

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



PROPUESTA PARA OBTENCION DE UN COLORANTE NATURAL A PARTIR  
DEL FRUTO DE *Syzygium cumini* (CEREZO BELICEÑO) PARA SER  
UTILIZADO COMO COLORANTE EN LA INDUSTRIA TEXTIL

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

JOSE RICARDO MELGAR QUIJANO

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE DE 2011

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIA GENERAL**

DRA. ANA LETICIA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

**SECRETARIO**

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO

**COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION**

**COORDINADORA GENERAL**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

**ASESORA DE AREA CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS  
FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS**

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

**ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: TOXICOLOGIA Y QUIMICA  
LEGAL**

Licda. María Luisa Ortiz de López

**DOCENTE DIRECTOR**

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS TODOPODEROSO y a mi madre la VIRGEN MARIA por su infinito amor y misericordia, al brindarme la sabiduría y la confianza por haber finalizado este proyecto.

A mi Mamá María Leticia por su amor, esfuerzo y sacrificio en cada etapa de mi vida, mi hermana Heidy Karina, mi cuñado Reynaldo Antonio, mi Tío Juan María, sobrinos y TODA mi familia porque me estimularon y apoyaron en todo momento siendo una parte muy grande para llegar a culminar este proyecto.

A mi Docente Director Lic. Guillermo Castillo, por darme la mano, la disponibilidad, la responsabilidad y confianza en cada momento para la realización de este trabajo.

Al Lic. Jorge Monterrosa Salomón, técnico del Jardín Botánico La Laguna, por tomarse el tiempo de identificar la planta utilizada en esta investigación.

A la Licda. Cuellar, por permitirme un espacio en su laboratorio y el uso del Espectrofotómetro UV-Visible.

Al Lic. Mario González, por permitirme un espacio en su laboratorio y el uso del Espectrofotómetro Infrarrojo.

A los docentes evaluadores de esta investigación: a la coordinadora de trabajo de graduación Licda. María Odette Rauda Acevedo por su valioso tiempo y el aporte que brindo para la realización de este trabajo, a mis asesores de área Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez y Licda. María Luisa Ortiz de López por la sabiduría y el apoyo que aportaron en este proyecto.

A cada uno de los docentes que formaron parte de mi preparación académica, fundamentando con sus conocimientos las bases de mi formación profesional.

A mi COMUNIDAD, mi amiga y novia Roxana Lisseth, a TODOS mis amigos y compañeros por su muestra de cariño, rezando y dando palabras de aliento cuando más lo necesitaba.

**MIL GRACIAS A TODOS**

**José Ricardo**

## **DEDICATORIA**

A DIOS TODOPODEROSO y a mi madre la VIRGEN MARIA por guiarme en cada momento de mi vida, manifestando su presencia en las etapas de mayor dificultad, sin ellos esto no sería realidad.

A mis padres María Leticia y José Ricardo por ser ejemplo en mi vida de lucha y superación, gracias por todo el amor, esfuerzo, sacrificio y comprensión. Guardándome con sus oraciones en todo momento, ayudándome a levantarme en los momentos que caí, este triunfo es de ustedes, los amo con todo el corazón y mil gracias por darme la vida.

A mi hermana Heidy Karina, mi cuñado Reynaldo Antonio, mis sobrinos Allison Melissa y Dustin Rey por estar siempre a mi lado brindándome su amor, consejos y darme palabras de aliento.

A mi Tío Juan María por haberme apoyado siempre, desde mi niñez, a TODA mi familia por acompañarme en las diferentes etapas de mi vida en momentos de dificultad.

A mi COMUNIDAD por su cariño, dedicación, esfuerzo y aguante hacía mi persona, gracias por su paciencia y motivación a seguir adelante, los quiero mucho y que Dios los bendiga.

A mi amiga y novia Roxana Lisseth, TODOS mis amigos y compañeros por contar con su apoyo en todo momento y por brindarme siempre su amistad.

Gracias a cada uno de todo corazón.

