

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



PROPUESTA PARA LA OBTENCION DE UN COLORANTE NATURAL
A PARTIR DE LA PULPA SECA DEL *Coffea arabica* (CAFE)

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

MARILYN YASMIN DIAZ GIRON

GLENDY NOHEMI ELIAS MARROQUIN

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

AGOSTO 2009

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSC. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA

MSC. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA ANALISIS DE ALIMENTOS: FISICOQUIMICO

Ing. Rina Lavinia Hidalgo de Medrano

ASESORA DE AREA GESTION AMBIENTAL: CALIDAD AMBIENTAL

Licda. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez

DOCENTE DIRECTOR

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios Todopoderoso, el habernos permitido concluir este trabajo, logrando así nuestra meta académica.

A nuestro docente director Lic. Guillermo Antonio Castillo, por su confianza y guía constante.

A Licda. Odett Rauda, Licda. Cecilia de Velásquez, Ing. Rina de Medrano gracias por sus conocimientos y experiencia profesional para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por todas sus Bendiciones.

A mis padres Fernando Díaz y Gladis de Díaz por su gran sacrificio, brindarme siempre amor y por todos sus consejos en los momentos adecuados.

A mis hermanas Wendy, Jessica por su constante apoyo, cariño y por desearme siempre lo mejor.

A Lic. Guillermo Castillo por su guía en la realización de este trabajo.

A Glendy por su cariño y ayuda.

A toda mi familia por su cariño.

Marilyn

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, a Jesucristo y Espíritu Santo por haberme ayudado, iluminado y darme inteligencia en cada momento de mi formación académica.

A mis padres: Eleodoro Elías y Gladys de Elías por su amor, sus consejos su sacrificio y su apoyo incondicional; por que ellos permitieron que alcanzara mi meta.

A mi hijita: Rebeca por que su amor y alegría hacen que cada obstáculo sea un triunfo en mi vida.

A mis hermanos: Omar, Samuel, Judith, Debora, por su cariño y consejos.

A Lic. Guillermo Castillo por su apoyo y guía en la realización de este trabajo.

A Marilyn por su cariño, comprensión, paciencia y ayuda.

A mis amigos y compañeros que me animaron a salir a delante.

A aquellas personas que me han demostrado su cariño y apoyo con sus oraciones y consejos.

Glendy

ÍNDICE

	Pág.
Contenido	
Resumen	
Capítulo I.	
1.0 Introducción	xx
Capítulo II.	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo General	23
2.2 Objetivos Específicos	23
Capítulo III.	
3.0 Marco Teórico	
3.1 Monografía de <i>Coffea arabica</i>	25
3.1.1 Historia	26
3.1.2 Habitat	29
3.1.3 Usos	30
3.2 Colorantes	33
3.3 Clasificación de Colorantes	34
3.3.1 Colorantes de Origen Animal	34
3.3.2 Colorantes de Origen Natural	35
3.3.3 Colorantes de Origen Mineral	37
3.3.4 Colorantes Sintéticos	38

3.3.5	Otra Clasificación de Colorantes	39
3.4	Extracción del Colorante	40
3.5	Fibras Naturales a Teñir	42
3.6	Tinción	43
3.7	Clasificación de Mordientes	44
3.7.1	Mordientes de Origen Mineral	44
3.7.2	Mordientes Vegetales	45
3.7.3	Teñido y Mordentado	46
3.8	Espectroscopía	47
3.8.1	Espectroscopía Ultravioleta Visible	48
3.8.2	Espectroscopía Infrarroja	48
Capítulo IV.		
4.0	Diseño Metodológico	
4.1	Tipo de Estudio	51
4.2	Investigación Bibliográfica	51
4.3	Investigación de Campo	52
4.3.1	Universo	52
4.3.2	Muestra	52
4.3.3	Recolección de la Muestra	52
4.3.4	Preparación	52
4.4	Parte Experimental	53

Capítulo V.

5.0 Resultados e Interpretación	58
5.1 Extracción del Colorante	58
5.2 Identificación Fitoquímica de Metabolitos Secundarios	59
5.3 Análisis del Colorante por Espectrofotometría Infrarroja	64
5.4 Análisis del Colorante por Espectrofotometría UV-Visible	67
5.5 Comparación del poder de Tinción del Extracto Colorante	69

Capítulo VI.

6.0 Conclusiones	82
------------------	----

Capítulo VII.

7.0 Recomendaciones	86
---------------------	----

Bibliografía

Glosario

Anexos

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°.	Pág.
1. Contenido de Compuestos en la Pulpa de Café	32
2. Clasificación de Colorantes según Composición Química	36
3. Extracción del Colorante de la Pulpa seca del Café	58
4. Identificación de Metabolitos Secundarios con Extracto Acuoso de la Pulpa seca del Café	59
5. Identificación de Metabolitos Secundarios con Extracto Alcohólico de la Pulpa seca del Café	61
6. Resumen de las bandas características del colorante del <i>Coffea arabica</i> por Espectroscopia Infrarroja	65
7. Comparación del poder de Tinción del Extacto Colorante de la Pulpa seca del <i>Coffea arabica</i> , utilizando Mordientes al 25%	69
8. Cálculos de Ultravioleta máximos para Cromóforos Conjugados	117
9. Valores de rangos de Ultravioleta Visible de Flavonoides	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N°	Pág.
1. Fruto del Café	25
2. Semilla del Café	26
3. Diagrama de diferentes Métodos de Extracción de las especies vegetales	41
4. Esquema de Proceso de Extracción del colorante de la pulpa seca del Café con NaOH 0.5 N	53
5. Esquema de Proceso de Extracción acuosa y alcohólica de la Pulpa seca del <i>Coffea arabica</i> , para determinación de Metabolitos Secundarios	54
6. Esquema de Identificación por Espectroscopía Ultravioleta Visible, Espectroscopía Infrarroja en extracto obtenido con NaOH 0.5 N del <i>Coffea arabica</i>	55
7. Esquema del Proceso de Tinción del extracto colorante alcalino de la Pulpa seca del Café en fibras de algodón, lino, seda	56
8. Identificación de Flavonoides en extracto acuoso	59
9. Identificación de Taninos en extracto acuoso	60
10. Identificación de Flavonoides en extracto alcohólico	61
11. Identificación de Taninos en extracto alcohólico	62
12. Identificación de Alcaloides en extracto alcohólico	62
13. Espectro del extracto alcalino de <i>coffea arabica</i>	64

14. Banda del grupo C=O	64
15. Bandas del grupo C=C de alquenos y de fenol	64
16. Espectro UV – Visible del Extracto Alcalino	67
17. Fibras de Lino, Algodón, Seda con Sulfato ferroso 25%	70
18. Fibras de Lino, Algodón, Seda con Alumbre 25%	71
19. Fibras de Lino, Algodón, Seda con Sulfato de Cobre 25%	72
20. Fibras de Lino, Algodón, Seda con Cloruro de Sodio 25%	73
21. Fibras de Lino, Algodón, Seda con Cloruro de Estaño 25%	73
22. Fibras de Lino, Algodón, Seda con Ceniza – Limón 25%	74
23. Fibras de Lino, Algodón, Seda con Ácido Tánico 25%	75
24. Fibras de Lino, Algodón, Seda sin Mordiente	75
25. Fibra de Algodón con Sulfato Ferroso 25%	77
26. Fibra de Lino con Sulfato Ferroso 25%	78
27. Fibra de Seda con Sulfato Ferroso 25%	78
28. Fibra de Lino con Cloruro de Estaño 25%	79
29. Fibra de Algodón con Cloruro de Estaño 25%	79
30. Fibra de Algodón con Ceniza – Limón 25%	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo. N°

1. Material, Equipo y Reactivos
2. Preparación de Reactivos
3. Preparación de Agentes Mordientes
4. Parte Experimental, Procedimientos
5. Fotografías
6. Tabla de Fiesser Kunh
7. Cálculo de Longitud de Onda Teórica
8. Tabla de Rangos de UV–VIS de Flavonoides

ABREVIATURAS ⁽⁹⁾ (12)

Abreviatura	Significado
°C	Grados Celcius
cm.	Centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
Fig.	Figura
FeCl ₃	Tricloruro de Hierro
g	Gramo
Ha	Hectáreas
Hrs	Horas
IR	Infrarrojo
M	Molar
mL	Mililitro
msnm	Metro sobre el nivel del mar
N	Normal
NaOH	Hidróxido de sodio
p/p	Peso sobre peso
sln	Solución
T°	Temperatura
UV-VIS	Ultravioleta Visible

α

Alfa

β

Beta

γ

Gamma

δ

Sigma

RESUMEN

RESUMEN

Uno de los grandes problemas que ocurren en la actualidad, es el empleo de colorantes químicos utilizados en la industria textil, su material de desecho es depositado en los ríos, contribuyendo a la contaminación del medio ambiente produciendo enfermedades al hombre. Por lo que en el presente trabajo de investigación se implementó el uso de colorantes naturales a partir de la pulpa seca del *Coffea arabica* (café); una alternativa para disminuir el problema de la contaminación es el empleo de este material, utilizado algunas veces como abono orgánico.

La parte experimental de este trabajo fue realizada en el Laboratorio de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; se realizó la extracción del colorante de la pulpa seca del café por el método de reflujo utilizando Hidróxido de sodio 0.5 N como solvente; este extracto también fue utilizado para realizar las pruebas espectrofotométricas por los métodos de espectrofotometría infrarroja y espectrofotometría ultravioleta visible. Se realizó extracción alcohólica al 70% y extracción acuosa de la especie vegetal para identificar metabolitos secundarios para flavonoides, taninos y alcaloides.

Luego se comparó el poder de tinción del extracto colorante utilizando diferentes mordientes al 25% sulfato ferroso, alumbre, sulfato de cobre, cloruro de sodio, cloruro de estaño, ceniza-limón, ácido tánico, en telas de lino, algodón

y seda, observando que la tela de algodón retiene mucho más colorante que las telas de lino y seda.

Se concluye que el Sulfato ferroso, Cloruro de estaño, Ceniza - limón son los mordientes que mejor realizaron su efecto de fijación en las diferentes telas luego del proceso de lavado y secado, por lo que se recomienda que el colorante obtenido sea utilizado en la industria textil.

CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

1.0 INTRODUCCIÓN

Desde la época prehispánica, las plantas han tenido un papel primordial en el desarrollo del hombre, además de aportar la mayor cantidad de los componentes de la dieta alimenticia; de ellas obtenían productos medicinales, materiales para la confección de su vestuario, construcción, e importantes productos ceremoniales, entre otros usos. La especie humana ha tenido un gran aprecio por la belleza; de esta manera utiliza la mente y crea formas para embellecer las cosas, de aquí surge la idea de extraer de la naturaleza sus colores brillantes y bellos, para poderlos plasmar en los lugares y objetos creados por el hombre. Tales colorantes eran extraídos principalmente de todas las partes de las plantas. Los colorantes naturales se utilizaron principalmente para teñir telas, fibras, hilos, así como en la decoración de vasijas o utensilios, para expresar sus creencias y sentimientos plasmando figuras y líneas. Las técnicas que perduran hasta ésta época constituyen la evidencia de una antigua tradición, que hoy tiende a desaparecer por el amplio uso de colorantes de origen químico que producen efectos nocivos al medio ambiente y al hombre.

La investigación tuvo como finalidad extraer el colorante en solución a partir de la pulpa seca de ***Coffea arabica*** (café), utilizando el método de reflujo empleando Hidróxido de sodio 0.5 N como solvente, para emplearlo en la industria textil y así disminuir el uso de algunos colorantes sintéticos. Se realizaron pruebas cualitativas para identificar metabolitos secundarios en

extracto acuoso y alcohólico, a la vez se realizaron pruebas espectroscópicas (infrarroja y ultravioleta visible) para determinar grupos funcionales característicos del colorante y sus máximos de absorción en la región ultravioleta visible. Se utilizaron fibras de algodón, lino, seda, en las que se realizaron pruebas de fijación del extracto colorante utilizando diferentes mordientes en una concentración del 25 % para conocer el poder de tinción de dicho extracto colorante y así tener una alternativa en la industria textil. La investigación se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador y en Laboratorios López en un período que comprende Enero 2008 - Julio 2009.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2. 0 OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GENERAL

Proponer la obtención de un colorante natural a partir de la pulpa seca del *Coffea arabica* (café)

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Preparar la pulpa seca del *Coffea arabica* (café), para realizar la extracción del colorante.

2.2.2 Identificar metabolitos secundarios en extracto acuoso y alcohólico, a través de pruebas fitoquímicas.

2.2.3 Identificar bandas características de grupos funcionales por medio de Espectroscopía Infrarroja.

2.2.4 Identificar longitud de onda de máxima absorbancia por medio de Espectroscopía Ultravioleta Visible.

2.2.5 Comparar el poder de tinción del extracto colorante, utilizando diferentes mordientes al 25% en fibras de algodón, seda, lino.

CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Monografía de *Coffea arabica* (café)

Clasificación taxonómica ⁽¹³⁾

Reino: Vegetal

Familia: Rubiaceae

Nombre científico: ***Coffea arabica***

Nombre común: Cafeto, Planta del café



Figura N° 1 Fruto del café

Origen: Etiopía, regiones tropicales y subtropicales de África.

Descripción botánica. ⁽¹⁵⁾

Los cafetos son arbustos con hojas persistentes y opuestas de color verde oscuro y brillante, con una altura entre 3 – 7 metros en cultivo y alcanzando los 10 metros en estado silvestre, que agradecen disponer de algo de sombra. No florecen hasta el 3º ó el 4º año y cada flor apenas dura unas horas.

Producen frutos carnosos, rojos o púrpuras, raramente amarillos, llamados cerezas de café, con dos núcleos que contienen cada uno un grano de café (la cereza de café es el ejemplo de una drupa poliesperma).

Cuando se abre una cereza, se encuentra el grano de café encerrado en un casco semirrígido transparente de aspecto apergaminado, que corresponde a la pared del núcleo. Una vez retirado, el grano de café verde está rodeado de una piel plateada adherida, que se une con el tegumento de la semilla.

Estructura del fruto y del grano de un cafeto

- 1- Corte central
- 2- Grano de café (endosperma)
- 3- Piel plateada (tegumento)
- 4- Pergamino (endocarpio)
- 5- Capa de pectina
- 6- Pulpa (mesocarpio)
- 7- Piel exterior (pericarpio)

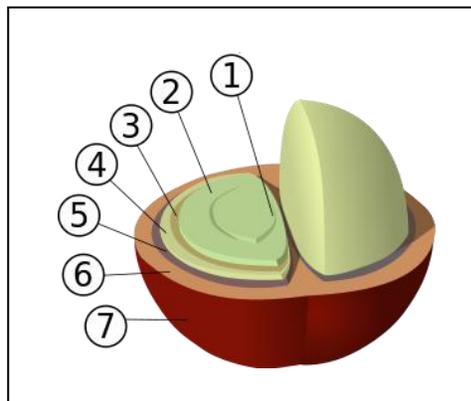


Figura N° 2 Semilla del café

3.1.1 Historia ⁽²⁾ ⁽⁶⁾

El café es uno de los productos más versátiles que más se destacan en la industria y en la economía moderna. Raro es el país en donde no se ha generalizado su uso, por las múltiples virtudes que atesora. La planta es originaria de África, tuvo su cuna en Abisinia (Etiopía), de donde paso al Yemen en el Medio Oriente y empezó a extenderse por Asia, las Indias Orientales Holandesas hasta llegar a Oceanía. De este Continente fue llevada por los holandeses a Europa de donde pasó a Francia y desde estos dos puntos pasó al continente americano a principios del siglo XVIII, entre los años 1715 y 1723.

Actualmente el café se produce en cuatro de los cinco continentes del mundo; África, Asia, Oceanía y América. De todos estos continentes es América la que lleva la supremacía en cuanto a los métodos de cultivo, formas de producción, número de países que lo producen.

