los colorantes naturales.

RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos según el solvente, gramos a utilizar de la materia prima fresca y seca, en el método de maceración para obtener un mejor rendimiento.
- Se recomienda a la hora de extraer el colorante natural se lo realice de las cáscaras de frutos cítricos como la naranja y la mandarina preferentemente maduro. En cambio, para el limón meyer y sutil su cascara debe estar verde.
- Experimentar con los colorantes naturales obtenidos en telas de algodón, en diferentes porcentajes de pureza y verificar la más eficiente.
- Probar con diferentes tipos de mordientes, en la parte experimental del premordentado para así comprobar el mordiente más eficiente en la realización del teñido.
- Es importante realizar las pruebas de calidad para comprobar si el colorante obtenido en la tela de algodón es resistente.
- Considerar utilizar los colorantes naturales en lugar de los colorantes sintéticos para reducir la contaminación debido al desperdicio de las cáscaras de los frutos cítricos generando así un beneficio ecológico.

GLOSARIO

Filtración al vacío: La fuerza impulsora para que el líquido pase a través del filtro se debe a la presión atmosférica que se ejerce cuando ponemos vacío en el sistema. Este es el método más rápido y algunas veces permite la filtración de suspensiones donde la gravedad no es suficiente para el proceso (Clair et al., 2018).

Hidrosulfito o hiposulfito de sodio es un quitamanchas. Sirve para blanquear las fibras y los tejidos (Palma, 2020, pág.33).

Macerado frío: Este proceso consiste en sumergir el producto remojado en un recipiente con la menor cantidad de líquido posible, lo suficiente para cubrir completamente lo que se remojará. Esto se hace durante un período de tiempo más largo o corto, dependiendo de lo que se procesará (Sánchez, 2012).

Método directo: Utilizado desde la antigüedad e incluye poner la fibra directamente en los tintes (Pazos, 2017, pág. 25).

Orín fermentado: Contiene amoníaco, se utiliza la orina fresca o añeja. En algunos casos, se cree que la orina de los niños es mejor para mordentar. La orina fermentada se ha utilizado como mordiente desde la antigüedad y es mencionada en numerosos trabajos (Palma, 2020, pág.32).

Posmordentado: La fibra previamente teñida y/o premordentada se colocan en agua tibia que contenga un mordiente. El objetivo de este proceso es cambiar el tono del color o reforzar la solidez al lavado. Se usa generalmente para obtener colores secundarios (Pazos, 2017, pág. 25).

Premordentado: La fibra sin teñir se agrega al agua tibia, que contiene suficiente mordiente para recubrir la fibra. Se deja calentar hasta el punto de ebullición por un lapso de media a una hora, agitando constantemente (Pazos, 2017, pág. 25).

Sonicator: Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Este dispositivo genera ondas ultrasónicas utilizando un transductor piezoeléctrico que oscila con una frecuencia de aproximadamente 20 kHz (Sánchez, 2012).

BIBLIOGRAFÍA

AMORES, D. Evaluación Nutritiva y Nutraceútica de la Mora de Castilla (*Rubus glaucus*) Deshidratada por el Método de Liofilización y Comparación con la Obtenida por Deshidratación en Microondas y Secador en Bandejas [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. 2012. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1989/1/56T00297.pdf>

ARIAS, P; et al. Los Colorantes Textiles Industriales Y Tratamientos Óptimos [en línea]. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, Durango, México. 2018. [Consulta: 23 mayo 2022]. ISSN: 1390-1869. N° 19. Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/2216/1506>

ARÉVALO, D; & SANAGUANO, H. “Obtención de colorante natural a partir de cúrcuma (*Cúrcuma longa linn*) para la industria textil” [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. 2021, pp. 1-129. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15444>

ASTUDILLO, S. Importancia de la producción de naranja en Caluma y el impacto que tiene en los festivales del cantón [en línea] (Tesis). Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Hospitalidad, Arte Culinario y Turismo. Quito. 2018. [Consulta: 22 mayo 2022]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7935/1/141127.pdf>

ANGULO, M. Análisis del Cluser Textil en el Perú [en línea] (Tesis). UNMSM. Perú. 2005, pp. 01-74. [Consulta: 2 junio 2022]. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/angulo_lm/cap2.PDF

BARRENO, M. Diseño de un proceso para la obtención de colorantes naturales a partir de Achiote (*Bixa orellana*), Chonta (*Bactris gasipaes*) y Papaya Hawaiana (*Carica papaya l.*) en seco y húmedo [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Ecuador. 2020, pp.1-122. [Consulta: 21 mayo 2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/14110/1/96T00582.pdf>

BEÑATENA, H; & ANDERSON, C. (2016). Los Cítricos. Manual para Productores de Naranja y Mandarina de La Región Del Río Uruguay [en línea]. 2016, pp. 1–6. [Consulta: 21 mayo 2022].

Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/manual-para-productores-de-naranja-y-mandarina-de-la-region-del-rio-uruguay/>

CAYMAYO, M. (2017). Determinación de colorantes naturales textiles de la parroquia Tarqui [en línea] (Tesis). Universidad del Azuay. Cuenca. 2017, pp. 1-123. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7083/1/13029.pdf>

CARMONA, P. Análisis por métodos espectroscópicos y estudio del proceso de envejecimiento de aceites esenciales de cítricos [en línea] (Doctorado). Universidad de Madrid, Facultad de Ciencias. Madrid. 2015, pp. 1-321. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/54246/1/5326699310.pdf>

CALDAS, A. Optimización escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido [en línea] (Tesis). Universidad de Cuenca. Ecuador. 2012, pp. 19-22. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2468/1/tq1111.pdf>.

CATANIA, C; & AVAGNINA, S. La maceración. s.l.: INTA, 2007

CASTILLO, C. “Propuesta de mejora en el proceso de tintura de fibras textiles en poliamida” [en línea] (Tesis). Fundación Universidad De América, Facultad De Ingenierías. Bogotá. 2019, pp. 1-141. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7589/1/6141214-2019-2-IQ.pdf>

CASTRO, P; & MENDOZA, S. Evaluación de la Obtención de Colorante Natural a partir del Hollejo de Uva (*Vitis Vinifera 'Cabernet Sauvignon'*) y la cáscara de Mandarina (*Citrus Reticulata*) para Aplicación en la Industria Alimentaria [en línea] (Tesis). Fundación Universidad de América, Facultad De Ingenierías, Programa De Ingeniería Química Bogotá, D.C. 2021, pp. 1-111. [Consulta: 25 junio 2022]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8648/1/6161908-2021-2-IQ.pdf>

CLAIR, N; et al. Química para la Ingeniería Ambiental. Bogotá-Colombia: MacGraww-Hill. 4ta edición. 2018.

CEVALLOS, J; & GUERRERO, J. Extracción y caracterización de colorante natural a partir de la borra de café [en línea] (Tesis). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Ecuador. 2017, pp. 1-76. [Consulta: 03 junio 2022]. Disponible en: <https://n9.cl/dq3y6>

CHADAN, E. Colorandes UTC [en línea] (Tesis). Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera Ingeniería Agroindustrial. Latacunga. 2016, pp. 1-72. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3596/1/T-UTC-00833.pdf>

DÍAZ, A; et al. Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas [en línea]. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Campus Universitario de Rabanales, Edificio Severo Ochoa, 14071-Córdoba. 2019. [Consulta: 09 septiembre 2022]. Disponible en: https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf

ECOSOSTENIBLE. *Citrus reticulata* [en línea]. Un Mondo Ecosostenibile. 2019. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <https://antropocene.it/es/2019/02/13/citrus-reticulata/>

FARFÁN, M. Ensayos para la obtención de tintes naturales a partir de raíces de plantas. Aplicación en fibras textiles de algodón y lana [en línea] (Tesis). Universidad de Cuenca. 2021, pp.1-107. [Consulta: 02 junio 2022]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11079>

FRANCISCO, S. ÁRBOL FRUTAL “LIMÓN SUTIL” [en línea]. Productos 100% orgánicos y sostenibles. 2021. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://fundosanfrancisco.com/product/arbol-frutal-limon-sutil/>

GARCIA, A. Análisis de experiencias en el mundo sobre la investigación y el manejo del Huanglongbing (HLB) de los cítricos y la aplicación en Colombia [en línea] (Tesis). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente- ECAPMA, Especialización en Biotecnología Agraria CEAD – MEDELLÍN. 2018, pp. 1-120. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/21397/1/43667737.pdf>

GARCÍA, A. Caracterización del contenido y de la composición de carotenoides en frutos de nuevos híbridos de cítricos [en línea] (Tesis). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 2015, pp. 29-30. [Consulta: 24 julio 2020]. Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/66323/tfgalexandregarcia-devis_flores_14489077479685207796532016718424.pdf?sequence=

GARCÍA, B. “Estudio de Mercado y Prefactibilidad del Cultivo de Limón Tahití (*Citrus Aurantifolia*) en la Provincia de Santa Elena” [en línea] (Tesis). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Economía Agrícola y Desarrollo Rural. Guayaquil. 2014, pp. 1-80. [Consulta: 24 julio 2020]. Disponible en: <https://docplayer.es/43714406-Universidad-catolica-de-santiago-de-guayaquil-facultad-de-educacion-tecnica-para-el-desarrollo-carrera-de-economia-agricola-y-desarrollo-rural.html>