**José Ricardo**

## INDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	xviii
Capítulo II	
2.0 Objetivos	21
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Específicos	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	23
3.1 Clasificación taxonomía <i>Syzygium cumini</i> (cerezo beliceño)	23
3.2 Generalidades de <i>Syzygium cumini</i> (cerezo beliceño)	23
3.3 Importancia de las plantas	26
3.4 Colorantes	30
3.5 Extracción	37
3.6 Métodos espectroscópicos	40
Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	44
4.1 Tipo de Estudio	44
4.2 Investigación Bibliográfica	44
4.3 Investigación de Campo	45

4.3.1 Universo	45
4.3.2 Muestra	45
4.3.3 Tipo de Muestreo	45
4.3.4 Recolección de Muestra	45
4.4 Investigación de laboratorio	45
4.4.1 Proceso de extracción con NaOH 5%	45
4.4.1.1 Aplicación del extracto con NaOH 0.5N de la especie vegetal a las muestras textiles	45
4.4.1.2 Determinación de las bandas características por espectroscopia infrarroja	46
4.4.1.3 Determinación de las bandas características por espectroscopia ultravioleta visible	47
4.4.2 Proceso de de extracción con etanol al 90°	47
4.4.2.1 Identificación de los metabolitos secundarios	47
Capitulo V	
5.0 Resultados e Interpretación de Resultados	50
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	59
Capítulo VII	
7.0 Recomendaciones	62
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo N°

1. Carta de identificación
2. Materiales, equipo y reactivos
3. Preparación de soluciones
4. Cálculos para la preparación de hidróxido de sodio
5. Cálculos para el porcentaje de rendimiento
6. Esquema de extracción y teñido
7. Tabla de las principales bandas de absorción para IR  
y UV-VIS
8. Estructura de flavonoide con y calculo de longitud de onda
9. Identificación de flavonoides
10. Fotografías



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Extracción del colorante (Cerezo beliceño)	50
2. Identificación fitoquímica de metabolitos secundarios	51
3. Resumen de las bandas características del colorante obtenido del fruto de <i>Syzygium cumini</i> (cerezo beliceño)	55
4. Resultados de la aplicación del colorante extraído en las fibras	56

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Pág.
1. Hoja y fruto del Cerezo	23
2. Correlaciones en espectroscopia infrarroja	41
3. Espectro de extracto alcalino de <i>Syzygium cumini</i> (Cerezo beliceño)	52
4. Identificación de banda de grupo funcional OH <sup>-</sup>	53
5. Bandas características de anillos aromáticos	54
6. Espectro UV-Visible del extracto alcalino	55
7. Carta de identificación del fruto maduro de <i>Syzygium cumini</i> (Cerezo beliceño)	
8. Esquema de proceso de extracción del colorante	
9. Esquema de teñido de la fibra de algodón con el colorante	
10. Reacción del flavonoide con NaOH 0.5 N	
11. Estructura probable de un flavonoide causante del color	
12. Recolección del fruto	
13. Extracción por maceración	
14. Pruebas en extracto alcohólico para identificar flavonoides	
15. Pruebas en extracto alcohólico para identificar taninos	
16. Espectrofotómetro UV-Visible lambda 35	
17. Dilución de la muestra	
18. Espectrofotómetro IR Perkin Elmer Paragon 1000 de	

## Transf de Fourier

19. Diferentes sustancias mordientes
20. Mordentado de las fibras de algodón
21. Extracto con NaOH 0.5N
22. Proceso de tinción de la fibra de algodón
23. Fibras teñidas después de 10 días de lavado
24. Prenda sin teñir
25. Proceso de tinción
26. Proceso de tinción
27. Prenda teñida después de 10 días de lavado
28. Prenda de algodón teñida con el colorante del fruto  
maduro de Cerezo Beliceño

## ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
°C	Grados Celsius
cm	Centímetro
cm <sup>-1</sup>	Centímetro a la menos uno
CuSO <sub>4</sub>	Sulfato de cobre
FeSO <sub>4</sub>	Sulfato de hierro
Fig.	Figura
g	Gramos
g/mol	Gramos sobre mol
HATR	Horizontal Attenuated Total Reflectance
HCl	Acido clorhídrico
IR	Infrarrojo
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Dicromato de potasio
N	Normal
mL	Mililitro
Min	Minuto
N°	Número
NaCl	Cloruro de sodio
NaOH	Hidróxido de sodio

Nm

Nanómetro

Pág.