Ubicación de algunos de los países que cultivan el café.

AFRICA: Camerún, Etiopía, Guinea, Costa de Marfil, Kenia,
Madagascar, Nigeria, otros.

ASIA: India, Indonesia, Filipinas, Tailandia y otros

OCEANÍA: Hawai, Nueva Caledonia, Nueva Guinea y otros.

AMERICA: Brasil, Colombia, México, El Salvador, Guatemala, Costa Rica,
Nicaragua, Bolivia, Venezuela, Cuba, Honduras, Ecuador, entre
otros.

Se han señalado tres regiones en América, como las primeras en que se cultivó café, Surinam (Guyana Holandesa), probablemente entre los años 1714 y 1718; Haití y Santo Domingo, probablemente por el año 1715 y Martinica 1720 y 1723.

A las primeras dos regiones se dice que lo transportaron los Holandeses; en Martinica, se asegura que las primeras semillas de café fueron llevadas a Colombia de las Antillas Francesas y los primeros cultivos en pequeña escala se registraron en los últimos tiempos coloniales en 1785. Las primeras plantaciones a mediana escala se registraron en 1808 en Cúcuta y en 1813 Ignacio Ordóñez de Lara fue el primero en contar con un cultivo de 7.000 árboles de café. Durante el siglo XVIII, la bebida se hace popular en Europa, y los colonos europeos introducen el cultivo del café en numerosos países tropicales, como un cultivo de exportación para satisfacer la demanda europea. En El Salvador se extendió el cultivo del café a fines del siglo XVIII o principios

del XIX. La primera mención histórica del café como producto nacional de la provincia de Cuscatlán (antiguo nombre de El Salvador), data de 1820.

Investigadores de historia informan que el café llegó a El Salvador por la región de Ahuachapán y que las semillas o arbustos fueron traídos posiblemente de la hacienda de los señores Álvarez de Asturias, denominada “El Soyate” la cual se encontraba ubicada en la jurisdicción de Jutiapa Guatemala. De Ahuachapán lo trasladaron a Santa Ana, extendiéndose al resto de la República en el año 1840. Originalmente en El Salvador se cultivó la variedad “arabica”, que fue también la que se propagó a los demás países caficultores. Posteriormente se introdujo el “Maragogipe” y el “Bourbon”, el primero en forma transitoria y el segundo en forma definitiva, el arabica todavía es cultivado en las regiones del país. Los cafetales de El Salvador están situados en la región que se extiende desde el litoral del Océano Pacífico a las altas mesetas. Cubren aproximadamente 150.000Ha repartidas en 40.000 plantaciones aproximadamente. Las pequeñas plantaciones son muy numerosas, existiendo algunos centenares de grandes propiedades. Las principales regiones productoras están situadas en los departamentos de Santa Ana, La Libertad, Usulután, Sonsonate, etc.

Existen diez especies de café que se cultivan mayoritariamente para obtener sus granos. Las variedades más extendidas son robusta y **arabica**.

La variedad robusta se caracteriza por su sabor, es la variedad fuerte, amarga y perfumada, tiene mayor contenido de cafeína, es más resistente a las plagas; la

variedad arábica tiene un aroma suave y es de mayor calidad, el contenido en cafeína es menor que en la variedad robusta.

El cultivo del **arabica** es más difícil porque el arbusto soporta mal el calor y es afectado más fácilmente por las plagas, esta variedad se cultiva principalmente en Colombia, Centroamérica y Brasil. El tiempo necesario para un cafeto joven que se establece para comenzar a producir es de 3 - 4 años, el arbusto puede vivir numerosas décadas.

Cuando los frutos llegan a la madurez, de 6 - 8 meses después de la floración, puede comenzar la cosecha del café.

3.1.2 Hábitat ⁽¹³⁾

La planta de café requiere para su cultivo unas condiciones que son difíciles de conseguir, que influyen en el sabor y la calidad del producto.

En primer lugar se necesita un clima templado y húmedo, con frecuentes lluvias y temperaturas comprendidas entre los 15 y los 25 grados celcius, suelos ácidos preferiblemente con pH entre 5.5 y 6.5. También se necesitan suelos de cultivos profundos, permeables, bien regados y con un subsuelo que elimine el agua fácilmente. Por esta razón, las mejores zonas para su cultivo suelen ser las zonas montañosas y especialmente los terrenos de origen volcánico. La altitud ideal para su cultivo es entre 600 y 1200 metros.

El café requiere cuidados constantes y los arbustos han de ser protegidos durante sus etapas de crecimiento.

Por esta razón, en muchas zonas el café se cultiva simultáneamente con otros árboles que proporcionan sombra y protección contra vientos.

Coffea arabica o cafeto arábica es el que se cultiva desde más antiguamente y representa el 75% de la producción mundial de café. Produce un café fino, aromático y necesita un clima más fresco.

3.1.3 Usos ⁽¹⁶⁾ ⁽¹⁷⁾

Entre los usos más importantes del fruto del café podemos citar los siguientes:

-Alimentación: en bebida, confitería y en repostería, como aromatizante en helados, bombones, etc.

-Industria textil: como colorante (las hojas, el fruto completo o solamente la pulpa).

-Medicamentos: en la actualidad existen multitud de medicamentos con cafeína, tanto sola como asociada con otros principios activos como en el caso de los analgésicos. Aquellos medicamentos que sólo contienen cafeína están indicados oficialmente para casos de astenia (cansancio de origen intelectual o físico), aunque se suele recurrir a ellos cuando es necesario mantenerse despierto, como por ejemplo el caso de los transportistas.

-Fertilizante: Los restos de café son buenos fertilizantes para los jardines debido a su contenido en nitrógeno. Los restos de café molido también contienen potasio, fósforo, y muchos otros microminerales que ayudan al desarrollo de la planta.

Propiedades que se atribuyen al consumo del café son las siguientes

- Previene el cáncer de colon.
- Alivia dolores de Cabeza.
- Reduce la incidencia del mal de parkinson en 80%.
- Estimula al cerebro (memoria, la atención y la concentración).

Efectos secundarios que se le atribuyen al café:

Produce insomnio, trastornos gástricos, nerviosos, estimulante cardíaco, activa la circulación, contraindicado por tanto en hipertensos, diurético y estimulante del peristaltismo.

Composición del Café. ⁽²⁾

- Cafeína
- Sales minerales
- Potasio
- Magnesio
- Calcio, sodio, hierro
- Vitamina B, lípidos, azúcares y aminoácidos.

La Pulpa ⁽³⁰⁾ ⁽³²⁾.

La pulpa del café es uno de los subproductos del cultivo del café que presenta una gran variedad de alternativas para ser recicladas en su totalidad, entre los que tenemos como abono orgánico, biocombustible, en algunas bebidas alcohólicas y refrescante, y en últimos estudios como alimento para animales por la cantidad de proteínas que posee.

Cuadro N° 1 Contenido de compuestos en la pulpa de café ⁽³¹⁾

COMPUESTO	BASE SECA (%)
Taninos	1.80-8.56
Sustancias pécticas	6.5
Azúcares reductores	12.4
Azúcares no reductores	2.0
Cafeína	1.3
Ácido clorogénico	2.6
Ácido cafeíco total	1.6

En su composición también se encuentran los flavonoides, grupo responsable del color en la pulpa del café. Encontramos los taninos que son metabolitos secundarios cuyo papel primordial en la planta es como medio de defensa, son compuestos polifenólicos de alto peso molecular. Se utilizan principalmente para la preservación del cuero, pero también se utilizan cantidades menores

para teñir y en las industrias químicas. Hay dos grandes tipos de taninos; los hidrolizables y los condensados, ambos se utilizan para la industria del curtido. Los alcaloides se encuentran en la pulpa como cafeína y constituyen un grupo muy heterogéneo de bases vegetales nitrogenadas la mayoría de los alcaloides se haya en los vegetales como sales de ácidos orgánicos, también se les ha asociado con la protección del vegetal ante insectos y animales herbívoros, algunos alcaloides intervienen en el crecimiento vegetal.

3.2 COLORANTES ⁽¹⁸⁾ (7)

Los colorantes son compuestos orgánicos que sirven para dar color a diferentes sustancias: fibras animales, vegetales, sintéticas y productos similares (lana, seda, algodón, lino, rayón, naylon, papel, cuero o pieles).

En estos casos el colorante puede formar una combinación química con la sustancia que se ha de teñir o bien unirse a esta físicamente.

Dentro del término colorante es necesario distinguir dos tipos diferentes de material colorante; tinte y pigmento estos pueden ser similares químicamente, sin embargo son muy diferentes en sus propiedades, especialmente en el modo en que son utilizados, se diferencian por sus características de solubilidad, los tintes son solubles y los pigmentos son insolubles. El uso tradicional de los tintes es la coloración de los tejidos, su aplicación en el área textil es en medio acuoso. Los pigmentos son materiales colorantes, los que son completamente insolubles en el medio en el cual se hallen incorporados, su aplicación en

pintura, tintas de imprenta, plástico, materiales de construcción tales como el hormigón, cemento, cerámica y vidrio.

Una distinción adicional entre tinte y pigmento es que la molécula de tinte es diseñada para ser atraída fuertemente hacia las moléculas del polímero que constituye la fibra textil, las moléculas de pigmento no poseen tal afinidad, son atraídas fuertemente unas a otras en la estructura de su red cristalina sólida, para así impedir su disolución en los disolventes.

Los tintes poseen dos tipos de grupos que son responsables de su color. El primero denominado cromóforo, es el responsable del color del tinte. En segundo lugar están los auxocromos que son grupos de átomos que modifican en color producido por los cromóforos realzando el color.

Para que un colorante sea útil, debe ser capaz de unirse fuertemente a la fibra, y por lavado no debe perder su color. Debe ser relativamente estable químicamente y soportar bien la acción de la luz.

3.3 CLASIFICACIÓN DE COLORANTES

3.3.1 COLORANTES DE ORIGEN ANIMAL ⁽²⁰⁾

Son compuestos orgánicos que sirven para dar color a diversas sustancias textiles.

Cochinilla: se cultivó en gran parte del continente americano en la época colonial. Sin duda, los fuertes tributos impuestos, sumados a la demanda europea, hicieron que muchos pueblos tuvieran que dedicarse a esta actividad.

Púrpura: tuvo gran importancia en épocas pasadas, es el obtenido del molusco *Murex brandaris* , aunque no alcanzó la importancia que se le dio a la cochinilla, fue muy estimado en la época colonial. Este molusco se encuentra a lo largo de la costa rocosa del pacífico, desde México a Perú, se obtiene un color violeta púrpura.

3.3.2 COLORANTES DE ORIGEN NATURAL ⁽⁸⁾ ⁽¹⁹⁾

La lista de plantas usadas para teñir puede resultar interminable. Uno de los colorantes naturales muy usado hasta esta época es el obtenido del fruto del nogal, que produce una amplia gama de tonos que van del café muy oscuro hasta el beige. El añil para teñir de azul, el campeche para teñir la lana de negro, palo brasil para el color rojo, la chilca para el color amarillo.

Para teñir lana o algodón también están: Artemisia, Aliso, Papa, Achiote, entre otras. Los colorantes naturales pueden ser clasificados según su naturaleza química en diversos grupos. Como fuentes naturales de estos colorantes se puede considerar las plantas superiores, las algas, hongos y líquenes, algunos insectos, así como algunos organismos marinos vertebrados.

Cuadro N° 2 Clasificación de colorantes según composición química. (18)

Naturaleza química	Algunos ejemplos	Color predominante
Tetrapirroloe	Ficobilinas Clorofila	Azul-verde Verde
Carotenoides	Carotenoides	Amarillo-anaranjado
Flavonoides	Flavonas Flavonoles Chalconas Auronas Antocianinas	Blanco-crema Amarillo-blanco Amarillo Amarillo Rojo-azul
Xantonas	Xantonas	Amarillo
Quinonas	Naftoquinonas	Rojo-azul-verde
Derivados indigoides e Índoles	Indigo Betalaínas	Azul-rosado Amarillo-rojo

-Flavonoides: son glicósidos formados por una aglicona que derivan del 2-fenilbenzopirona. El color que presentan es amarillo los encontramos en casi toda la planta, son insolubles y muy estables al calor.

-Xantofilas: son derivados de los carotenoides, el color que presentan es amarillo son compuestos hidrosolubles y son sensibles al calor.

-Carotenoides: Estructura química básica de estos compuestos es poliénica de 40 átomos de carbono, presentando coloraciones que van de amarillo, rojo, incoloros. Fuente principal de obtención animales y plantas, son liposolubles, estables al calor, sensibles a la oxidación.

Tienen la ventaja de no verse afectados como otros colorantes, por la presencia de ácido ascórbico, el calentamiento y la congelación.

-Clorofila: En los vegetales se encuentran dentro de ciertos orgánulos, son insolubles en agua pero solubles en alcohol, con el que pueden extraerse, son sensibles al calor dando coloraciones verde pardo y son extraídas de las plantas.

-Quinonas: Son dicetonas cíclicas de estructura tal que se pueden convertir por reducción en hidroquinonas. Presentan coloración que van desde el amarillo hasta el negro, sus fuentes de obtención son las plantas, bacterias, algas, son hidrosolubles y estables al calor.

-Colorantes Indigos: Es el colorante vegetal cuyo empleo es el más antiguo. Las vestiduras de las momias egipcias fueron teñidas con índigo. En muchas plantas se encuentra en forma de un glucósido: La fórmula molecular del índigo es $C_{16}H_{10}N_2O_2$. Es una sustancia insoluble en agua, es de color azul oscuro con reflejos bronceados, se aplica en la industria textil. Es resistente a la luz y al lavado y su bajo costo hace que sea el colorante azul más empleado.

3.3.3 COLORANTES DE ORIGEN MINERAL ⁽²⁰⁾

Los colorantes de origen mineral fueron poco empleados y existen pocas referencias de cronistas sobre su utilización; se les llamó colorantes en polvo.

-Colorantes Azufrados o Fosforados: incluyen los colorantes preparados por calentamiento de materias orgánicas con Azufre y Sulfato de Sodio (tionación). Los primeros colorantes azufrados eran amarillos y pardos y se producían

calentando aserrín, estiércol y azufre. Más tarde se produjeron tinturas negras, azules, verdes, amarillas y naranjas. Se emplean estos colorantes solamente en tintura de algodón, ya que atacan a las proteínas y fibras de éster.

3.3.4 COLORANTES SINTÉTICOS ⁽²²⁾

-Colorantes Azoicos: Estos colorantes se preparan copulando una amina aromática diazotada con un fenol o una amina aromática. El más sencillo de estos colorantes es el “amarillo de anilina”, que corresponde al “para-amino azo-benceno”. Se usa para teñir lana y seda, su color es fugaz. Se emplea para preparar otros colorantes con dos grupos azo.

- El Pardo de Bismark: Se emplea para teñir el cuero.

- Rojo de Metilo: Es un valioso indicador.

- El Rojo Congo: Tiñe el algodón de color rojo, pero el color cambia a azul por la acción de los ácidos minerales. Se emplea por ello como indicador.

Los requisitos exigidos para los colorantes de síntesis son ⁽²²⁾

1- Ser inocuo.

2- Constituir una especie química definida y pura.

3- Tener gran poder tintorial, con objeto de utilizar la mínima cantidad posible y ser fácilmente incorporables al producto.

4- Ser lo mas estable posible a la luz y al calor.

5- Poseer compatibilidad con los productos que deben teñir.

6- No poseer olor ni sabor desagradables.

7- Ser indiferente pH, agentes oxidantes y reductores.

8- Ser lo más económico posible.

Factores que contribuyen a la inestabilidad ⁽²³⁾

- Trazas de metales
- Altas temperaturas
- Agentes óxido-reductores
- Luz, pH.

3.3.5 Otra clasificación de colorantes ⁽¹⁸⁾

-Colorantes Sustantivos: Son colorantes que pueden teñir directamente las fibras de algodón.