Garzón, R. Cinética de degradación de colorantes textiles de diferentes clases químicas por hongos y bacterias inmovilizados sobre fibra de *Agave tequilana* Webber var. Azul [en línea] (Tesis). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencia, Carrera Microbiología Industrial, Bogotá D.C. 2009, pp. 1-137. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8222/tesis217.pdf?sequence=1>

GONZÁLEZ, D. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal [en línea] (Tesis). Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería, Ingeniería de Alimentos Caldas – Antioquia. 2013, pp. 1-101. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1032/1/Aprovechamiento_residuos_agroindustriales_producci%C3%B3n_alimentos_funcionales.pdf;1

GONZÁLEZ, L; ESCAMILLA E. «Biodegradación Anaerobia de Colorantes Azoicos Textiles usando Carbón Activado» [en línea]. Biotecnología, vol. 12. 2008, pp. 34-47.

GOTO, A; & CLEMENTE, E. Influencia do rebaudiosídeo A na solubilidade e no sabor do esteviosídeo [en línea]. Food Science and Technology, 18(1), 3–6. 1998. [Consulta: 09 septiembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/s0101-20611998000100002>

GUERRERO, D. “Extracción y evaluación de un colorante natural a partir de la pepa de aguacate para el teñido de las fibras de algodón y poliéster” [en línea] (Tesis). Universidad Técnica de Ambato, Ciencia e ingeniería en alimentos. Ecuador- Ambato. 2011. pp. 1-97. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1757/1/SBQ%202%20Ref.3396>

GUNTHAMBURG. Conocimientos básicos de filtración [en línea]. 2010. pp.1 [Consulta: 09 septiembre 2022]. Disponible en: http://www.gunt.de/download/filtration_water_spanish.pdf

GUZMÁN, J. Morfología del manejo integrado del cultivo de limón meyer [en línea]. Jornadas de capacitación UNALM Agro banco. 2011

HERNÁNDEZ, V. Fortificación de cáscara de naranja (*C. sinensis var Valencia*) por impregnación con miel [en línea] (Maestría). Universidad Veracruzana, Maestría en Ciencias Alimentarias, Instituto de Ciencias Básicas. 2014, pp. 1-111. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46746/LopezHernandezVeronica.pdf;jsessionid=713445807CC76DF987B19E15A6792EFE?sequence=2>

HERNÁNDEZ, A. Manual de Diseño de Evaporador Rotatorio: Funcionamiento Y Componentes Básicos [en línea]. España Rugarte, S. 2da edición. 2019.

HUERA, C. Determinación de las Características Físicas y Químicas del Limón Sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*) [en línea] (Tesis). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra. 2006. pp. 1-142. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/352/1/03%20AGI%20206%20TESIS.pdf>

INEC. Superficie, Producción y Ventas, según región y Provincia Limón (Fruta fresca) [en línea]. 2018.

JOSÉ, I. Folleto Informativo pH [en línea]. Folleto Informativo, 3–7. 2014. [Consulta: 09 septiembre 2022]. https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf

KUMAR, C; & DHINAKARAN, M. Extraction and Application of Natural Dyes From Orange Peel and Lemon Peel on Cotton Fabrics [en línea]. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4(5). 2017. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V4/i5/IRJET-V4I541.pdf>

KONCAR, V. Smart textiles and their applications [en línea]. Smart Textiles and Their Applications. 2016. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/C2014-0-03772-0>

LONDOÑO, J; et al. Aprovechamiento de los subproductos cítricos [en línea]. Edu.Co. 2012. [Consulta: 22 mayo 2022]. Disponible en: <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/560/1/CAPITULO%2012.pdf>

LÓPEZ, J; & MORALES, J. Manual técnico aspectos básicos para el cultivo de la mandarina *Citrus reticulata*. [en línea]. 2007. [Consulta: 22 mayo 2022]. ISBN: 978-958-8311-56-6. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13240/42950_48657.pdf?sequence=3&isAllowed=y

LOCKUÁN, E. La industria textil y su control de calidad II. Fibras textiles [en línea]. 2013, pp. 1-142 [Consulta: 02 junio 2022]. Disponible en: http://budetex.com/img/textil/II.libro_fibrastextiles.pdf

LUIS, A; et al. Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología Probabilidad y Estadística. 1-6. 2013

MAIER, M; & SANTOS, M. Química y el color en los textiles [en línea]. Talleres de Ciencia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales: Buenos Aires. 2004. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.fcen.uba.ar/dov/lateral/publicaciones/libros/Libro%20quimica%20y%20textiles.pdf>