Página

PM

Peso molecular

UV-Vis

Ultra violeta visible

$\lambda$

Longitud de onda

%

Porcentaje

$\tilde{\nu}$

Frecuencia

## RESUMEN

## RESUMEN

Los colorantes han sido utilizados desde tiempos prehistóricos, y han sido fundamentales en las artes visuales a lo largo de la historia. La necesidad de conseguir variedad de colores de origen natural, propició la aparición de los colorantes sintéticos, a su vez surgió el problema principal de estos colorantes sintéticos, que tiene que ver con su toxicidad intrínseca y los efectos tóxicos ambientales, originados por los desechos que llegan a los efluentes, tanto de su elaboración como de los procesos de tinción.

Por lo que el objetivo principal de la presente investigación, es la obtención de un colorante natural, partiendo del fruto de *Syzygium cumini* (Cerezo beliceño), para ser utilizado en la industria textil, que es: biodegradable y no contaminante; con el fin de aportar otra alternativa y aprovechar un recurso que en la actualidad está al alcance de todos, y no está siendo utilizado para este fin. La extracción de dicho colorante natural, se realizó por el método de maceración con una solución de hidróxido de sodio 0.5 N a temperatura ambiente; además se obtuvo un extracto alcohólico al cual se le realizó pruebas fitoquímicas para flavonoides y taninos. Al extracto con hidróxido de sodio por medio de análisis espectroscópicos, se identificaron las bandas características de los principales grupos funcionales del colorante por espectroscopia infrarroja y su valor máximo de absorbancia por espectroscopia ultravioleta-visible. También se realizaron pruebas de tinción en fibras de algodón, usando varios agentes mordientes (cloruro de sodio 25%, dicromato de potasio 25%, sulfato

de cobre pentahidratado 25% y sulfato de hierro pentahidratado 25%), comprobándose el poder de fijación en las fibras de algodón después de haberse sometido a repetidas pruebas de lavado con jabón comercial y agua por un periodo de 10 días.

Se concluye, que para la fijación del colorante obtenido del fruto de ***Syzygium cumini*** (Cerezo beliceño), el mordiente más adecuado es el sulfato de hierro pentahidratado, que es una fuerte alternativa para la industria textil.

Se recomienda realizar pruebas pilotos de este colorante con otros tipos de muestras textiles y otra clase de mordientes de los que se probó en el presente trabajo, con el propósito de obtener diferentes tonalidades.



**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.0 INTRODUCCION

Desde finales del siglo XX el color que rodea nuestras vidas en los objetos cotidianos es tan normal como comer y dormir; miles de colores pueden estar a nuestra disposición y su existencia es absolutamente obvia. Lo que nunca podríamos concebir es un mundo sin colores, porque desde siempre en la historia de los seres humanos estos han sido un medio para expresar y simbolizar las creencias, para establecer ordenamientos sociales, un medio para satisfacer nuestro sentido estético. Actualmente los colorantes son obtenidos en su mayoría de manera sintética, desde entonces se ha producido un incremento de colorantes sintéticos y también una buena gama de colores, logrando que la industria textil alcanzase un alto progreso, sin embargo vino con ello la casi desaparición del uso de los colorantes naturales con indicios de efectos nocivos para la salud y medio ambiente; paralelamente debido a ello el mundo está interesándose en los productos naturales nuevamente.

La presente investigación trata sobre la obtención de un colorante en solución, a partir del fruto maduro de la especie vegetal *Syzygium cumini* (Cerezo beliceño), para ser utilizado en la industria textil, aportando otra alternativa para aprovechar un recurso que en la actualidad está al alcance de todos. También al elaborar dicho colorante se está garantizando un mejor futuro para el medio ambiente debido a su biodegradabilidad.

Dicho colorante se extrajo por el método de maceración a temperatura ambiente , ocupando una solución de Hidróxido de sodio al 0.5 N y alcohol

etílico 90°, obteniendo así las sustancias activas proporcionadas por el colorante, que contiene el fruto. Al extracto alcohólico se le efectuaron pruebas fitoquímicas para identificar flavonoides y taninos; luego al extracto con hidróxido de sodio se identificaron las bandas características de los principales grupos funcionales del colorante, utilizando la espectroscopia infrarroja; también la banda de absorción máxima del colorante, utilizando la espectroscopia ultravioleta-visible. Se evidencio la capacidad de tinción del colorante en fibras de algodón, por un tiempo determinado haciendo uso de los siguientes mordientes: cloruro de sodio 25%, dicromato de potasio 25%, sulfato de cobre pentahidratado 25% y sulfato de hierro pentahidratado 25%, lo cual permitió obtener la fijación del colorante y su durabilidad.