-Colorantes Mordientes: El mordiente es un producto que se adiciona a la fibra y es absorbido por ella, pudiendo consecutivamente atraer el colorante. Este término, se usa principalmente para los colorantes que se adicionan usando óxidos metálicos como mordiente. Especialmente se emplean como mordientes los óxidos de aluminio y cromo para formar precipitados insolubles.

-Colorantes a la Tina: Son sustancias insolubles que se pueden reducir a materiales alquil-solubles. El colorante se aplica en su forma reducida y se re-oxida en presencia de la fibra.

-Colorantes Directos: Se absorbe directamente por las fibras en soluciones acuosas, hay colorantes ácidos y básicos de este tipo.

Estos dos tipos de colorantes se emplean especialmente en el teñido de lanas y en poliamidas sintéticas.

-Los colorantes básicos son sales amónicas o complejos formados por cloruro de cinc o aminas. Algunos colorantes básicos de elevado peso molecular, son absorbidos por el algodón y el rayón.

-Los colorantes ácidos son sales de los ácidos sulfúricos o carboxílicos que se precipitan sobre la fibra. La familia de los colorantes ácidos se llama así, porque en la constitución química del colorante se encuentran moléculas de grupos ácido. Son colorantes solubles en agua y se aplican generalmente en fibras de lana, naylon y fibras acrílicas.

3.4 EXTRACCIÓN DEL COLORANTE. (20)(8)

El método de extracción depende de la textura y contenido de agua en la planta, así como de la sustancia a extraer.

Se parte de la especie vegetal, se realiza un proceso extractivo para aislar los principios activos directamente de la especie vegetal.

Extracción con disolvente: consiste en poner en contacto la especie vegetal con un disolvente capaz de solubilizar los principios activos. Los principios activos deben pasar de la especie vegetal al disolvente de manera que se obtenga un extracto líquido.

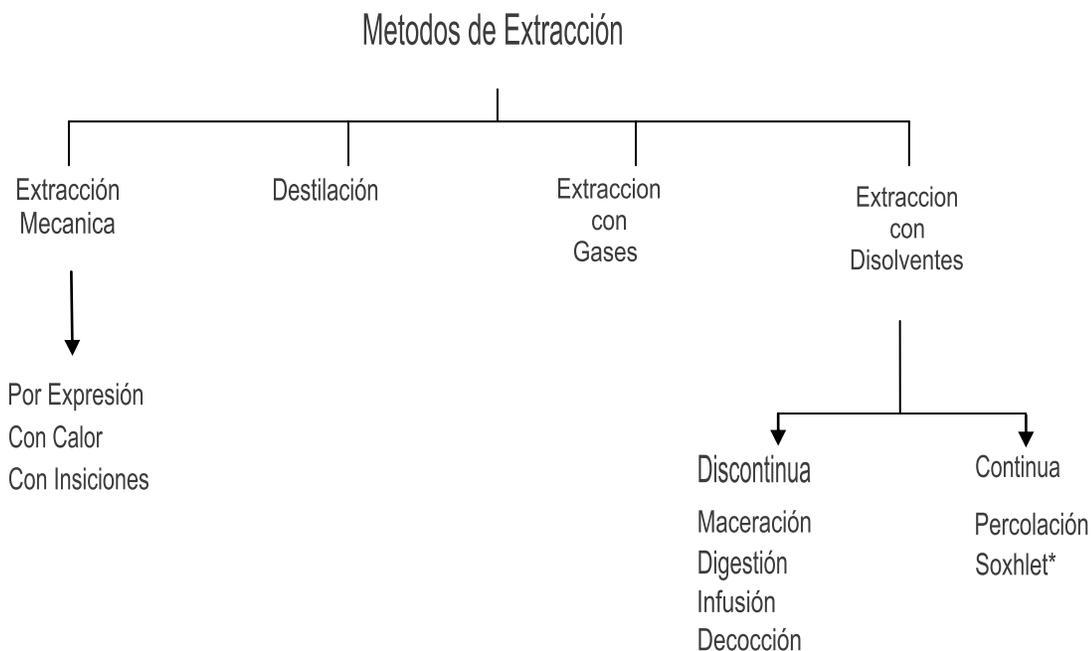


Figura Nº 3. Diagrama de diferentes métodos de Extracción de las Especies Vegetales

Para que la extracción con disolventes se lleve a cabo correctamente hay que tener en cuenta diversos factores:

- a) Características de la especie en estudio: Se deben trabajar con muestras desecadas con un grado de división adecuado
- b) Naturaleza del disolvente: Principalmente es utilizada el agua y mezclas hidroalcohólicas en proporción variable y otros disolventes orgánicos.
- c) Temperatura: Es necesario controlar la temperatura para conseguir una máxima extracción en la especie vegetal sin consecuencias indeseables.

3.5 FIBRAS NATURALES A TEÑIR ⁽²⁴⁾

Existen dos grupos de fibras, las artificiales que son producidas mediante síntesis química como el poliéster, entre otros y las naturales que pueden ser de origen vegetal o animal.

Las fibras representan para muchos países una fuente económica de gran importancia, sobre todo para los productores de fibras vegetales, ya que son consideradas el segundo grupo comercial después de los cereales, pues su cultivo, procesamiento y mercado ofrecen empleo a millones de personas alrededor del mundo.

Las fibras de origen vegetal son estructuras celulósicas, la celulosa es el polímero de azúcar más común en las estructuras de soporte de las plantas, por lo que las fibras tienen su base en este material.

ALGODÓN, fibra suave, es la planta textil más importante del mundo por su volumen de producción. El algodón pertenece al género ***Gossypium*** de la familia ***Malvaceae***, las especies cultivadas son: ***G. herbaceum***, ***G. hirsutum*** y ***G. barbadense***, que producen fibra corta, media y larga respectivamente.

LINO, planta que genera una fibra suave, ligera y lustrosa, además es más fuerte que el algodón, el principal productor es Rusia, sin embargo, el Reino Unido es el principal exportador de telas de lino. El lino pertenece a la familia Linaceae, la especie que se utiliza para la obtención comercial de fibra es ***Linum usitatissimum***.

Las fibras animales están compuestas por una serie de moléculas proteínicas, que son ordenaciones atómicas en estructuras alargadas, que se encuentran unidas unas a otras, éstas cadenas a su vez se encuentran enlazadas entre sí de forma paralela por eslabones laterales. Por su parte los puentes de hidrógeno son los que se rompen en presencia de soluciones salinas o metálicas, dichas soluciones vienen a ser los denominados mordientes. Los puentes sulfurados son los más fuertes, aunque es posible romperlos no conviene hacerlo, ya que la fibra se torna quebradiza e inservible.

SEDA, esta fibra es producida por larvas de ciertos tipos de mariposas, existe la seda de la morera (***Bombix mori***) la seda de "gusanos" silvestres.

Es de llamar la atención que la seda es la única fibra de uso textil que no se hila, ya que de forma natural se produce el hilo, la seda es quizá la fibra de origen animal de mayor aceptación por la fineza del hilado.

3.6 TINCIÓN ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾

La tintura es el proceso en el que la materia textil, al ser puesta en contacto con una solución de colorante, absorbe éste de manera que habiéndose teñido ofrece resistencia a devolver el colorante al baño.

La mayoría de los tintes naturales requieren de ciertos fijadores o asistentes para poder teñir, estas sustancias son denominadas mordientes (es una sustancia usada en tintorería y estampado, para fijar o para desarrollar el color en la fibra), mismas que pueden ser de origen natural o químico, las cuales

facilitan la fijación del tinte a la fibra, además funcionan como elementos de uniformidad y brillo de color. El mordentado puede realizarse antes o después del teñido e implica generalmente agregar el mordiente en agua caliente junto con la fibra que puede estar o no teñida.

Antiguamente se empleaban productos naturales como: cenizas, hojas de aguacate, corteza de nogal, etc. Hoy en día el empleo de mordientes son de origen químico, la mayoría son sales metálicas como: aluminio, alumbre, óxido de hierro, cobre y estaño, las cuales se disuelven en agua caliente separando el metal de la sal para posteriormente unirse a la fibra para fijar el tinte. Sulfato aluminico potásico, un mordiente no tóxico y excelente para el teñido artesanal.

3.7 CLASIFICACIÓN DE MORDIENTES

3.7.1. MORDIENTES DE ORIGEN MINERAL ⁽²⁶⁾

-Alumbre (Sulfato de Aluminio): Se presenta en forma de piedras transparentes, su resistencia a la luz es mediana, se emplea generalmente con el crémor tártaro. El alumbre sirve para preparar la fibra antes del teñido, y no altera el color pero aviva los colores. Da mejores resultados con colores claros.

-Crémor tártaro (Tartrato Ácido de Potasio): Polvo blanco con apariencia de azúcar. Es un ácido que se obtiene del sedimento que se forma en el fondo de los turriles de vino. Es generalmente utilizado antes del teñido y en muchos casos en combinación con el alumbre. Se utiliza para lana de oveja, alpaca, llama, en la seda y otras fibras animales. No se recomienda en fibras vegetales.

- Caparrosa verde (Sulfato de Hierro) (venenoso): Se utiliza después del teñido. Generalmente oscurece el color y vuelve las fibras más ásperas.
- Caparrosa azul (Sulfato de Cobre): Polvo cristalino de color verde pálido. Se usa al final del teñido. Tiene buena resistencia a la luz y al agua.
- Bicromato o dicromato de potasio (Sulfato de Cromo): Polvo de color anaranjado. Se utiliza del mismo modo que el alumbre antes de teñir, pero puede aplicarse también después del teñido. Tiende a cambiar el color de los tintes de las maderas.
- Ceniza o lejía: Se utiliza con frecuencia las cenizas de banano y cenizas de diferentes clases de maderas. La ceniza de molle tiene un fuerte efecto sobre el color. La lejía de quinua es también muy utilizada
- Barro negro: es utilizado todavía en varias regiones de Bolivia y América. La fibra teñida generalmente con aserrín de diferentes maderas es enterrada posteriormente en el barro por uno o varios días.
- Carbonato de sodio, cloruro de sodio, óxido de calcio, arcilla, estaño, etc.

3.7.2. MORDIENTES VEGETALES ⁽²⁶⁾

- Taninos: El tanino funciona mejor con fibras vegetales (algodón, yute, etc.) y se aplica en un segundo baño de mordiente después del alumbre. Produce colores profundos y resistentes a la luz solar. Está contenido en varios frutos y cortezas como el coco, el orejón, la tara, el té, el café, el roble y otros.

- Tara, espino o guarango (*Caesalpinia Tinctoria*). Sus vainas, hojas y corteza contienen tanino. Utilizando sulfato u óxido de hierro en el teñido da un color gris oscuro y negro. Las vainas maduras dan un tinte marrón. La tara se utiliza como un excelente mordiente para colores oscuros, marrones, grises y negros.

- Lengua de vaca (*Rumex Crispis*): Se usaba en el antiguo Perú como planta tintórea y como mordiente. Se emplea en el teñido de colores oscuros

- Cenizas y lejía de plantas: Se utilizan cenizas de diferentes maderas. La ceniza del molle tiene un fuerte efecto sobre el color final, pero casi todas las cenizas y lejías influyen en el color final.

3.7.3 TEÑIDO Y MORDENTADO ⁽¹⁷⁾ ⁽²¹⁾

El teñido de la fibra, comprende dos etapas, preparación de la fibra y proceso de tinción. Aunque el proceso de tinción puede sufrir variaciones.

1- Preparación de la fibra:

Las fibras que se van a teñir deberán estar limpias de impurezas para que pueda retener mejor el colorante, pues elementos como la grasa y la suciedad impiden la retención del mismo. Se recomienda lavarlas con agua tibia y jabón en cantidades suficientes para un lavado normal, realizando repetidos enjuagues con agua fría.

2- Proceso de tinción: Se realiza utilizando los siguientes métodos:

A-Método directo en frío y en caliente.

B-Método indirecto con mordiente.

- Método directo: Utilizado desde la antigüedad y consiste en introducir la fibra directamente al tinte, este puede estar frío o caliente, dejar reposar, secar, lavar con jabón y volver a secar.

- Método indirecto: este consta de dos procesos

1- Premordentado: Se introduce la fibra sin teñir en agua tibia que contenga un mordiente en suficiente cantidad para que cubra la fibra. Se deja calentar a un punto de ebullición por un lapso de 30 minutos a una hora agitando constantemente. Luego colocar la fibra premordentada en el baño que contiene el colorante y calentar por espacio de 35 - 60 minutos, si es necesario, dejar toda la noche en reposo. Secar, lavar con detergente y secar nuevamente.

2- Postmordentado: Se coloca la fibra previamente teñida en un baño de agua tibia que contenga un mordiente, se deja reposar por 30 min. Luego dejar secar, lavar con un detergente y secar nuevamente. Este procedimiento tiene por objeto cambiar la tonalidad del baño o reforzar la solidez al lavado.

3.8 ESPECTROSCOPIA ⁽⁹⁾

Es una ciencia que estudia las interacciones que suceden entre la radiación y la materia. Los métodos espectroscópicos de análisis miden la cantidad de radiación producida o absorbida por las especies atómicas o moleculares que se analizan. También han aportado las herramientas que, posiblemente, son las que más se utilizan para elucidar estructuras moleculares y obtener la identificación cuantitativa y cualitativa de sustancias orgánicas e inorgánicas.

3.8.1 ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA VISIBLE ⁽²⁷⁾

La espectroscopia ultravioleta-visible utiliza radiación electromagnética (luz) de las regiones visible, ultravioleta cercana (UV) e infrarroja cercana (NIR) del espectro electromagnético. La espectroscopia UV-Visible se utiliza para identificar algunos grupos funcionales de moléculas, y además, para determinar el contenido y fuerza de una sustancia. Se utiliza de manera general en la determinación cuantitativa de los componentes de soluciones de iones de metales de transición y compuestos orgánicos altamente conjugados. El principio de la espectroscopia ultravioleta visible involucra la absorción de radiación ultravioleta por una molécula, causando la promoción de un electrón de un estado basal a un estado excitado, liberándose el exceso de energía en forma de calor. La longitud de onda (λ) comprende entre 190 y 800 nm.

El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

3.8.2 ESPECTROSCOPIA INFRARROJA ⁽¹¹⁾ ⁽²⁸⁾

Es una de las herramientas más poderosas e importantes de la química, además es la rama de la espectroscopía que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético. Esta cubre un conjunto de técnicas, siendo la más común una forma de espectroscopía de absorción. Así como otras técnicas

espectroscópicas, puede usarse para identificar un compuesto que posee moléculas orgánicas e inorgánicas e investigar la composición de una muestra.

La espectroscopía infrarroja es ampliamente usada en investigación y en la industria como una simple y confiable para realizar mediciones, control de calidad y mediciones dinámicas. Tiene el potencial para determinar un sinnúmero de sustancias en virtud de que casi cualquier especie absorbe en esta región. Algunas máquinas indican automáticamente cuál es la sustancia que está siendo medida a partir de miles de espectros de referencia almacenados.

Además la peculiaridad de cada espectro IR proporciona un alto grado de especificidad que solo es igualado o superado por pocos métodos analíticos.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de estudio

Retrospectivo: Porque la investigación se basa en hechos ocurridos en el pasado (antecedentes).

Prospectivo: Porque en la investigación se registra la información, según van ocurriendo los fenómenos.

Experimental: Porque la investigación se realizó en los laboratorios de CENSALUD, Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador y Laboratorios López.

Metodología

La metodología se desarrolla en tres etapas:

- Investigación bibliográfica
- Investigación de campo
- Investigación de laboratorio

4.2 Investigación bibliográfica

Se realizó en los siguientes lugares y en sitios de Internet.

- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

-Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

4.3 Investigación de campo

4.3.1 Universo:

Especies vegetales de la flora Salvadoreña que producen colorantes.