MARCANO, D. Introducción a la Química de los colorantes. Colección Divulgación Científica y Tecnológica. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas, Venezuela. 2018, pp. 1-254 [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/19390/1/colorantes%20listo%20%2Bisbn.pdf>

MARTÍNEZ, G; & ZUÑIGA, I. (2015). "Evaluación Comparativa de los Métodos Thorpe y francés para la Obtención de Carmín a Partir de la Cochinilla (*Dactylopius Coccus Costa*) en el Distrito de la Joya" [en línea] (Tesis). Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela Profesional de Ingeniería Química. AREQUIPA. 2015, pp. 1-143. [Consulta: 04 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/226/B2-M-18403.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MESA, C. Aplicaciones de la Espectroscopía Infrarroja en el Análisis de Alimentos [en línea] (Tesis). Universidad de Sevilla, Facultad de Farmacia. Sevilla. 2019, pp1-46. [Consulta: 04 junio 2022]. Disponible en:

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91690/T%C3%89LLEZ%20MESA%2C%20CLARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MELGAR, J. Propuesta para Obtención de un Colorante Natural a Partir del Fruto de *Syzygium Cumini* (Cerezo Beliceño) Para Ser Utilizado como Colorante en la Industria Textil [en línea] (Tesis). Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador. 2011, pp. 1-104. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2448/>

MEDINA, V. Determinación de las características físicas y químicas del limón Meyer "*Citrus limón*" [en línea] (Tesis). Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 2011, pp. 1-110. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/421/1/03%20AGI%20205%20TESIS.pdf>

MONDRAGÓN, P. ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO PARA TODOS [en línea]. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C. 2017. pp.30 [Consulta: 09 septiembre 2022]. ISBN 978-607-97548-4-6. Disponible en: https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b7c09fdc1.pdf

NIETO, G. "Comportamiento de Naranja de Metilo y Naranja 10 (Orange G) en Presencia de Compuestos Tipo Hidrotalcita de Mg/Al y Mg/Fe" [en línea] (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. México. 2015, pp. 1-124. [Consulta: 04 junio 2022]. Disponible en: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/47/087/47087230.pdf

OSHE, J; et al. Cítricos. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol.1, C.7, 433-585. 1972

ORDOÑEZ, L; et al. Agroindustrial Potential of the Mandarina Epicarp a Natural Coloring Alternative in Bread. *Tecnológicas*, 23(48), 17-29. 2020. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.1465>

PALMA, V. Teñido Mordentado de Fibras Naturales con Colorante Extraído de las Hojas de Nogal (*Juglans neotrópica*) [en línea]. Universidad Nacional del Callao, Facultad De Ingeniería

Química. Callao. 2020, pp. 1-91. [Consulta: 02 junio 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5159/STANCIUC%20STANCIUC%20-%20FIQ%20-%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PALOMAR, M; et al. Determinación de constantes de equilibrio del ácido ascórbico en medio acuoso por polarimetría [en línea]. Avances en Ciencias e Ingeniería, 8(1),31-42. 2017. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323650376004>

PAZOS, S. Teñido en base a tintes naturales [en línea]. Conocimiento y técnicas ancestrales de artistas textiles de Perú y Bolivia. 2017, pp. 1-43. [Consulta: 02 junio 2022]. ISSN: 978-612-4134-38-8. Disponible en: <http://artesaniatextil.com/wp-content/uploads/2017/05/tenido-naturales.pdf>

PAREDES, B. “Análisis y obtención de colorante natural a partir de la *baccharis latifolia* (chilca)” [en línea]. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ciencias Aplicadas. Ecuador, 2002. pp. 1-137 [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3529/1/04%20IT%20007%20TESIS.pdf>

PERRY, R. Manual del Ingeniero Químico. Vol III. Madrid-España: McGraw-Hill. 7ma edición. 2001.

PINEDA, I. Desarrollo y optimización de aperitivos de cáscaras de mandarina y hojas de higo [en línea] (Tesis). Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería en Alimentos. 2019. pp.12 [Consulta: 09 septiembre 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9201/1/14845.pdf>

PORTILLA, L. (2020). Evaluación del fungicida imazalil en el control de *Penicillium* spp, en limón Meyer (*Citrus meyerii* Y.). Figura 1, 2–3.