La investigación de laboratorio se realizó en las instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, laboratorios de CENSALUD ambos de la Universidad de El Salvador, además en el Instituto de Investigación Químico Biológico (IQB) en Santa Tecla, durante el año 2010.

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL.**

Proponer la obtención de un colorante natural a partir del fruto de *Syzygium cumini* (Cerezo beliceño) para ser utilizado como colorante en la industria textil.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- 2.2.1 Identificar la planta en estudio por Herbario LAGU Curador.
- 2.2.2 Extraer el colorante por el método de maceración con solución de hidróxido de sodio 0.5N y alcohol etílico 90°, posteriormente realizar pruebas fitoquímicas preliminares para flavonoides y taninos al extracto alcohólico.
- 2.2.3 Determinar por medio de espectrofotometría IR las bandas características del colorante del extracto obtenido.
- 2.2.4 Identificar el máximo de absorción del colorante por medio de espectrofotometría UV-Visible.
- 2.2.5 Comprobar el poder de tinción con el extracto de hidróxido de sodio en fibras de algodón haciendo uso de diferentes sustancias mordientes.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 Clasificación taxonómica <sup>(21)</sup>

##### CLASIFICACION CIENTIFICA

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Myrtales

Familia: Myrtaceae

Género: Syzygium

Especie: S. cumini



**Fig. N°1 Hoja y fruto del *Syzygium Cumini***

#### 3.2 Generalidades <sup>(7, 9, 11, 21, 24)</sup>

Anteriormente se han realizados estudios de cerezo beliceño donde se le ha dado como nombre científico *Eugenia myrtifolia*; actualmente un experto del jardín botánico ubicado en el plan de la laguna, a denominado a dicha planta con el nombre científico de *Syzygium cumini*; aunque no se descarta que existan varias de esta especie, donde la diferencia es el tipo de fruto. (Ver anexo N°1)

La *Syzygium cumini*, conocida como cerezo beliceño, capulín; es un árbol pequeño o arbusto neotropical de la familia de las Myrtaceae, se encuentra en zonas de Misiones y en las selvas de galería subtropicales de Argentina,

Paraguay y Uruguay de forma silvestre, y en algunas regiones tropicales de Asia como cultivo, aprovechándose su fruta.

**La planta.** Es un arbusto o árbol de pequeño porte, que alcanza los 10 m de altura, con ramaje delgado y sinuoso. La corteza es oscura, de relieve liso, persistente. El follaje es perenne en su hábitat natural, aunque se comporta como caducifolio en zonas más templadas. Las hojas son pecioladas, simples, opuestas, ovoides a elípticas, con el margen íntegro, glabras, con el ápice mucronado, las estípulas efímeras y glándulas oleosas aromáticas bien visibles, tienen hasta 15 cm de longitud, son grandes, largas, estrechas y brillantes. Son de color verde intenso brillante cuando maduras, mostrando reflejos cobrizos o bronceados al brotar y una tonalidad rojiza en invierno.

Florece en primavera, y en regiones tropicales nuevamente a mediados de verano. Las flores son típicas de las mirtáceas; de color blanco, aparecen solitarias o en grupos de hasta cuatro en las axilas foliares. Presentan cuatro sépalos libres, y cuatro pétalos imbricados; los estambres llegan a la cincuentena, de color blanco, libres en la base, con anteras amarillas, pequeñas, versátiles, con dehiscencia longitudinal, y se insertan opuestos a los pétalos en fascículos. El ovario es ínfero, octolocular, con el estilo simple, alargado, el estigma capitado o peltado.

El fruto aparece y madura rápidamente, hasta tres semanas después de la floración. El fruto es una baya de color negro o rojizo y después púrpura profundo a medida que madura con un sabor que se asemeja al albaricoque. La



cáscara es delgada y ligeramente ácida, protegiendo una pulpa roja, muy jugosa, dulce a subácida según el grado de maduración, con una semilla esférica o dos o tres aplanadas.