4.3.2 Muestra: Pulpa seca de *Coffea arabica*

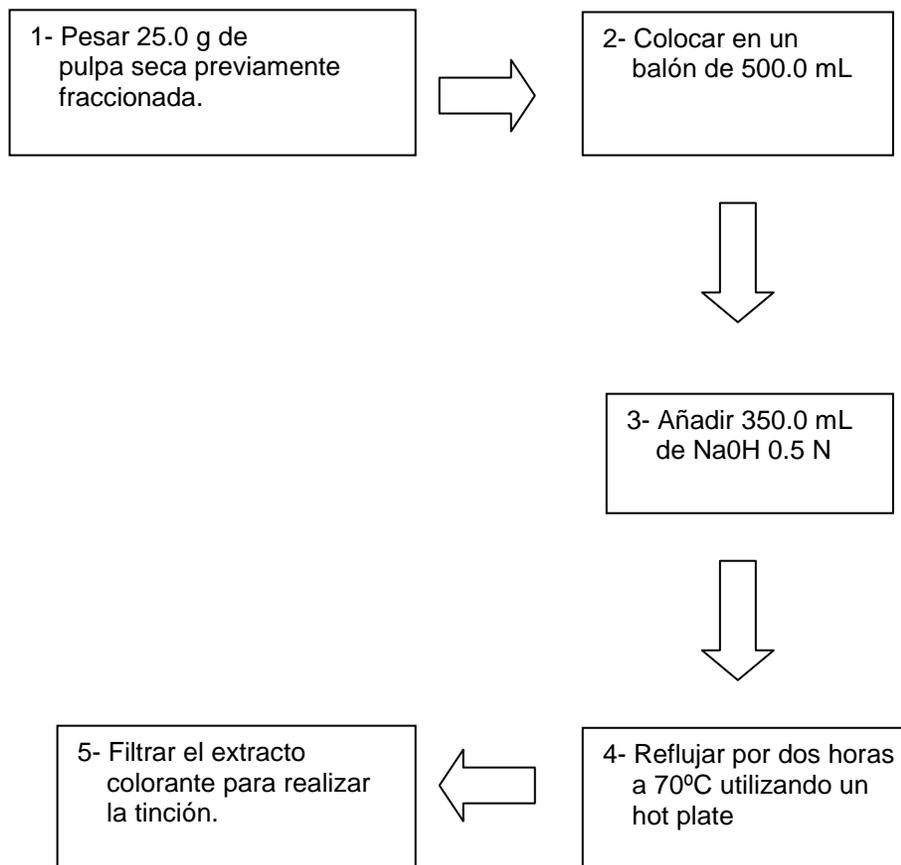
4.3.3 Recolección de la muestra:

La especie vegetal se recolectó en la Finca San Lorenzo en la ciudad de Tonacatepeque Municipio de San Salvador, se encuentra a 702.0 msnm (metros sobre el nivel del mar), es considerada una altitud media para el cultivo, la muestra fue recolectada en el mes de enero de 2008.

4.3.4 Preparación:

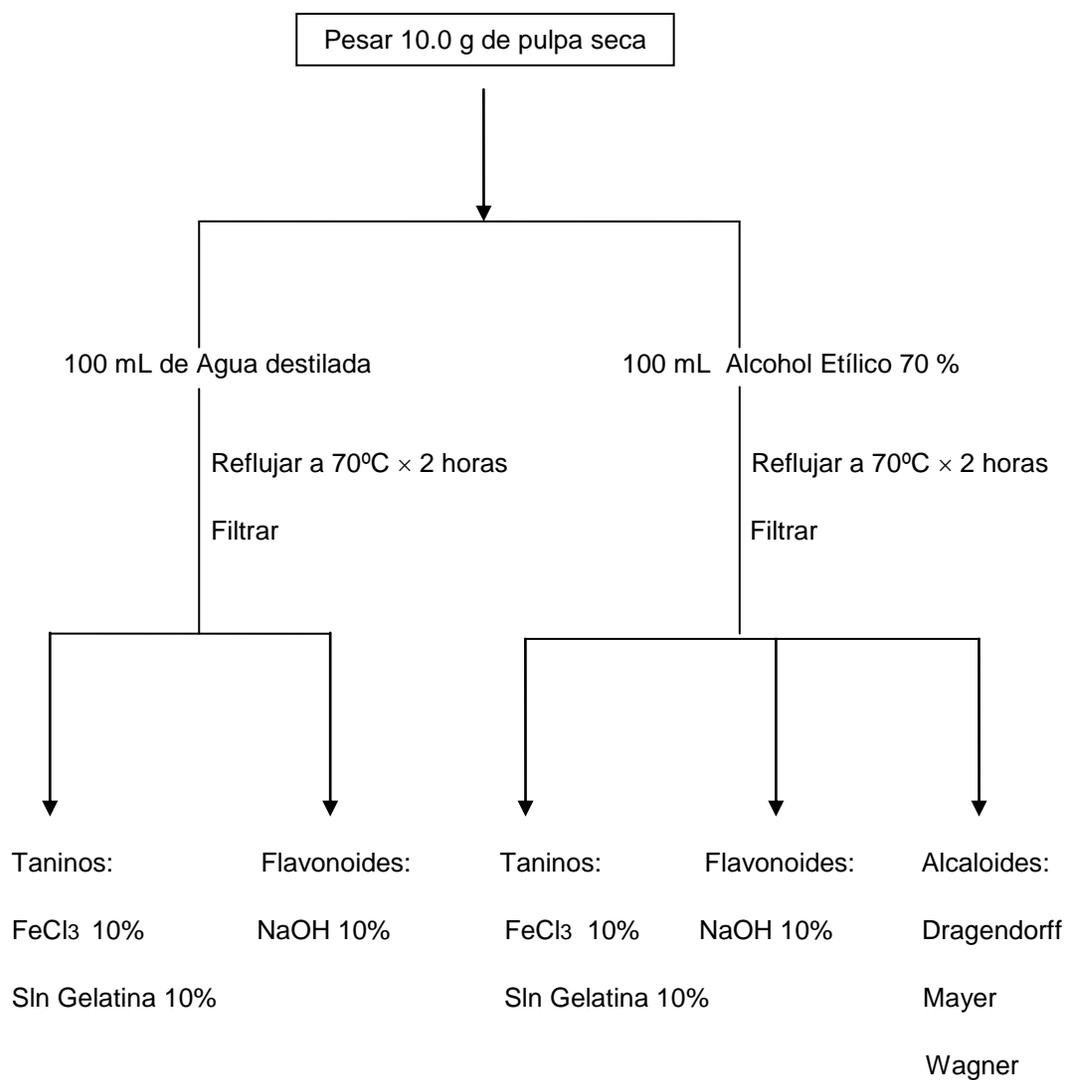
se recolectó el fruto y se obtuvieron 10 libras del fruto maduro de *Coffea arabica*, se lavó con una solución de Hipoclorito de sodio al 10% para eliminar cualquier partícula que pudiera interferir en el proceso, posteriormente se coloca en una bandeja para ser secada a la luz solar, se separó la pulpa seca de la semilla obteniéndose cuatro libras y media, luego se fraccionó manualmente hasta obtener pequeñas fracciones. La cantidad utilizada para la investigación fue de tres libras y media aproximadamente.

4.4 PARTE EXPERIMENTAL



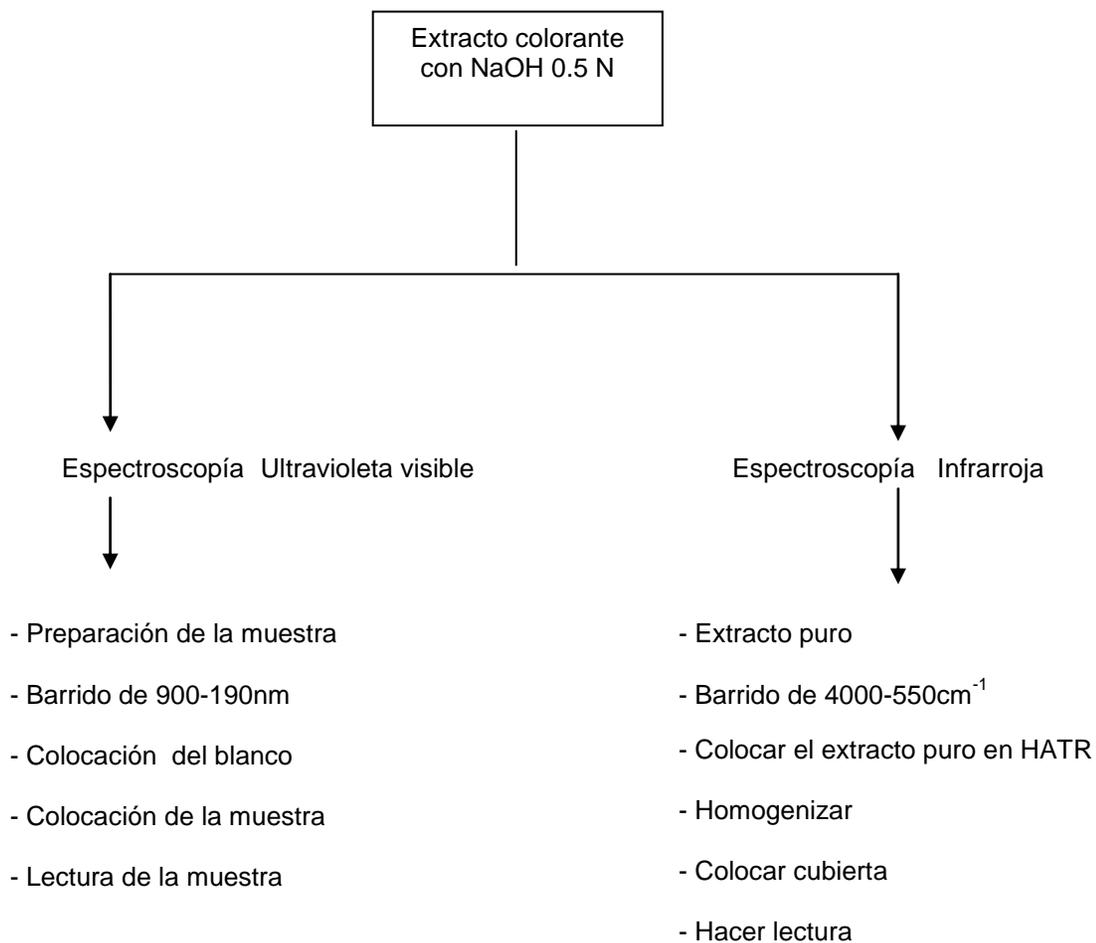
Ver Anexo N° 4

Figura N° 4. Esquema de Proceso de Extracción del colorante de la pulpa seca del café con NaOH 0.5 N.



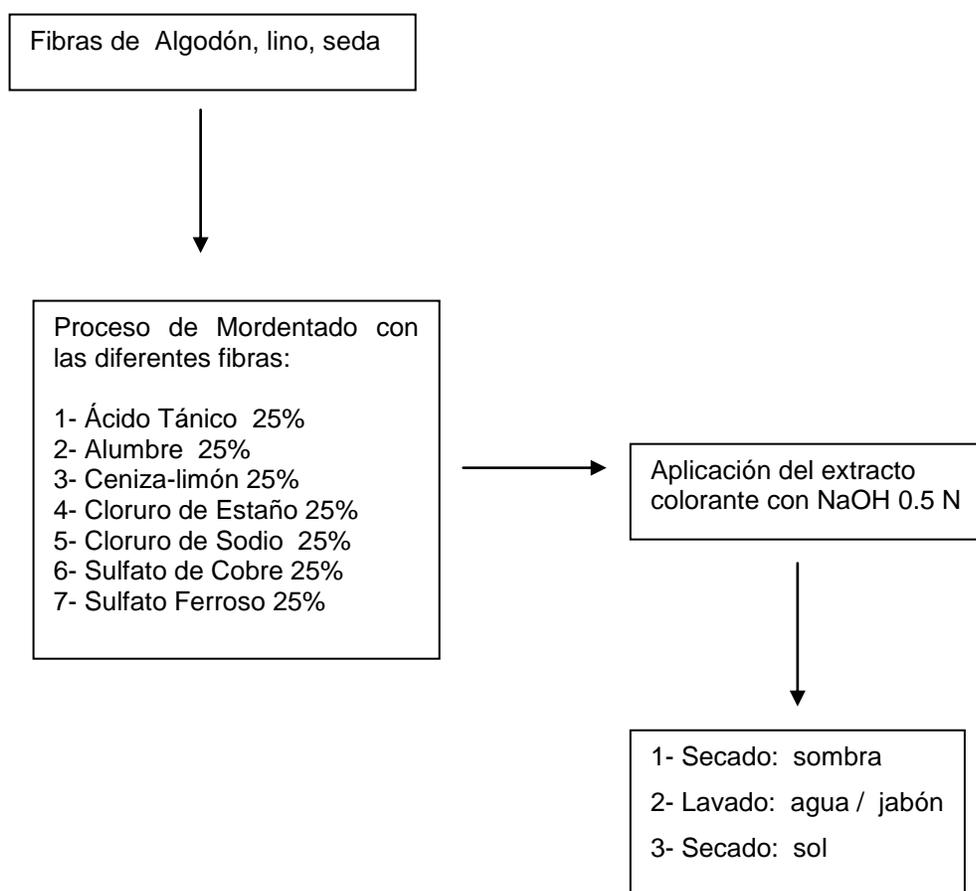
Ver Anexo N° 4

Figura N° 5. Esquema de Proceso de Extracción acuosa y alcohólica de la pulpa seca del *Coffea arabica*, para determinación de metabolitos secundarios.



Ver Anexo N° 4

Figura N° 6. Esquema de Identificación por Espectroscopía Ultravioleta Visible, Espectroscopía Infrarroja en extracto obtenido con NaOH 0.5 N del ***Coffea arabica***.



Ver Anexo N° 4

Figura N° 7. Esquema del Proceso de Tinción del extracto colorante alcalino de la pulpa seca del café en fibras de algodón, lino, seda.

CAPITULO V
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

5.0 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

5.1 Extracción del Colorante

Cuadro N° 3 Extracción del Colorante de la Pulpa seca del Café

Peso	Método	Solvente NaOH 0.5 N	Tiempo	T°	Extracto obtenido	%	Resultados
25.0 g	Reflujo	350.0 mL	2 hrs	70°C	282 mL	94%	Color café-rojizo

Se realizaron dos extracciones utilizando en ambos el método de reflujo y los mismos parámetros, la primera extracción se realizó con 100.0 g de pulpa seca fraccionada (previamente tratada con solución de Hipoclorito de sodio al 10%), para la extracción del colorante se tuvo la dificultad que los 350.0 mL de solvente NaOH 0.5 N, fueron casi absorbidos por la pulpa lo que no permitió que se realizara en su totalidad el proceso de reflujo, se obtuvo una masa coloreada, la cual se filtró utilizando papel filtro de cafetera y luego apelmazada para lograr recolectar la solución colorante, lográndose recolectar 180.0 mL. Por este motivo se optó por disminuir la cantidad de pulpa a 25.0 g manteniendo los mismos parámetros, se tuvo un mejor movimiento de la muestra de pulpa en el solvente, lográndose una mejor filtración con papel filtro de cafetera, recolectando 282.0 mL del extracto. Comparando ambos procesos en la diferencia de pesos de las muestras, se obtiene un 94% de rendimiento del extracto colorante al utilizar 25.0 g de pulpa y un 60% de rendimiento del extracto colorante cuando se utilizan 100.0 g de pulpa. En ambas extracciones el color del extracto no varía siendo este un color café – rojizo.

5.2 Identificación Fitoquímica de Metabolitos Secundarios

Cuadro N° 4. Identificación de Metabolitos Secundarios con Extracto Acuoso de la pulpa seca de café.