PLÚA, J. Evaluación de compuestos de polipropileno y Carbonato de calcio para aplicaciones industriales [en línea] (Tesis). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. 2008, pp. 77. [Consulta: 09 septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19134>

RAMOS, G. Los tejidos y la sociedad colonial andina [en línea]. *Colonial Latin American Review*. 2010. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10609161003643719>

RESTREPO, A; et al. (2014). Generalidades de la seda y su proceso de teñido [en línea]. *PROSPECTIVA*, 12(1),7-14. 2014. [Consulta: 02 junio 2022]. ISSN: 1692-8261. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250639001>

RISSO et A. (2017) Morfología de la planta de naranja. [en línea] Paris Henri Plon, Editeur, pp. 2-32. [Consulta: 08 de noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.comenaranjas.com/es/blog/283-el-proceso-productivo-el-cultivo-de-la-naranja>

ROBINZON, H. “Cadena comercial de naranja (*Citrus sinensis L.*) en el cantón ventanas, provincia de los Ríos” [en línea] (Tesis). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. 2018, pp. 1-67. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36382/1/Solano%20Robinson%20Hugo%20Robert%20o.pdf>

ROCÍO, S. La Química del Color en los Alimentos. *Química Viva*, [en línea]. 2013, 12(3), 234-246. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>

ROMERO, J. Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 1era edición. 2020).

SALAZAR, P. Reutilización de baños de tintura de fibra de poliamida con colorantes ácidos en la industria textil [en línea] (Tesis). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química. Ecuador. 2014. pp. 1-168. [Consulta: 07 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2508/1/T-UCE-0017-69.pdf>

SÁNCHEZ, E. Manual de Administración y Gastronomía: Procesos Productivos, Personal de Cocina, Equipo Inmobiliario, Compras y Proveedores: 3ª. ed. México: Trillas. 2012.

SUÁREZ, L; et al. (2020). Caracterización molecular de mandarina (*Citrus Reticulata Blanco*) mediante marcadores ISSR. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2020, 14(2), 168–177. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i2.9397>

SULTANA, B; et al. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 2009, 14(6), 2167–2180. [Consulta: 25 julio 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/molecules14062167>

TIRADO, P. Estudio de compactación de la cáscara de nuez para mejorar la calidad de briquetas de biomasa [en línea] (Tesis). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica. 2015 pp. 1-135. [Consulta: 09 septiembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/10366>

VEJAR, A; et al. Uso de la cáscara de *mamón (Melicoccus bijugatus)* para el teñido de telas. *Avances En Química*, 11(3), 123–128. 2016.

VELE, M. Determinación de colorantes naturales textiles de la parroquia Tarqui, [en línea] (Trabajo de graduación). Universidad del Azuay, Facultad de diseño, Arquitectura y Arte. Ecuador-Cuenca, 2017, pp. 1-123 [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7083/1/13029.pdf>

VEIGA, J. GUÍA DE FRUTAS FRESCAS. 2020, pp. 178-179. [Consulta: 11 septiembre 2022]. Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=mRvNDwAAQBAJ&pg=PA178&lpg=PA178&dq=Ade+m%C3%A1s,+el+g%C3%A9nero+bot%C3%A1nico+Citrus,+que+incluye+a+esta+fruta,+es+el+m%C3%A1s+importante+de+la+familia+y+consta+de+unas+20+especies+con+frutos+comes+tibles,+todos+ellos+mu>

VILLEGAS, M; et al. FIBRAS TEXTILES NATURALES SUSTENTABLES Y NUEVOS HÁBITOS DE CONSUMO. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño* [en línea]. 2013, (13), 3145 [Consulta: 02 junio 2022]. ISSN: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947372003>

WEIER, E; et al. *Botánica* 5ª ed. p. 322- 323. 1979

XICOTA, E. Tintes naturales vs Tintes sintéticos. ¿Qué es más sostenible? 2015. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.esterxicota.com/tintes-naturales-vs-tintes-sinteticos/>

ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA



A



B



C



D

NOTAS:

- A.** Lavado de la materia prima cáscara de frutos cítricos.
- B.** Selección de la materia prima.
- C.** Troceado de la materia prima según el criterio de las investigadoras.
- D.** Muestras de la materia prima fresca de la cáscara de frutos cítricos.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
QUÍMICA
LABORATORIO DE PRODUCTOS
NATURALES
REALIZADO POR:
Nereyda Estrada
Johana Ñauñay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

1

ESCALA

1:1

FECHA

10-09-2022



E



F



G

NOTAS:	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay </p>	PROCESO EXPERIMENTAL		
<p> E. Colocación de la materia prima en el secador de bandejas FC-L. OU-1, para la materia prima seca. F. Molienda de la materia seca de los frutos secos. G. Muestras de la materia prima seca de la cáscara de frutos cítricos. </p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022

ANEXO B: EXTRACCIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO MACERACIÓN