**Hábitat.** El cerezo beliceño es una planta tropical. Originaria probablemente del centro-sur brasileño, hoy se extiende desde las Guayanas hasta el centro de Paraguay, creciendo también en Argentina y Uruguay. Se presume que mercaderes portugueses la introdujeron en el Lejano Oriente, junto con la castaña de Cajú, donde se adaptó en la India, las Filipinas, Samoa, Sri Lanka y la China, aunque su uso en esta región es más usualmente ornamental. En América se ha introducido también en la costa del Pacífico, Colombia y en la costa atlántica de América Central, así como en varias islas del Mar Caribe.

**Cultivo.** El cerezo beliceño requiere mucho sol y resiste mal las heladas; temperaturas por debajo de los  $-3^{\circ}\text{C}$  causan daños que pueden ser fatales para plantas jóvenes. Crece entre el nivel del mar y los 1750 m de altitud en suelos de cualquier tipo salvo salinos; resiste bien las sequías y las inundaciones de corta duración. Se planta generalmente de semilla, que germina en el plazo de un mes, aunque la viabilidad de las mismas disminuye espectacularmente a partir de las 4 semanas de recolección. Los esquejes y los injertos son también viables, aunque tiende a presentar chupones en la zona del injerto.

Aunque el requerimiento en agua y nutrientes es bajo, la fruta aumenta en tamaño, calidad y cantidad con buena humedad y fertilización con fósforo. La cantidad de fruta es mayor en los ejemplares sin podar. La recolección debe

hacerse sólo cuando el fruto cae en la mano con el simple tacto, para evitar el intenso sabor resinoso del fruto a medio madurar.

**Usos.** La fruta se come fresca, directamente entera o partida y rociada con algo de azúcar para morigerar su aroma a resina. Pueden prepararse conservas, jaleas, mermeladas o jugos con ella; es rico en vitamina A, fósforo, calcio y hierro. También se la cultiva como planta ornamental en parques y jardines, podándose como arbusto bajo para cercos vistosos. Las hojas pueden usarse esparcidas en el suelo de zonas donde abundan las moscas, ya que al machacarse liberan una resina que las ahuyenta. Con las hojas puede prepararse una infusión de propiedades diuréticas, digestivas y antidiarreicas; el decocto de la corteza en gárgaras se emplea para las anginas y otras afecciones de la garganta.

### **3.3 Importancia de las plantas** (5, 11, 18, 20)

Las plantas han sido desde la antigüedad un recurso al alcance del ser humano para su alimentación y la curación de sus enfermedades; éstas últimas llamadas plantas medicinales eran veneradas por las virtudes que se les había reconocido, trasmitiéndose sus virtudes de generación en generación; nadie buscaba el saber porqué o como actúan, pero era un hecho incontestable y que parecía mágico. Aún en la actualidad cientos de plantas son utilizadas en la medicina, pero la ciencia moderna analizando y estudiando los efectos terapéuticos de las plantas, quiere precisar, comparar y clasificar las diversas

propiedades, no con el fin de disminuir esta confianza en la naturaleza, sino para agrupar a las plantas de efectos similares, para conocer los principios activos responsables de cortar, aliviar o curar enfermedades, separarlos de las plantas que lo contienen, determinar sus estructuras químicas, procurar su síntesis, proponer modificaciones estructurales en busca de una mayor actividad y, finalmente, dar a conocer a la humanidad los resultados de los estudios.

Un gran porcentaje de los principios activos de plantas está comprendido dentro de los llamados productos naturales o metabolitos secundarios, que son compuestos químicos de estructuras relativamente compleja y de distribución más restringida y más característica de fuentes botánicas específicas, que los llamados metabolitos primarios; estos están universalmente distribuidos y participan en la actividad celular de todo ser viviente. Se llama metabolitos secundarios de las plantas a los compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es fatal para la planta, ya que no intervienen en el metabolismo primario de las plantas, intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente.