Extracto	Metabolitos secundarios	Pruebas	Resultados
Acuoso	Flavonoides	Hidróxido de sodio 10%	Coloración café-anaranjado
	Taninos	Tricloruro de hierro 10% Solución de gelatina 10%	Coloración verde-azulado precipitado color café

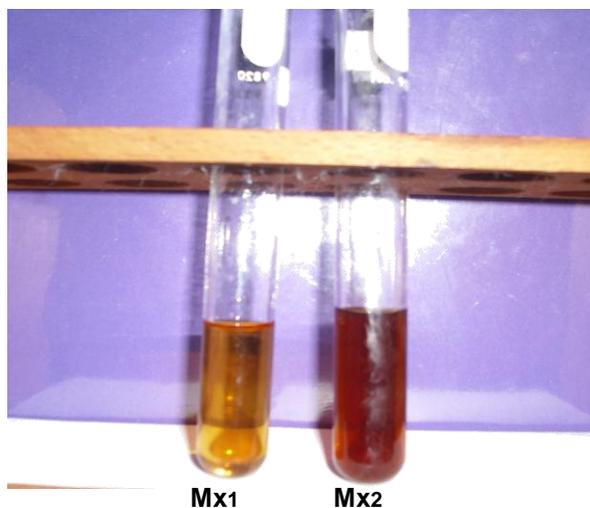


Figura N° 8. Identificación de Flavonoides.

Mx 1 = Referencia

Mx 2 = Identificación con NaOH 10%



Figura N° 9. Identificación de taninos

Mx1 = Referencia

Mx 2 = Identificación con Tricloruro de hierro 10%

Mx 3 = Identificación con Solución de gelatina 10%

La identificación de flavonoides en extracto acuoso se realizó con el reactivo de NaOH 10% se observó una coloración café-anaranjado (Ver Figura N° 8) que indica prueba positiva de flavonoides. Para la prueba de taninos se utilizaron: Tricloruro de hierro 10% el cual presentó una coloración verde-azulada, con la Solución de gelatina al 10% un precipitado color café (Ver Figura N° 9), dando ambas pruebas resultados positivos.

Cuadro N° 5. Identificación de Metabolitos Secundarios con Extracto Alcohólico de la pulpa seca del café.

Extracto	Metabolitos secundarios	Pruebas	Resultados
Alcohólico	Flavonoides	Hidróxido de sodio 10%	Coloración café-anaranjado
	Taninos	Tricloruro de hierro 10%	Coloración verde-azulado
		Solución de gelatina 10%	Precipitado color café
	Alcaloides	Reactivo de Dragendorff	Precipitado anaranjado-rojizo
Reactivo Mayer		Precipitado blanco-amarillento	
Reactivo de Wagner		Precipitado pardo-rojizo	



Figura N° 10. Identificación de Flavonoides.

Mx 1 = Referencia

Mx 2 = Identificación con NaOH 10%

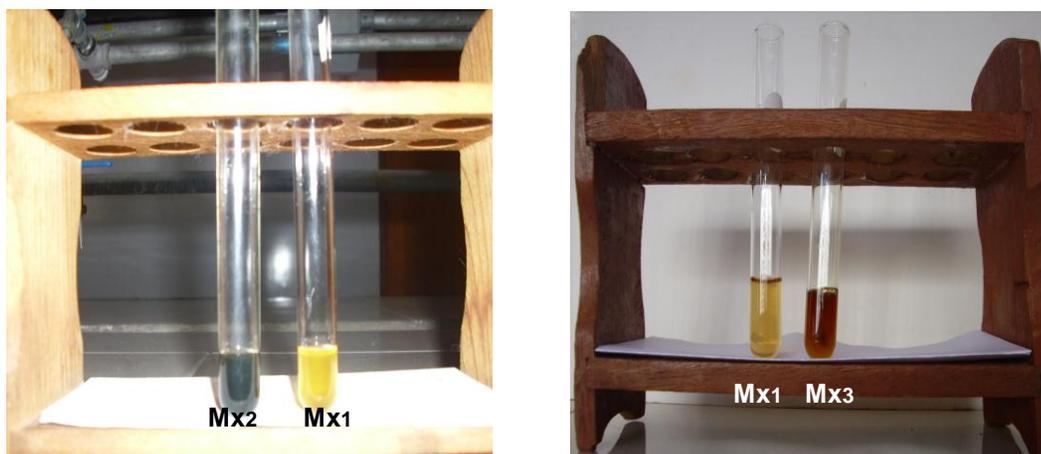


Figura N° 11. Identificación de taninos

Mx1 = Referencia

Mx2 = Identificación con Tricloruro de Hierro 10%

Mx3 = Identificación con Solución de gelatina 10%

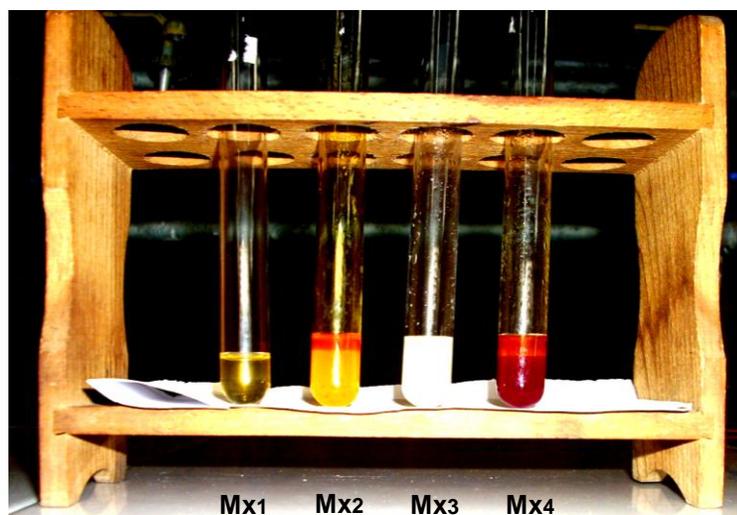


Figura N° 12. Identificación de Alcaloides

Mx 1 = Referencia

Mx 3 = Prueba de Mayer

Mx 2 = Prueba de Dragendorff

Mx 4 = Prueba de Wagner

El desarrollo de color en las pruebas fitoquímicas en el extracto acuoso no fueron muy definidas, ya que este presentó un color muy oscuro y solo se pudo apreciar al exponerlo contra la luz, por este inconveniente se optó por realizar en la extracción alcohólica las pruebas fitoquímicas, donde se confirma claramente la presencia de los metabolitos secundarios, utilizando 10.0 g de pulpa seca con 100.0 mL de alcohol etílico 70% como solvente, se utilizó NaOH al 10% dando un resultado positivo en la prueba de identificación de flavonoides presentando una coloración café anaranjada. Para identificar taninos se utilizó solución de Tricloruro de hierro 10% y solución de gelatina al 10% ambas pruebas dieron resultados positivos dando una coloración verde azulado y un precipitado café respectivamente. La identificación de alcaloides se realizó con el reactivo de Dragendorff donde se formó un precipitado anaranjado-rojizo, con el reactivo de Mayer un precipitado blanco-amarillento y con el reactivo de Wagner se formó un precipitado pardo-rojizo.

La prueba más específica y de mayor interés para este trabajo es la identificación de flavonoides, los cuales son los causantes del color presente en el extracto colorante obtenido de la pulpa seca del café. La coloración café-anaranjado que presenta al reaccionar el extracto alcohólico con hidróxido de sodio al 10% nos da la seguridad de que estén presentes los grupos flavonoles.

5.3 Análisis del Colorante por Espectrofotometría Infrarroja

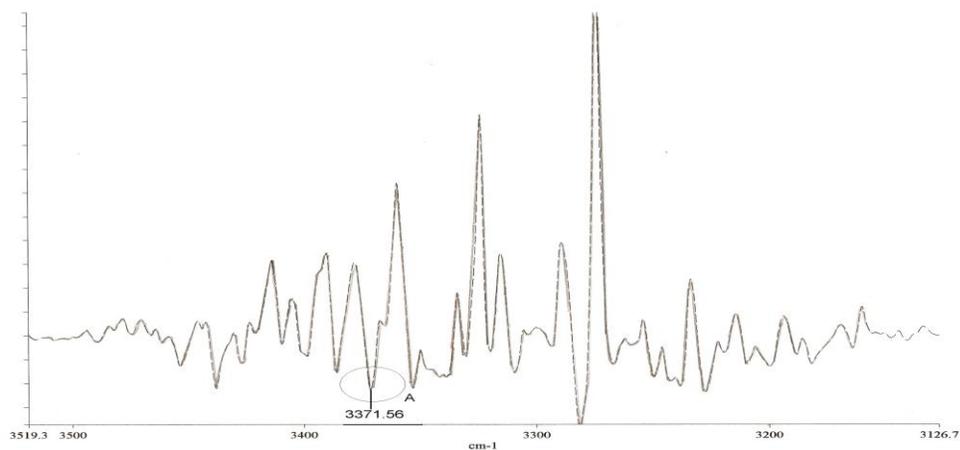


Figura N° 13. Espectro del extracto alcalino de *coffea arabica*

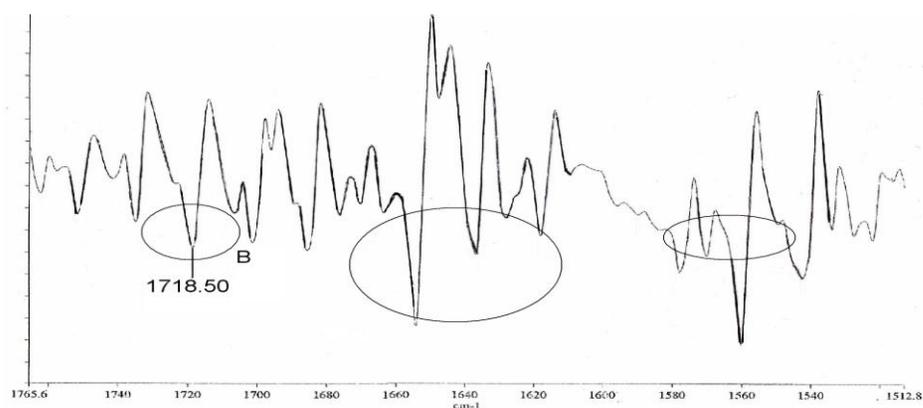


Figura N° 14. Banda del grupo C=O

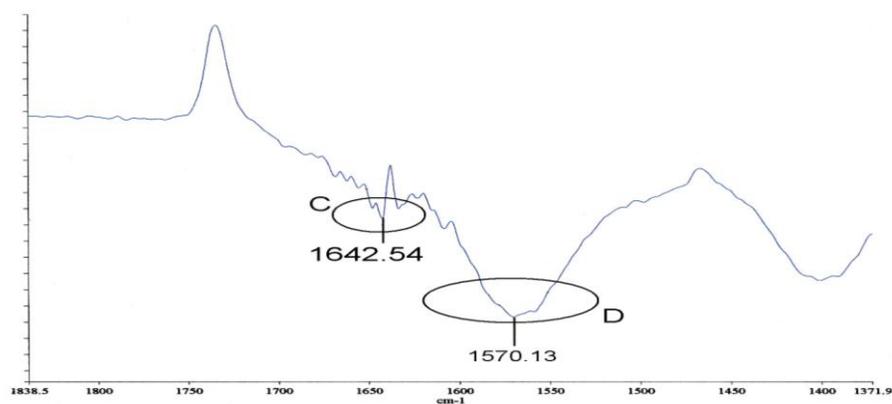


Figura N° 15. Bandas del grupo C=C de alquenos y de fenol

Cuadro N° 6. Resumen de las bandas características del colorante del *Coffea arabica* por Espectroscopía Infrarroja.

Fig.N°	Banda	N° de longitud de Onda teórica cm^{-1}	N° de longitud de Onda práctico cm^{-1}	Inferencia	Intensidad
13	A	3525–3200	3371.56	OH de alargamiento del fenol	Banda fuerte, ancha
14	B	1800–1690	1718.50	C=O de alargamiento de cetonas	Banda fuerte
15	C	1670–1600	1642.54	C=C de alargamiento del alqueno	Banda mediana
15	D	1600–1450	1570.13	C=C de alargamiento del fenol	Banda ancha

En el análisis del colorante por el método de espectroscopía infrarroja, al extracto obtenido con NaOH 0.5 N se le realizó lectura directa.

La Figura N° 13 muestra el corrido del espectro infrarrojo en un rango de $\lambda = 3519.3 - 3126.7 \text{ cm}^{-1}$, donde se localiza una banda (A) muy definida a una $\lambda = 3371.56 \text{ cm}^{-1}$ que corresponde al grupo de los OH de alcoholes y fenoles ($\lambda = 3525-3200 \text{ cm}^{-1}$).

La Figura N° 14 define el pico correspondiente al grupo C=O de las cetonas a una $\lambda = 1718.50 \text{ cm}^{-1}$ (B) el cual se encuentra en el rango de $\lambda = 1800-1690 \text{ cm}^{-1}$.

En esta misma figura se observan bandas muy cercanas a los rangos de

longitudes de onda de los grupos C=C de alquenos ($\lambda = 1670-1600\text{cm}^{-1}$) y grupos C=C de los fenoles ($\lambda = 1600-1450\text{ cm}^{-1}$).

Por tal razón se amplió el espectro en los rangos de $\lambda=1838.5-1371.9\text{ cm}^{-1}$ las cuales se encuentran en la Figura N° 15, donde se encuentra la banda (C) del C=C del alargamiento del grupo alqueno a una $\lambda=1642.54\text{ cm}^{-1}$. También se observa una banda muy característica a una $\lambda=1570.13\text{ cm}^{-1}$ (D) que corresponde al grupo C=C de los fenoles.

5.4 Análisis del Colorante de la pulpa seca de café por Espectrofotometría

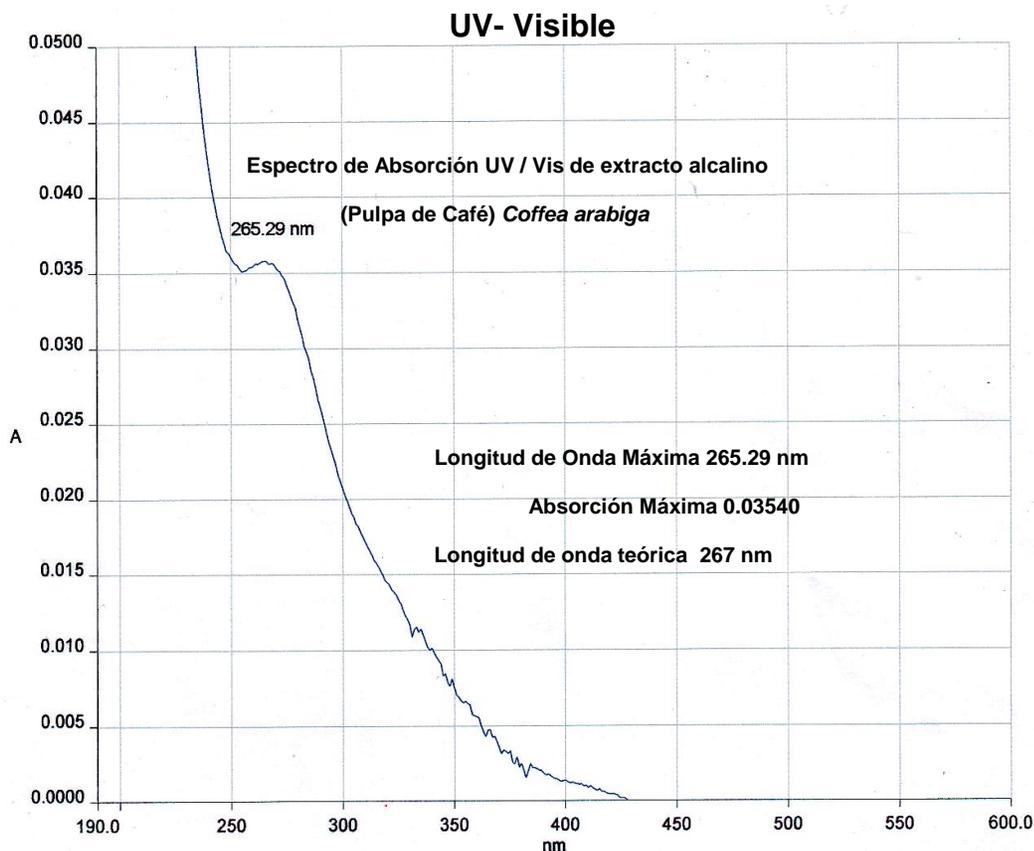


Figura N° 16. Espectro UV – Visible del Extracto Alcalino

Para el análisis del colorante por el método de espectroscopia UV – Visible se utilizó el extracto obtenido con solución de Hidróxido de Sodio 0.5 N, a la que se le realizaron diluciones para facilitar la lectura (Ver Anexo N° 5, Figura N° 37). Se aprecia un máximo de absorbancia $\lambda = 265.29$ nm, que indica que se encuentra dentro del rango de longitud de onda a la que absorben los grupos flavonoles.