A



B

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay	PROCESO EXPERIMENTAL		
<p>A. Muestras etanolicas al 96% de materia prima seca de la cáscara de frutos cítricos: naranja, mandarina, limón meyer y sutil.</p> <p>B. Muestras metanolicas al 98% de materia prima fresca de la cáscara de frutos cítricos: naranja, mandarina, limón meyer y sutil.</p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022

ANEXO C: EXTRACCIÓN DESTILACIÓN EVAPORADOR ROTATIVO



A



B



C



D

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay	PROCESO EXPERIMENTAL		
<p>A. Extracción del colorante de naranja con etanol 96%.</p> <p>B. Extracción del colorante de mandarina con metanol 98%.</p> <p>C. Extracción del colorante de limón meyer con etanol 96%.</p> <p>D. Extracción del colorante de limón sutil con metanol 98%.</p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022

ANEXO D: PREPARACIÓN DE LA TELA TEXTIL



A



B



C



D



E

NOTAS:	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL Y E INORGANICA REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay </p>	PROCESO EXPERIMENTAL		
<p> A. Pesaje de la tela de algodón. B. Pesaje del mordiente (cloruro de sodio). C. Añadir 500 mL de agua destilada, hacerla hervir e incorporar el alumbre por 3 min. D. Incorporación de la tela de algodón al agua previamente tratada. E. Dejar en reposo la tela de algodón tratada. </p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022

ANEXO E: PREPARACIÓN DEL TEÑIDO TELA DE ALGODÓN - MATERIA PRIMA SECA



A



B



C



D

NOTAS:

- A.** Colorante de naranja con etanol 96%.
- B.** Colorante de mandarina con etanol 96%.
- C.** Colorante de limón meyer con etanol 96%.
- D.** Colorante de limón sutil con etanol 96%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
 QUÍMICA
 LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL
 Y E INORGANICA
 REALIZADO POR:
 Nereyda Estrada
 Johana Ñauñay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA	ESCALA	FECHA
1	1:1	10-09-2022



E



F



G



H

NOTAS:

- E.** Colorante de naranja con metanol 98%.
- F.** Colorante de mandarina con metanol 98%.
- G.** Colorante de limón meyer con metanol 98%.
- H.** Colorante de limón sutil con metanol 98%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
 QUÍMICA
 LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL
 Y E INORGANICA
 REALIZADO POR:
 Nereyda Estrada
 Johana Ñaufay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

ESCALA

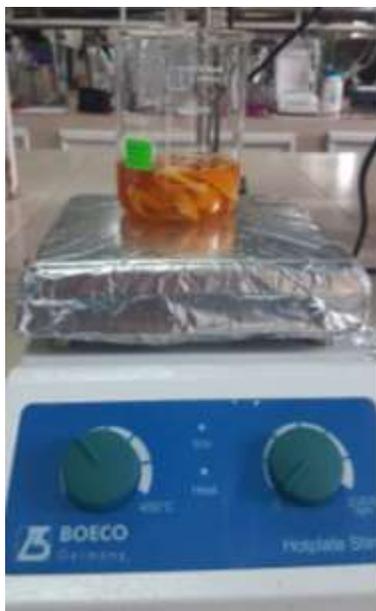
FECHA

1

1:1

10-09-2022

ANEXO F: PREPARACIÓN DEL TEÑIDO TELA DE ALGODÓN – MATERIA PRIMA FRESCA



A



B



C



D

NOTAS:	<p style="text-align: center;"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL Y E INORGANICA REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñañay </p>	PROCESO EXPERIMENTAL		
<p>A. Colorante de naranja con etanol 96%. B. Colorante de mandarina con etanol 96%. C. Colorante de limón meyer con etanol 96%. D. Colorante de limón sutil con etanol 96%.</p>		LÁMINA	ESCALA	FECHA
	1	1:1	10-09-2022	



E



F



G



H

NOTAS:

- E.** Colorante de naranja con metanol 98%.
- F.** Colorante de mandarina con metanol 98%.
- G.** Colorante de limón meyer con metanol 98%.
- H.** Colorante de limón sutil con metanol 98%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
 QUÍMICA
 LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL
 Y E INORGANICA
 REALIZADO POR:
 Nereyda Estrada
 Johana Ñaufay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

ESCALA

FECHA

1

1:1

10-09-2022

ANEXO G: TEÑIDO TELA DE ALGODÓN – MATERIA PRIMA FRESCA



A



B



C



D

NOTAS:	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL Y E INORGANICA REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñaufay</p>	PROCESO EXPERIMENTAL		
<p>A. Colorante de naranja con etanol 96%. B. Colorante de mandarina con etanol 96%. C. Colorante de limón meyer con etanol 96%. D. Colorante de limón sutil con etanol 96%.</p>	LÁMINA 1	ESCALA 1:1	FECHA 10-09-2022	