Los metabolitos secundarios de las plantas pueden ser divididos en 3 grandes grupos, en base a sus orígenes biosintéticos:

- **Terpenoides.** Todos los terpenoides, tanto los que participan del metabolismo primario como los más de 25.000 metabolitos secundarios son derivados del

compuesto IPP (Isopentenil difosfato o "5-carbono isopentenil difosfato") que se forman en la vía del ácido mevalónico. Es un grupo grande de metabolitos con actividad biológica importante. Están distribuidos ampliamente en las plantas y muchos de ellos tienen funciones fisiológicas primarias. Unos pocos, como los que forman los aceites esenciales, están restringidos a solo algunas plantas.

- **Compuestos fenólicos como los fenilpropanoides y sus derivados.** Los más de 8.000 compuestos fenólicos que se conocen están formados o bien por la vía del ácido shikímico o bien por la vía del malonato/acetato.

- **Compuestos nitrogenados o alcaloides.** Los alrededor de 12.000 alcaloides conocidos en la actualidad que contienen uno o más átomos de nitrógeno, son biosintetizados principalmente a partir de aminoácidos. Los alcaloides poseen una gran diversidad de estructuras químicas. Son fisiológicamente activos en los animales, aún en bajas concentraciones, por lo que son muy usados en medicina. Ejemplos conocidos son la cocaína, la morfina, la atropina, la colchicina, la quinina, y la estricnina.

Los metabolitos secundarios de las plantas también se pueden dividir en más categorías menos abarcativas, clasificados según su vía biosintética y estructura química, además de los terpenoides y los alcaloides encontramos:

- **Betalainas.** Las betalainas son pigmentos rojos y amarillos que están presentes solamente en los Caryophyllales excepto Caryophyllaceae y Molluginaceae; en contraste de la mayoría de las otras plantas, cuyos

pigmentos son antocianinas (que son flavonoides). Al igual que los demás pigmentos, cumplen funciones de atracción de polinizadores y dispersores, y probablemente tienen funciones adicionales, como absorción de luz ultravioleta y protección contra el herbivorismo.

- **Glucosinolatos.** De ellos se derivan los aceites de mostaza, al ser hidrolizados por las enzimas myrosinasas. Evolutivamente se originaron dos veces, por lo que se encuentran en dos líneas de plantas no emparentadas filogenéticamente: todos los Brassicales por un lado, y en *Drypetes* (familia Putranjivaceae, antes Euphorbiaceae).
- **Glucósidos cianogénéticos.** Cumplen funciones de defensa, ya que al ser hidrolizados por algunas enzimas liberan ácido cianhídrico, proceso llamado cianogénesis. Algunos tipos parecen haberse originado muchas veces evolutivamente, mientras que otros parecen haber aparecido una sola vez, y tienen por lo tanto una distribución restringida a sólo algunos taxones emparentados.
- **Poliacetilenos.** Grupo grande de metabolitos no nitrogenados, formados por la unión de unidades de acetato por la vía de los ácidos grasos. Se encuentran en algunos grupos emparentados de familias de astéridas.
- **Antocianinas y otros flavonoides.** Son compuestos fenólicos, hidrosolubles, presentes en las vacuolas celulares de las plantas, que se sintetizan a partir de fenilalanina y malonil-CoA. Todos los flavonoides comparten la vía biosintética central, pero los productos finales son muy variados entre

especies de plantas. Los flavonoides más conocidos son las antocianinas, pigmentos de las flores de muchas plantas. Hay tanta variabilidad entre especies se han enumerado alrededor de 9.000 flavonoides.

### **3.4 Colorantes** (26, 28)

**Historia de los colorantes.** Desde las primeras civilizaciones el hombre usó materias colorantes naturales. Los pigmentos o sustancias coloreadas se extraían de plantas, animales y minerales. Estas materias eran empleadas para teñir ropas, pintar las pieles y fabricar objetos religiosos y recreativos. Las sustancias vegetales más empleadas eran: palo de campeche, cúrcuma, índigo natural. De animales se empleaba la cochinilla. En el año 1856 se inició la era de los colorantes sintéticos, a partir del descubrimiento de William Henry Perkin (1838–1907), quién logró obtener el colorante púrpura por oxidación de la anilina con ácido crómico. El primer colorante obtenido fue el ácido pírico, preparado por Woulfe en 1771, mediante la acción del ácido nítrico sobre el índigo natural. En 1855 se encontró la forma técnica de prepararlo a partir del alquitrán de hulla. A partir del alquitrán de hulla se preparó la Aurina, fabricado por Friedlich Ferdinand Runge, en el año 1834.