A la vez se determinó una longitud de onda teórica, utilizando la tabla Fiesser-Kunh (Ver Anexo N° 6) y se presenta una estructura base del flavonol causante

del color, ya que esta fue tomada para la identificación de las bandas características del espectro UV-Visible, obteniéndose como resultado $\lambda = 267$ nm, que se encuentra próxima al valor experimental del espectro UV – Visible. Según la longitud de onda obtenida del espectro UV – Visible y el cálculo de longitud de onda teórica de la estructura base del flavonol (Ver Anexo N° 7, Figura N° 39), se infiere que existe la probabilidad de que este sea el causante del color del extracto de la pulpa seca del café, por que la bibliografía reporta un rango longitud de onda (250 - 280nm) a la que absorben estos grupos. (Ver Anexo N° 8)

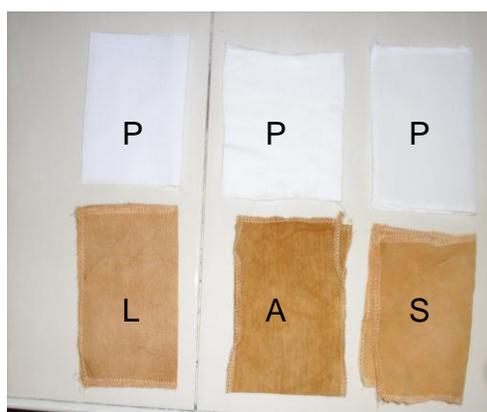
5.5 Comparación del poder de Tinción del Extracto Colorante

Cuadro N° 7. Comparación del poder de tinción del extracto colorante de la pulpa seca de *Coffea arabica* , utilizando mordientes al 25%

Mordiente	Telas	Coloración
Sulfato Ferroso 25%	Lino Algodón Seda	Café Café intenso Café claro
Alumbre 25%	Lino Algodón Seda	Beige no homogéneo Ligeramente café Beige no homogéneo
Sulfato de Cobre 25%	Lino Algodón Seda	Ligeramente café claro Poca fijación del color verde No se fija el color
Cloruro de Sodio 25%	Lino Algodón Seda	Beige Café claro No se fija el color
Cloruro de Estaño 25%	Lino Algodón Seda	Café claro Café oscuro Café claro
Ceniza-Limón 25%	Lino Algodón Seda	Poca fijación del color beige Café Poca fijación del color beige
Ácido Tánico 25%	Lino Algodón Seda	Café claro Café oscuro Poca fijación del color beige
Colorante Sin Mordiente	Lino Algodón Seda	Poca fijación del color beige Poca fijación del color beige No se fija el color

Al realizar el proceso de tinción se utilizaron mordientes al 25% y diferentes tipos de telas: algodón, lino, seda; las telas se sumergieron en cada mordiente por un período de 30 minutos, removiendo constantemente, posteriormente las telas mordentadas fueron introducidas en el extracto colorante obtenido con NaOH 0.5 N, se calentaron por 15 minutos a una temperatura no superior a 70°C, se dejaron reposar por dos días, en este período de tiempo se tuvo la precaución de remover las telas por la mañana y por la tarde, para lograr una tinción homogénea, las telas se retiraron del extracto, se secaron a la sombra, fueron lavadas con agua y jabón, secado final al sol obteniéndose los siguientes resultados:

Fibras teñidas con extracto de la pulpa seca del café, utilizando Sulfato ferroso al 25%



P = Telas patrón

L = Lino

A = Algodón

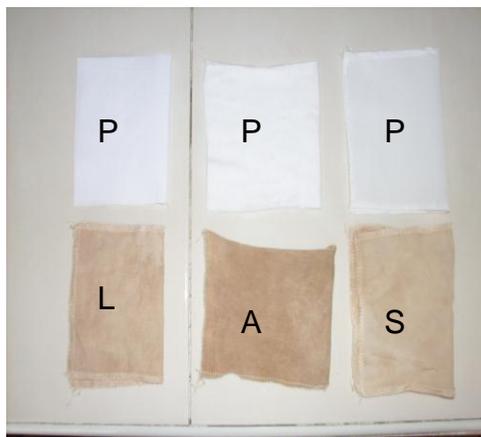
S = Seda

Figura N°. 17. Fibras de Lino,
Algodón, Seda

El sulfato ferroso logró fijar el colorante en las diferentes telas, luego del proceso de lavado con suficiente agua y jabón, las telas desprendieron poca

cantidad de colorante, obteniéndose las tonalidades plasmadas en la Figura N° 17. El lino un color café, algodón color café intenso, seda un color café claro.

Fibras teñidas con extracto de la pulpa seca del café, utilizando Alumbre al 25%



P = Telas patrón

L = Lino

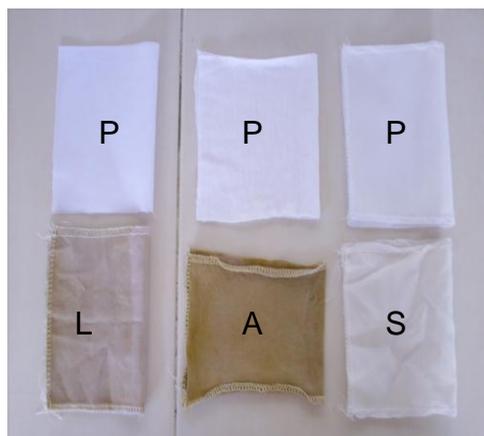
A = Algodón

S = Seda

Figura N° 18. Fibras de Lino, Algodón, Seda

Con el alumbre la absorción del colorante no es uniforme, porque el desprendimiento del colorante fue mucho después del proceso de lavado, se presentan los siguientes resultados: en las telas de lino y seda se observó un color beige el cual no es homogéneo ya que parte de la tela se ve clara, en cambio en algodón la fijación del colorante es completa proporcionando un color ligeramente café como se observa en la Figura N° 18.

Fibras teñidas con extracto de la pulpa seca del café, utilizando Sulfato de cobre al 25%



P = Telas patrón

L = Lino

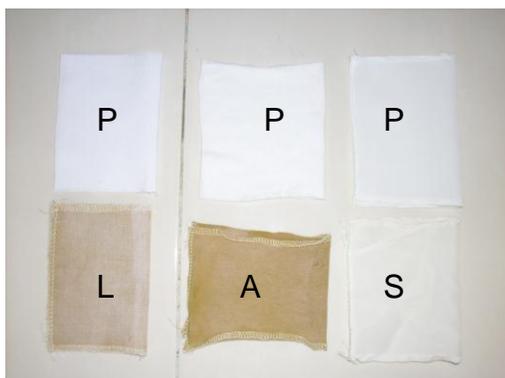
A = Algodón

S = Seda

Figura N° 19. Fibras de Lino,
Algodón, Seda

El mordiente sulfato de cobre precipita al entrar en contacto con el colorante, por que reacciona con el Hidróxido de Sodio formando un precipitado $\text{Cu}(\text{OH})_2$ de color verde que no permite una retención homogénea del colorante en las diferentes telas, dando los siguientes resultados: en lino un color ligeramente café claro y manchas de color verde en el contorno de la tela, en algodón un color verde no uniforme, no hubo fijación en la seda como se muestra en la Figura N° 19.

Fibras teñidas con extracto de la pulpa seca del café, utilizando Cloruro de sodio al 25%



P = Telas patrón

L = Lino

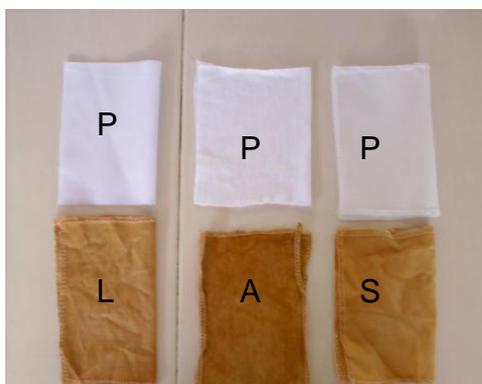
A = Algodón

S = Seda

Figura N° 20. Fibras de Lino, Algodón, Seda

La Figura N° 20 muestra el efecto del mordiente cloruro de sodio en las telas de lino y algodón el colorante se fija en forma homogénea presentando un color beige y café claro respectivamente. Por la estructura química que presenta la seda, el cloruro de sodio no pudo romper sus enlaces por lo que el colorante no se fijó en la tela.

Fibras teñidas con extracto de la pulpa seca del café, utilizando Cloruro de estaño al 25%



P = Telas patrón

L = Lino

A = Algodón

S = Seda

Figura N° 21. Fibras de Lino, Algodón, Seda

Con el cloruro de estaño, en lino se presentó un color café claro, en algodón un color café oscuro y en seda un color café claro (Figura N° 21).

Fibras teñidas con extracto de la pulpa seca del café, utilizando Ceniza-limón al 25%

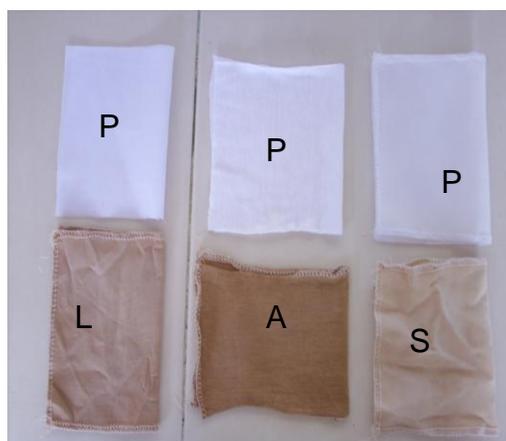


Figura N° 22. Fibras de Lino,
Algodón, Seda

P = Telas patrón

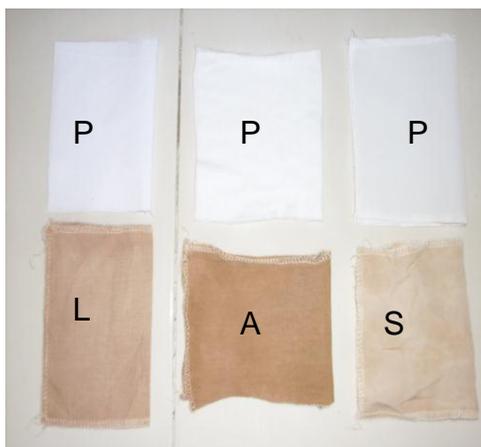
L = Lino

A = Algodón

S = Seda

Con el mordiente ceniza – limón en el lino parte del colorante se fija en la tela quedando partes más claras de un color beige, en el algodón la retención del colorante es completa presentando un color café, en la seda no se fijó completamente el colorante presentando una coloración beige no homogénea (Figura N° 22).

Fibras teñidas con extracto de la pulpa seca del café, utilizando Acido tánico al 25%



P = Telas patrón

L = Lino

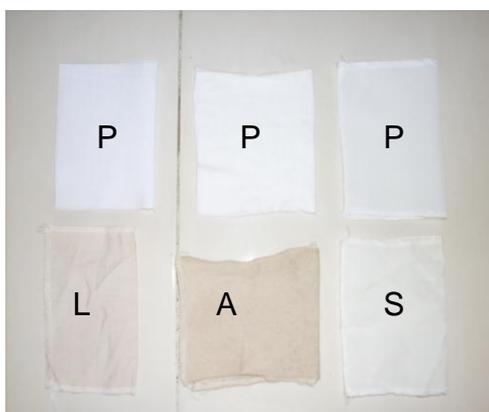
A = Algodón

S = Seda

Figura N° 23. Fibras de Lino, Algodón, Seda

Con el ácido tánico se logró obtener un color café claro en lino, café oscuro en algodón y en la seda un color beige no homogéneo (Figura N° 23).

Fibras teñidas con el extracto colorante de *Coffea arabica* sin utilizar agente mordiente.



P = Telas patrón

L = Lino

A = Algodón

S = Seda

Figura N° 24. Fibras de Lino, Algodón, Seda

En la tinción con el extracto colorante sin la utilización de agente mordiente, las telas de lino y algodón no resisten bien el proceso de lavado, presentando un color beige no homogéneo, en la tela de seda se eliminó completamente el colorante durante el proceso de lavado. (Figura N° 24)

El Lino y el Algodón son fibras de origen vegetal, por estar formadas por fibras celulósicas son más vulnerables al rompimiento de los puentes de hidrógeno que la forman, por lo que permiten que los diferentes agentes mordientes utilizados en la investigación rompan estos enlaces, para que el extracto colorante de ***Coffea arabica*** logre una fijación en las fibras.

La seda, fibra de origen animal, está compuesta por una serie de moléculas proteicas de estructuras alargadas unidas unas a otras, estas cadenas a su vez se encuentran enlazadas entre sí en forma paralela por eslabones laterales formadas por puentes de hidrógeno y de sulfuros. Estos puentes sulfurados son más fuertes y difíciles de romper. Los agentes mordientes alumbre, cloruro de estaño, ácido tánico, al 25% logran romper parcialmente los puentes de hidrógeno presentando una tinción no homogénea, sulfato de cobre, cloruro de sodio, ceniza-limón, al 25% no rompieron ninguno de los enlaces por lo que no se presentó una coloración en la fibra, solo el sulfato ferroso al 25% fue capaz de romper estos enlaces, presentando una mejor fijación del colorante obtenido de la pulpa seca del café.

De todas las tinciones realizadas con el extracto colorante de la pulpa seca del *Coffea arabica* obtenido con NaOH 0.5 N. Se seleccionaron los agentes mordientes al 25% sulfato ferroso, cloruro de estaño, ceniza-limón por haber presentado una mayor fuerza de retención del color durante el proceso de lavado (el desprendimiento del colorante fue insignificante) en las fibras de algodón, lino, seda, obteniéndose una absorción uniforme de las diferentes tonalidades. (Figuras N° 25 – 30)

FIBRAS TEÑIDAS CON SULFATO FERROSO AL 25 %



Figura N° 25. Fibra de algodón



Figura N° 26. Fibra de lino



Figura N° 27. Fibra de seda

FIBRAS TEÑIDAS CON CLORURO DE ESTAÑO AL 25 %

Figura N° 28. Fibra de lino



Figura N° 29. Fibra de algodón

FIBRA TEÑIDA CON CENIZA- LIMÓN AL 25%

Figura N° 30. Fibra de algodón

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6. 0 CONCLUSIONES

1. Al utilizar cantidades pequeñas de pulpa en el método de reflujo y mantener los parámetros constantes; temperatura, volumen, tiempo de extracción, se obtiene una mejor extracción y mayor porcentaje de rendimiento de la solución colorante ya que existe una mayor superficie de contacto para que se mezcle la pulpa con el solvente.
2. En la identificación de los metabolitos secundarios taninos y flavonoides en el extracto alcohólico de la pulpa seca del café, las reacciones colorimétricas se apreciaron mejor ya que este extracto es traslúcido; el extracto acuoso su color es oscuro por lo que las reacciones de identificación solo se pudieron apreciar al exponerlo contra la luz.
3. La prueba de identificación de flavonoides, con Hidróxido de Sodio al 10% indica la presencia de flavonoles, los cuales le dan origen al color en el extracto de la pulpa seca del ***Coffea arabica***.
4. Las bandas seleccionadas en el espectro IR, muestran los grupos principales de un flavonol, el puede ser el responsable del colorante natural del extracto obtenido en esta investigación.