E



F



G



H

NOTAS:

- E.** Colorante de naranja con metanol 98%.
- F.** Colorante de mandarina con metanol 98%.
- G.** Colorante de limón meyer con metanol 98%.
- H.** Colorante de limón sutil con metanol 98%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
QUÍMICA
LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL
Y E INORGANICA
REALIZADO POR:
Nereyda Estrada
Johana Ñaufay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

ESCALA

FECHA

1

1:1

10-09-2022

ANEXO H: TEÑIDO TELA DE ALGODÓN – MATERIA PRIMA FRESCA



A



B



C



D

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL Y E INORGANICA REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay	PROCESO EXPERIMENTAL		
A. Colorante de naranja con etanol 96%. B. Colorante de mandarina con etanol 96%. C. Colorante de limón meyer con etanol 96%. D. Colorante de limón sutil con etanol 96%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022



E



F



G



H

NOTAS:

- E.** Colorante de naranja con metanol 98%.
- F.** Colorante de mandarina con metanol 98%.
- G.** Colorante de limón meyer con metanol 98%.
- H.** Colorante de limón sutil con metanol 98%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
QUÍMICA
LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL
Y E INORGANICA
REALIZADO POR:
Nereyda Estrada
Johana Ñaufay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

1

ESCALA

1:1

FECHA

10-09-2022

ANEXO I: PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ A LA LUZ - MATERIA PRIMA SECA



A

B

C

D

NOTAS:

- A.** Colorante de mandarina con etanol 96%.
- B.** Colorante de naranja con etanol 96%.
- C.** Colorante de limón meyer con etanol 96%.
- D.** Colorante de limón sutil con etanol 96%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
QUÍMICA
LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES
REALIZADO POR:
Nereyda Estrada
Johana Ñañañay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

ESCALA

FECHA

1

1:1

10-09-2022



E

F

G

H

NOTAS:

- E.** Colorante de mandarina con metanol 98%.
- F.** Colorante de naranja con metanol 98%.
- G.** Colorante de limón meyer con metanol 98%.
- H.** Colorante de limón sutil con metanol 98%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
 QUÍMICA
 LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES
 REALIZADO POR:
 Nereyda Estrada
 Johana Ñañañay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