5. El rango de longitud de onda encontrada en la literatura para un espectro UV-Vis de los grupos flavonoles es de 250- 280nm, comparado con la longitud de onda experimental (265.29nm) y la longitud de onda teórica (267nm); se infiere que la estructura presente en el extracto colorante de la pulpa seca de ***Coffea arabica*** puede ser un flavonol.

6. El lino y algodón por ser fibras de origen vegetal están constituidas por fibras celulósicas formadas por puentes de hidrógeno, estos puentes son fáciles de romper es por eso que los mordientes empleados lograron romperlos, permitiendo que el extracto colorante de la pulpa seca del café se fije en cada una de las telas.

7. La seda presenta una mejor fijación del colorante al utilizar sulfato ferroso al 25% como mordiente, las moléculas de este son atraídas fuertemente al polímero de la fibra textil, logrando romper los enlaces de hidrógeno y sulfuro que componen la estructura de la fibra facilitando la afinidad del colorante a la seda, para poder resistir el proceso de secado y lavado al que fue sometido.

8. Los mordientes Sulfato Ferroso 25%, Cloruro de Estaño 25%, Ceniza – Limón 25%; son los que mejor realizaron su efecto de fijación en las telas de lino, algodón y seda, ya que estas al ser lavadas y secadas mantuvieron su color.

9. El extracto colorante al entrar en contacto con las telas premordentadas con sulfato de cobre 25%, se forma un precipitado de color verde por la reacción que ocurre entre el hidróxido de sodio y el sulfato de cobre, dificultando la tinción, presentando en las telas una coloración no uniforme que no resisten el proceso de lavado.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7. 0 RECOMENDACIONES

1. En futuras investigaciones utilizar cantidades pequeñas de muestra, para que la pulpa y el solvente tenga mayor espacio de movimiento en el método de reflujo y así lograr un mayor rendimiento del extracto colorante.
2. Realizar otros tipos de análisis como espectrofotometría de masas y resonancia magnética nuclear, que confirme la estructura del flavonol u otro metabolito responsable del color.
3. En futuros trabajos de investigación, donde se desee obtener un colorante natural, realizar primero pruebas de tinción y luego el mordentado, para conocer si hay fijación del colorante en fibras naturales o sintéticas y utilizar otros tipos de mordientes naturales (cal, vinagre, orina humana.) para lograr otra gama de tonalidades.
4. Utilizar los mordientes seleccionados y el extracto colorante de la pulpa seca, con otro tipo de fibras naturales (manta cruda, lana, nylon.)

5. Que la Universidad de El Salvador de a conocer este tipo de trabajos por medio de congresos sobre colorantes naturales para las áreas: textil, alimenticia, pintura, farmacéutica, cosmética respaldados con análisis toxicológicos y clínicos, para disminuir el uso de colorantes sintéticos.
6. Utilizar diferente calidad de Hidróxido de Sodio (industrial, técnico, reactivo) manteniendo los parámetros constantes: temperatura, volumen, muestra, mordiente, para evaluar si el extracto colorante mantiene sus características físicas.
7. Realizar método de liofilización al extracto colorante de la pulpa seca del ***Coffea arabica*** y obtener un colorante en polvo que puede ser utilizado en la industria textil y posteriormente realizarle pruebas de estabilidad.
8. Incentivar al estudiante de Química y farmacia que realice trabajos de investigación, encaminados a la sustitución de colorantes sintéticos a partir de material de desecho de la flora Salvadoreña y así poder contribuir a disminuir la contaminación del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Christie R.M, La Química del Color, 1ª Edición, España, Editorial ACRIBIA,S.A 2003. Pág. 24,26, 27.
- 2- Costé R. El Café, 1ª Edición, España, Editorial Blume, 1969.Pág. 245
- 3- Domínguez X.A, Métodos de Investigación Fitoquímica. 1ª Edición, México, Editorial Limusa 1973. Pág. 211, 213,215, 218.
- 4- Facultad de Química y Farmacia Universidad de El Salvador, Manual de Farmacognosia, Ciclo I - 2006.
- 5- Grupo Editorial Océano. 1992. Diccionario Enciclopédico Ilustrado Océano Uno. Colombia.
- 6- Instituto Nacional del Café, Monografía del Café, 3ª Edición, 1988, Pág 3, 11, 25.
- 7- Kirk, R.E y otros. 1961, Enciclopedia de Tecnología Química, 1ª Edición en español. México, Editorial Hispano-americana. Vol 5. Pág. 131,132.
- 8- Kuklinski C. Farmacognosia, Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural, 1ª Reimpresión, España, Edición Omega, S.A, 2000, Pág. 32,33.
- 9- Morrison y Boyd, Química orgánica, 5ª Edición, México, 1998, Editorial Addison Wesley Longman. Pág. 1074.

- 10- Font Quer, Diccionario de Botánica. Editorial Labor, S. A – Escoles Pies, Barcelona, 1993.
- 11- Skoog D. A. y otros, Química Analítica, 7ª Edición, México, Editorial McGraw-Hill, 2001. Pág. 567, 631, 633.
- 12- The United States Pharmacopeia Convention.Inc.The United States Pharmacopeia Twenty-seventh. Revisions. USA 2004.
- 13- <http://articulos.infojardin.com/Frutales/fichas/cafetos-cafetero-planta-del-cafe-coffee-arabica.htm> Consultado 1 febrero 2008
- 14- <http://www.nodo50.org/espanica/obtencion.html> Consultado 1 febrero 2008
- 15- <http://es.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9> Consultado 3 marzo 2008
- 16- <http://www.elergonomista.com/fitoterapia/cafe.htm>
Consultado 18 febrero 2008
- 17- <http://www.cafesdemexico.com/composicion.htm> Consultado 22 febrero/08
- 18- <http://www.deiman.com.mx/es/exportaci-n/15.html>
Consultado 30 enero 2008
- 19- <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=3312>
Consultado 30 enero 2008
- 20- <http://www.cucba.udg.mx/new/informacionacademica/coaxican/categorías/color2.htm> Consultado 30 enero 2008
- 21- <http://portalalimentos.com.ar/home/recipedisplay.php?id=13>
Consultado 2 marzo 2008

- 22- <http://html.rincondelvago.com/colorantes-y-conservantes.html>
Consultado 6 febrero 2008
- 23- <http://html.rincondelvago.com/colorantes.html> Consultado 6 febrero 2008
- 24- <http://www.geocities.com/cucba/tincionartesanal.html>
Consultado 18 febrero 2008
- 25- <http://www.edym.com/CD-tex/2p/tintura/cap13.htm>
Consultado 21 febrero 2008
- 26- http://www.artesantiasdecolombia.com.co/documentos/documentos_public/pcajias.htm Consultado 4 febrero 2008
- 27- http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscop%C3%ADa_ultravioleta-visible
Consultado 25 febrero 2008
- 28- http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_infrarroja
Consultado 22 febrero 2008
- 29- <http://www.ico.org/documents/ed1967c.pdf> Consultado 25 febrero 2008
- 30- <http://www.cedeco.or.cr/documentos/caracterizacion%20del%20cafe.pdf>
Consultado 25 febrero 2008
- 31- <http://www.fao.org/docrep/t0692s/t0692s08.htm> Consultado 20 febrero 2008
- 32- http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/43_6UAQ_MunozTavera.pdf Consultado 28 febrero 2008
- 33- <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P664.022CDC756/capitulo1.Pdf>. Consultado 7 mayo 2009

GLOSARIO ⁽⁵⁾ ⁽¹⁰⁾

- **Aliso:** árbol que alcanza hasta dos metros de altura, de hojas escotadas en el ápice que crece a menudo en el borde del agua.
- **Apergaminado:** pergamino, piel de la res, raída, adobada y estirada que sirve para diferentes usos.
- **Arcilla:** roca sedimentaria clásica poco consolidada, constituida por una mayoría de partículas de tamaño uniforme, se utiliza como materia prima en la industria ladrillera y cerámica.
- **Artemisa:** planta olorosa, compuesta, de tallo herbáceo y flores de color blanco amarillento de uso medicinal.
- **Astenia:** estado de fatiga y agotamiento sin causa orgánica.
- **Biocombustible:** combustible de origen biológico que no contamina.
- **Cafeína:** alcaloide blanco obtenido del café, del té y de otros vegetales.
- **Campeche:** madera dura y negruzca, procedente de un árbol de la familia *Papilionáceas* usada para teñir.
- **Casco:** pedazo de una vasija, ladrillo, etc.
- **Celulosa:** glucósido polisacárido que forman las membranas de las células vegetales.
- **Chilca:** arbolillo balsámico y resinoso, de hoja verde clara y flor amarilla, originario del mediterráneo.
- **Diurético:** fármaco u otra sustancia que tiende a promover la formación y excreción de orina.

- **Endocarpio:** endocarpo. Capa interna del pericarpio que suele corresponder a la epidermis interna o superior de la hoja carpelar.
- **Endosperma:** tejido reservantes de las semillas, formado en el saco embrional como consecuencia de un núcleo secundario espermático, procedente del tubo polínico.
- **Hormigón:** aglomerado artificial de piedras menudas, grava y arena cohesionadas mediante un aglutinamiento hidráulico.
- **Líquenes:** división de vegetales criptogámicos constituidas por la asociación de una especie de hongos y otra de algas.
- **Mesocarpo:** mesocarpo, lo que esta entre dos cosas.
- **Molle:** planta arbórea de mediano tamaño propia de América Central y meridional de hojas compuestas y muy poco dentadas perteneciente a la familia *anacardiáceas*.
- **Nylon:** material sintético de índole nitrogenado del que se hace filamentos elásticos muy resistentes.
- **Orejón:** estípula, pequeño apéndice membranoso o foliáceo. Que se encuentra en el punto de inserción de las hojas.
- **Pectina:** polisacárido de alto peso molecular, de naturaleza gélica y gran viscosidad.
- **Pericarpio:** parte del fruto, que rodea la semilla y la protege contra las inclemencias del cielo y los animales.

- **Peristaltismo:** contracciones coordinadas, rítmicas del músculo liso que fuerzan el desplazamiento de los alimentos a través del conducto digestivo, la bilis a través del conducto biliar y la orina a través de los uréteres.
- **Permeable:** que puede ser penetrado por el agua u otro fluido.
- **Plaga:** daño grave o enfermedad que sobreviene a una planta.
- **Precipitar:** producir en una disolución una materia sólida que cae al fondo de un beaker.
- **Radiación:** emisión de ondas por parte de una fuente.
- **Rayón:** nombre de diversas fibras textiles artificiales obtenidas a partir de la celulosa regenerada.
- **Reflujo:** flujo de un líquido en sentido inverso al flujo anterior.
- **Subsuelo:** parte profunda del terreno a la cual no llegan los aprovechamientos superficiales.
- **Tara:** planta arbustiva de la familia **cesalpiniáceas**, de cuya madera se extrae un tinte.
- **Tegumento:** todo órgano o parte orgánica que envuelve a otro y le presta protección.
- **Teñir:** dar a una cosa un color distinto al que tenía.
- **Yute:** tejido basto que sirve para hacer tela de saco, que se obtiene de los tallos de una planta de la familia **tiliáceas**, cultivada en la India, Bangladesh y China.

ANEXOS

ANEXO N° 1

MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS

MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS

Materiales:

- Beaker de 100, 250, 400, 500 mL
- Embudo de vidrio
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Vidrio de reloj
- Balón volumétrico de 100, 500 mL
- Ampollas de separación
- Beaker plástico de 100, 250 mL
- Cápsula de porcelana
- Agitador de vidrio
- Probeta de 100, 10 mL
- Frasco plástico
- Frascos de vidrio ámbar
- Espátula/microespátula
- Goteros
- Pizeta
- Mangueras
- Pinzas de sostén
- Pinzas de extensión
- Trípode

- Papel toalla
- Toallas
- Guantes
- Mascarilla
- Muestras de tela algodón, lino, seda.

Equipo:

- Baño maría
- Balanza analítica
- Balanza semianalítica
- Balanza granataria
- Hot plate
- Termómetro
- Espectrofotómetro Infrarrojo
- Espectrofotómetro Ultravioleta Visible
- Aparato de reflujo

Reactivos:

- Hidróxido de sodio 0.5 N
- Tricloruro de hierro 10%
- Hidróxido de sodio 10%
- Ácido clorhídrico 1 N
- Reactivo de Mayer
- Reactivo de Wagner

- Reactivo de Dragendorff
- Cloruro de Sodio 25%
- Alumbre 25%
- Sulfato Ferroso 25%
- Acido Tánico 25%
- Sulfato de Cobre 25%
- Cloruro de Estaño 25%
- Ceniza- limón 25%
- Agua destilada
- Solución de gelatina 10%
- Agua libre de CO₂
- Cloroformo

ANEXO N° 2

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

PREPARACIÓN DE REACTIVOS. (12) (3)

- ÁCIDO CLORHÍDRICO 1 N

Medir con bureta 83.51 mL de ácido clorhídrico al 37% p/p de pureza y densidad 1.18g / mL. Colocar en un beaker aproximadamente 500 mL de agua destilada, en baño de agua fría y agregar el ácido lentamente con agitación constante. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen. Envasar.

- REACTIVO DE MAYER

Disolver 1.358 g de cloruro de mercurio en 60.0 mL de agua destilada. Disolver 5.0 g de yoduro de potasio en 10.0 mL de agua destilada. Mezclar las dos soluciones y diluir con agua destilada a 100.0 mL.

- REACTIVO DE WAGNER

Disolver 500.0 mg de yodo y 1.5 g de yoduro de potasio en 25.0 mL de agua destilada.

- REACTIVO DE DRAGENDORFF

Disolver 1.0 g de subnitrito de bismuto en 3.0 mL de ácido hidrociorhídrico 10M en caliente. Diluir a 20.0 mL con agua destilada y disolver 1.0 g de yoduro de potasio en la mezcla. Si se oscurece el triyoduro de bismuto separar, añadir ácido hidrociorhídrico 2 M más yoduro de potasio.

- TRICLORURO DE HIERRO 10%

Disolver 10.0 g de cloruro de hierro en agua destilada hasta 100.0 mL.

- HIDRÓXIDO DE SODIO AL 10%

Pesar 10.0 g de hidróxido de sodio, disolver con una porción de agua libre de CO₂ luego llevar a volumen de 100.0 mL con el resto de agua libre de CO₂.

- HIDRÓXIDO DE SODIO 0.5 N

Pesar 2.0 g de hidróxido de sodio en un beaker plástico. Disolverlo con 75 mL de agua libre de CO₂, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL. Llevar a aforo con agua libre de CO₂.

ANEXO N° 3

PREPARACIÓN DE AGENTES MORDIENTES

PREPARACIÓN DE AGENTES MORDIENTES

- Cloruro de Sodio al 25%

Pesar 25 g de cloruro de sodio, disolverlo con una porción de agua destilada, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, luego llevar a volumen con agua destilada.

- Alumbre al 25%

Pesar 25 g de Alumbre disolverlo con una porción de agua destilada, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, luego llevar a volumen con el resto de agua destilada.

- Sulfato Ferroso al 25%

Pesar 25 g de Sulfato Ferroso disolverlo con una porción de agua destilada, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, luego llevar a volumen con agua destilada.

- Ácido tánico al 25%

Pesar 25 g de Ácido tánico, disolverlo con una porción de agua destilada, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, luego llevar a volumen con agua destilada.

- Sulfato de Cobre al 25%

Pesar 25 g de Sulfato de Cobre, disolverlo con una porción de agua destilada, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, luego llevar a volumen con agua destilada.

- Cloruro de Estaño al 25%

Pesar 25 g de Cloruro de Estaño, disolverlo con una porción de agua destilada, transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, luego llevar a volumen con agua destilada.

- Ceniza –Limón al 25%

Pesar 25 g de ceniza colocarla en un beaker de 250 mL agregarle 75.0 mL de agua destilada agitar, luego adicionar 25 mL de jugo de limón y homogenizar.

ANEXO N° 4

PARTE EXPERIMENTAL PROCEDIMIENTOS

Parte experimental. ⁽³⁾⁽⁴⁾

Extracción del colorante de la pulpa seca del Coffea arabica con Hidróxido de Sodio 0.5 N

Pesar 25.0 g de muestra luego colocar en un balón fondo plano de 500.0 mL, adicionar 350.0 mL de NaOH 0.5 N al material vegetal; luego armar el aparato de reflujo utilizando hot plate, ajustando la temperatura a 70° C durante 2 horas. Filtrar la solución en papel de cafetera.

Extracción acuosa y alcohólica de la especie vegetal para realizar pruebas fitoquímicas.⁽³⁾⁽⁴⁾

Pesar 10.0 g de pulpa seca, colocar en un balón fondo plano de 500.0 mL adicionar 100.0 mL de agua destilada al material vegetal; luego armar el aparato de reflujo utilizando hot plate para ajustar la temperatura a 70°C durante 2 horas. Filtrar la solución en papel de cafetera, tomar 30.0 mL del filtrado, para realizar pruebas de identificación de taninos, flavonoides.

Hacer extracción de la especie vegetal utilizando 100.0 mL de alcohol al 70% para identificación de flavonoides, taninos y alcaloides, procediendo de igual forma que el extracto acuoso.

Identificación de Metabolitos Secundarios: (3)(4)

Identificación de Taninos:

-Prueba de Tricloruro de hierro: A 2.0 mL del extracto acuoso agregar 3 gotas de tricloruro de hierro 10%, el resultado es positivo si hay formación de un color azul verdoso.

-Prueba de Gelatina 10%: A 2.0 mL de extracto acuoso agregar 2.0 mL de solución de gelatina, el resultado es positivo si se forma un precipitado de color café.

Identificación de Flavonoides:(3)(4)

-Prueba con Hidróxido de sodio al 10%: Colocar en un tubo de ensayo 5.0 mL del extracto acuoso y añadir 0.5 mL de NaOH 10%, observar resultados.

Flavonas y Flavonoles	—————>	Coloración amarilla
Flavonas e Isoflavonas	—————>	Diferentes tonos de rojo
Chalconas	—————>	Coloración púrpura rojiza
Flavonoles	—————>	Coloración café anaranjado
Antocianinas	—————>	Coloración azul

Proceder de igual forma, en las pruebas de identificación de Taninos y Flavonoides con el extracto alcohólico.

Identificación de Alcaloides en el extracto alcohólico: ⁽³⁾⁽⁴⁾

Reacciones de Precipitación: Tomar 10.0 mL del extracto alcohólico, colocarlo en una cápsula de porcelana evaporar a sequedad en un hot plate, adicionar 10.0 mL de cloroformo y acidificar con 3 gotas de HCl 1 N luego disolver el residuo, colorar en una ampolla de separación, tomar 1 mL de la fase ácida en tres tubos de ensayo y agregar 10 gotas a cada tubo por separado los siguientes reactivos:

Reactivo de Dragendorff: Precipitado anaranjado - marrón

Reactivo de Mayer: Precipitado blanco

Reactivo de Wagner: Precipitados floculentos color marrón.

Preparación de telas con Mordientes al 25%.⁽¹⁷⁾⁽²¹⁾

Para realizar la tinción se utilizaron tres fibras naturales como: algodón, lino, seda; Se comenzó por tratar las fibras lavándolas con jabón y agua fría, para eliminar restos de impurezas. Se utilizaron agentes mordientes al 25% para una mejor fijación del color tales como: ácido tánico, alumbre, ceniza- limón, cloruro de estaño, cloruro de sodio, sulfato de cobre, sulfato ferroso. Se sumergieron las tres muestras de tela en cada una de las soluciones de los diferentes tipos de mordientes preparados, se dejó reposar por 30 minutos, removiendo constantemente.

Procedimiento para la tinción

Las telas mordentadas se sumergieron en el extracto colorante y se calentaron por 15 minutos a temperatura no superior de 70°C , dejar reposar por dos días, teniendo la precaución de remover las telas por la mañana y por la tarde para lograr una tinción homogénea, luego se secaron a la sombra cada una de las fibras, se procedió a lavar las muestras con agua y jabón, se secaron las fibras al sol para observar el grado de tinción. Posteriormente se realizó una comparación visual de las diferentes telas para verificar el poder de tinción.

Identificación por Espectroscopia Infrarroja del Colorante con NaOH 0.5 N

Este se realizó en Laboratorios López procediendo de la siguiente manera.

- Selección del extracto puro
- Barrido del aparato 4000- 550cm⁻¹
- Colocar el extracto puro en el HATR
- Homogenizar
- Colocar cubierta de acero inoxidable
- Hacer lectura

Identificación por Espectroscopia Ultravioleta del Colorante con NaOH 0.5 N

Preparación de la muestra del colorante para la lectura en UV-V

Se procedió a realizar diluciones hasta obtener soluciones transparentes del extracto coloreado, para que permitan ser atravesadas por el haz de luz del equipo y de esta manera facilitar las lecturas en las mismas, este análisis se realizó en las instalaciones de CENSALUD de La universidad de El Salvador.

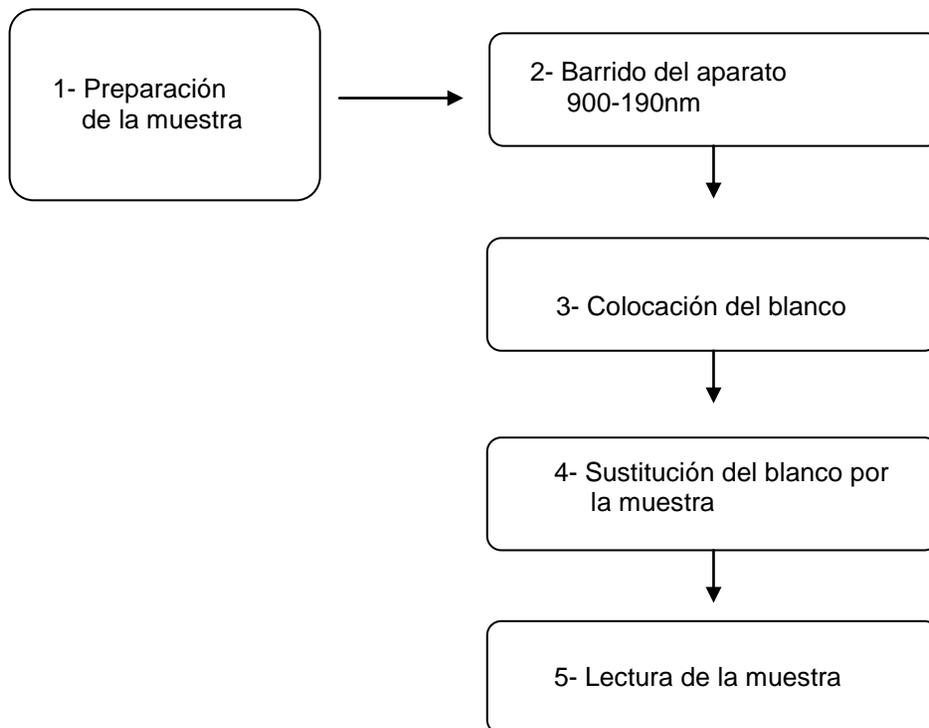


Figura N° 31. Diagrama de lectura directa del colorante de la pulpa seca del café por medio de espectroscopia Ultravioleta Visible

ANEXO Nº 5
FOTOGRAFÍAS

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



Figura N° 32. Muestras de *Coffea arabica*



Figura N° 33. Pesada de la pulpa seca



Figura N° 34. Extracción del colorante con NaOH 0.5 N

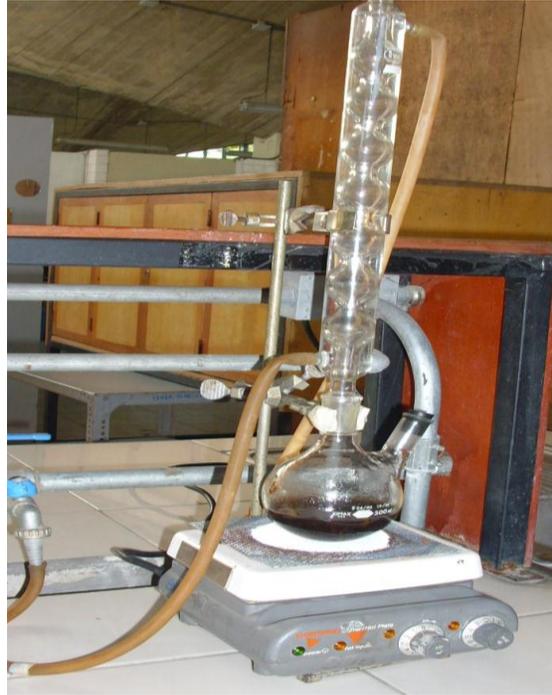


Figura N° 35. Extracción del colorante con Agua destilada



Figura N° 36. Extracción del colorante con Etanol 70%

PRUEBAS ESPECTROFOTOMÉTRICAS

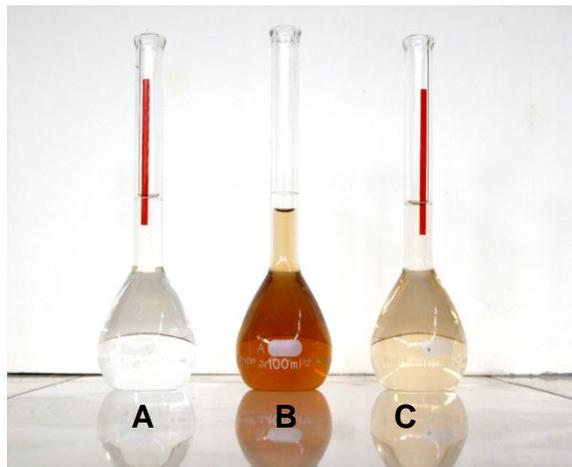


Figura N° 37. Diluciones para lectura

A = Solución patrón de NaOH 0.5 N

B = Primera dilución del extracto colorante

C = Segunda dilución del extracto colorante



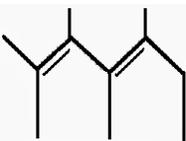
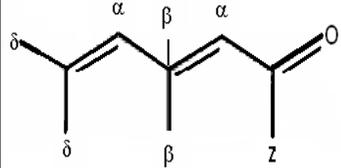
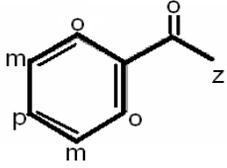
Figura N° 38. Espectrofotómetro UV – Visible Lambda 35

ANEXO Nº 6

TABLA DE FIESSER KUNH

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA
 CÁLCULOS DE ULTRAVIOLETA MÁXIMOS PARA CROMÓFOROS
 CONJUGADOS

Cuadro N° 8. Cálculos de Ultravioleta máximos para Cromóforos Conjugados

			
	Dienos	Enonas	Carbonilo conjugado
Patrón	217nm Acíclico 214nm cíclico o heteroanular 253nm homocíclico	Z=C: 215 nm acíclico ó anillo de 6 miembros Z=C: 202 Anillo de 5 miembros Z=H: 210 Z=OH: 195	Z=H: 250nm Z=C: 246 Residuo Alquilo ó Arilo Z=OH, OR: 230
Incremento C=C extraconjugado	+ 30	+ 30	---
(S-Cis)C=C-C=C	39	39	---
Posición(C=C) exocíclica	5	5	---
Sustituyentes H	0	0	0
R ó residuo anillo	5	$\alpha = 10$ $\beta = 12$ $\gamma = 18$, $\delta = 18$	$o = 3$, $m = 3$, $p = 10$
Cl	5	$\alpha = 15$ $\beta = 12$	o y $m = o$, $p = 15$
Br	5	$\alpha = 25$, $\beta = 30$	o y $m = 2$, $p = 15$
OH	5	$\alpha = 35$, $\beta = 30$, $\gamma = 50$	o , $m = 7$
OR	5	$\alpha = 35$, $\beta = 30$, $\gamma = 17$ $\gamma = 31$	$p = 25$
OCOR	0	α , β , $\gamma = 6$	---
O	-	$\beta = 75$	o , $m = 15$ $p = 80$
SR	30	$\beta = 85$	---
NH ₂	-		o , $m = 13$, $p = 58$
NHR	-		o , $m = 20$, $p = 73$
NR ₂	60	$\beta = 95$	o , $m = 20$, $p = 85$
$\begin{matrix} O \\ \\ -NH-C-CH_3 \end{matrix}$	-	-	o , $m = 20$ $p = 45$

ANEXO N° 7

CÁLCULO DE LONGITUD DE ONDA TEÓRICA

REACCIÓN DEL FLAVONOIDE CON ALCALI

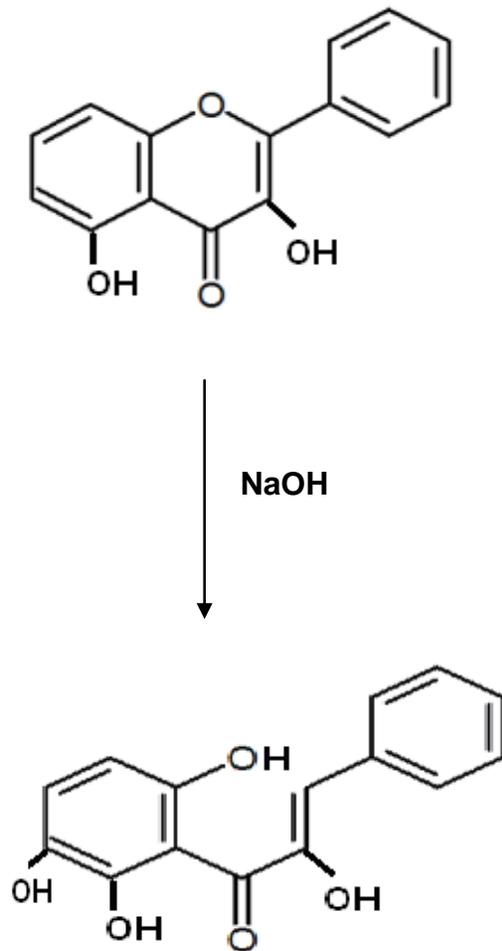


Figura N° 39. Reacción del Flavonoide con NaOH 0.5N

Cálculo de longitud de onda

Residuo anillo de 6 miembros = 246

2 sustituyentes en Orto = 14

1 sustituyente en meta = $\frac{7}{267}$

ANEXO N° 8

TABLA DE RANGOS DE UV-VIS DE FLAVONOIDES

Cuadro N° 9. Valores de Rangos de UV-VIS de Flavonoides. (33)

Banda II (n.m)	Banda I (n.m.)	Tipo de Flavonoide
250 - 280	310 – 350	Flavonas
250 - 280	330 - 360	Flavonoles (3-OH sustituido)
250 - 280	350 - 385	Flavonoles (3-OH libre)
245 – 275	310 - 330	Isoflavonas (5-deoxi-6,7-dioxi)
275 - 295	300 - 330	Isoflavonas, dihidroflavonoles
230 - 270 (baja intensidad)	340 - 390	Chalconas
230 - 270 (baja intensidad)	380 - 430	Auronas
270 - 280	465 - 560	Antocianinas