ESCALA

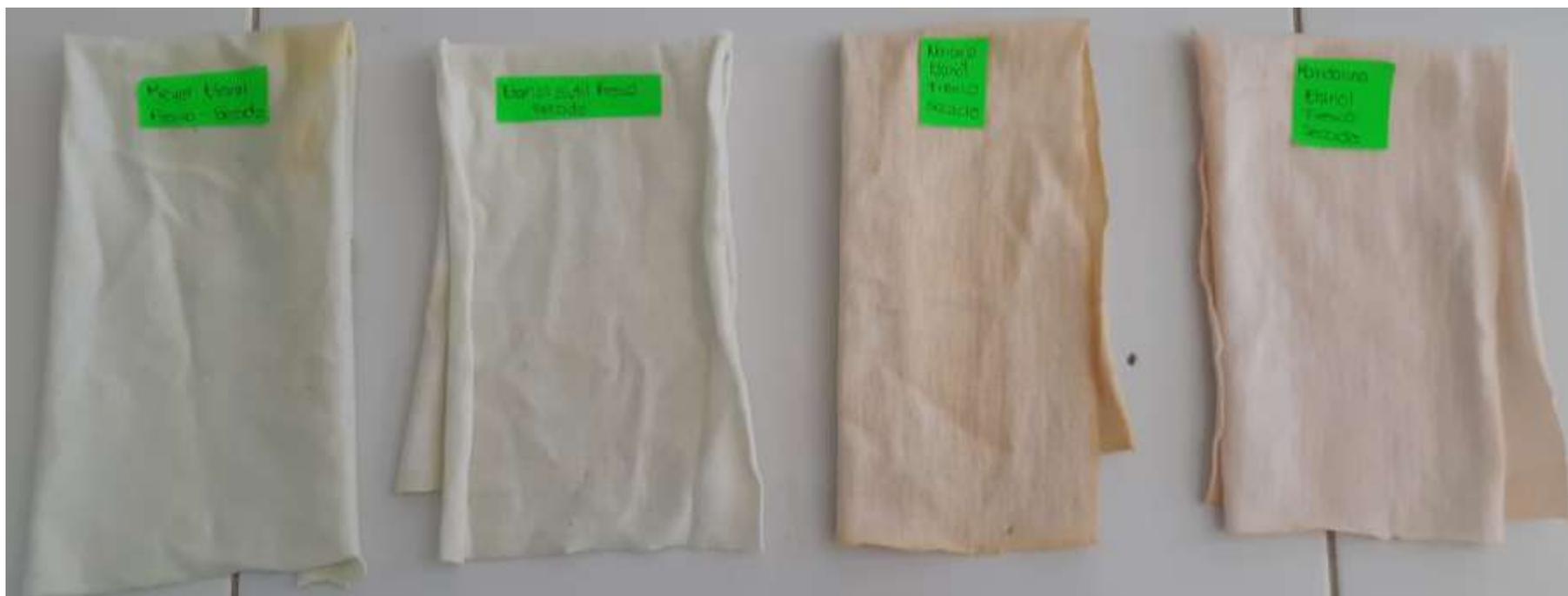
FECHA

1

1:1

10-09-2022

ANEXO J: PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ A LA LUZ – MATERIA PRIMA FRESCA



A

B

C

D

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñañañay	PROCESO EXPERIMENTAL		
A. Colorante de limón meyer con etanol 96%. B. Colorante de limón sutil con etanol 96%. C. Colorante de naranja con etanol 96%. D. Colorante de mandarina con etanol 96%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022



E

F

G

H

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñañañay	PROCESO EXPERIMENTAL		
E. Colorante de limón meyer con metanol 98%. F. Colorante de limón sutil con metanol 98%. G. Colorante de naranja con metanol 98%. H. Colorante de mandarina con metanol 98%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022

ANEXO K: PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL FROTE - MATERIA PRIMA SECA



A



B



C



D

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay	PROCESO EXPERIMENTAL		
A. Colorante de naranja con etanol 96%. B. Colorante de mandarina con etanol 96%. C. Colorante de limón meyer con etanol 96%. D. Colorante de limón sutil con etanol 96%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022



E



F



G



H

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay	PROCESO EXPERIMENTAL		
E. Colorante de naranja con metanol 98%. F. Colorante de mandarina con metanol 98%. G. Colorante de limón meyer con metanol 98%. H. Colorante de limón sutil con metanol 98%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022

ANEXO L: PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL FROTE – MATERIA PRIMA FRESCA



A



B



C



D

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay	PROCESO EXPERIMENTAL		
A. Colorante de naranja con etanol 96%. B. Colorante de mandarina con etanol 96%. C. Colorante de limón meyer con etanol 96%. D. Colorante de limón sutil con etanol 96%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022



E



F



G



H

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñauñay	PROCESO EXPERIMENTAL		
E. Colorante de naranja con metanol 98%. F. Colorante de mandarina con metanol 98%. G. Colorante de limón meyer con metanol 98%. H. Colorante de limón sutil con metanol 98%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022

ANEXO M: PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL LAVADO - MATERIA PRIMA SECA



A

B

C

D

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñañañay	PROCESO EXPERIMENTAL		
A. Colorante de naranja con etanol 96%. B. Colorante de limón meyer con etanol 96%. C. Colorante de limón mandarina con etanol 96%. D. Colorante de limón sutil con etanol 96%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022



E

F

G

H

NOTAS:

- E.** Colorante de naranja con metanol 98%.
- F.** Colorante de limón meyer con metanol 98%.
- G.** Colorante de limón mandarina con metanol 98%.
- H.** Colorante de limón sutil con metanol 98%.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS
 QUÍMICA
 LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES
 REALIZADO POR:
 Nereyda Estrada
 Johana Ñañañay**

PROCESO EXPERIMENTAL

LÁMINA

ESCALA

FECHA

1

1:1

10-09-2022

ANEXO N: PRUEBA DE CALIDAD: SOLIDEZ AL LAVADO – MATERIA PRIMA FRESCA



A

B

C

D

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñañañay	PROCESO EXPERIMENTAL		
A. Colorante de limón meyer con etanol 96%. B. Colorante de limón sutil con etanol 96%. C. Colorante de naranja con etanol 96%. D. Colorante de mandarina con etanol 96%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022



E

F

G

H

NOTAS:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS QUÍMICA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES REALIZADO POR: Nereyda Estrada Johana Ñañañay	PROCESO EXPERIMENTAL		
I. Colorante de limón sutil con metanol 98%. J. Colorante de limón meyer con metanol 98%. K. Colorante de mandarina con metanol 98%. L. Colorante de naranja con metanol 98%.		LÁMINA	ESCALA	FECHA
		1	1:1	10-09-2022



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 20 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Nereyda Evelyn Estrada Llanos Johana Katherine Ñauñay Quishpe
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Química
Título a optar: Químico
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inti Salto Hidalgo

0135-DBRA-UPT-2023