**Definición.** Sustancias orgánicas coloreadas que se utilizan para colorear otros objetos; solubles en medio ácido, neutro o básico, que poseen una estructura molecular no saturada, es decir son electrónicamente inestables y por eso absorben energía a determinada longitud de onda, si fueran estables

absorberían todas o rechazarían todas. Se da este nombre a sustancias coloreadas, las cuales son capaces de teñir las fibras vegetales y animales. 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.

**Mordientes.** La palabra mordiente viene del latín *morder*, basada en la creencia de que algunas sustancias mordían la fibra para hacerla recibir mejor el tinte. Son sales minerales o metálicas, solubles en agua, que cuando se añaden al baño de tintura enlazan, intensifican o cambian el color del baño de tintura y hacen que el color sea más fuerte a la luz, al lavado y al roce. Entre las comunidades indígenas andinas, fueron trabajados los mordientes naturales, utilizaron el término “enjebar” que era la acción de aplicar el mordiente a los hilos y tejidos, antes de recibir el baño de tintura. Los mordientes y los tintes naturales han estado estrechamente unidos; con el descubrimiento de las sales de alumbre en las plantas, es el caso de los líquenes y los musgos, de las sales de hierro encontradas en barros y en las raíces como en la lengua de vaca *Rumex*, el hombre preparó sus hilos. A medida que se fueron usando estas plantas como tintes, se encontró que tenían propiedades que hacían permanente el color y se fueron añadiendo a otros tintes por sus buenas cualidades. Todo esto se hacía sin conocer las propiedades químicas, sales de alumbre o de hierro que contenían algunas plantas.

**El Teñido.** El proceso para teñir la fibra de lana con colorantes naturales se logra por medio de la difusión del colorante hacia el interior de la fibra, sin que se produzca una reacción química del colorante con la fibra.

La reproducción exacta es un punto casi imposible por el origen natural de la materia prima que provee el color, por lo cual el color obtenido dependerán de condiciones tales como: época del año en la que se recolecto el material, tipo de suelo, región de cultivo; factores que se nos escapan de las manos a la hora de teñir.

**Mordientes y plantas tintoreras.** Aquí puede encontrar diversos tipos de plantas y su mordiente (fijador) para la aplicación en lona costeña.

- Alumbre: Sulfato aluminico potásico.  $KAl(SO_4)_2 - 2H_2O$ . Se puede encontrar en pasta o en cristales o polvo blanco; es el más común y usada de los mordientes debido a su fácil consecución, se obtienen colores claros y vivos y no altera el color de la planta. Se usa en crémor tártaro porque tiene la tendencia a endurecer y volver pegajosa la fibra.
- Cobre: Sulfato de cobre.  $CuSO_4$ . Tradicionalmente llamado azul vitrol o alcaparrosa y se presenta en forma de cristales color azul turquesa, se usa para obtener los verdes en los baños amarillos de tintura, las tonalidades verdes y marrones, tornan los colores opacos.
- Cromo: Bicromato de Potasio  $K_2Cr_2O_7$ . Se presenta en cristales de color naranja y es extremadamente venenoso; se oxida fácilmente a la luz y al calor, vuelve las fibras verdosas; el exceso de cromo hace que los colores sean



disparejos. Es importante guardar las fibras en un lugar cerrado en donde no entre la luz directa; la olla del baño de tintura debe mantenerse tapada, así se obtienen los colores más fuertes que tienden hacia los bronce, son resistentes a la luz y al agua.

- Estaño: Cloruro de Estaño  $\text{SnCl}_2$ . Se presenta en forma de cristales blancos, es venenoso, volátil e higroscópico; la fibra adquiere una tonalidad cremosa. Produce los colores más brillantes, convierte las tinturas como el amarillo pálido en amarillo brillante; el amarillo fuerte lo transforma en naranja brillante y el beige en rosadusco, los rojos los torna menos luminosos.
- Hierro: Sulfato de Hierro  $\text{FeSO}_4$ . Las fibras mordentadas con el hierro continúan volviéndose cafés, con el tiempo: ocasiona un rápido deterioro de las fibras. El hierro torna la lana a un color gris, da tonalidades mates y oscuras; es el mordiente que se usa para obtener los negros.
- Cremor tártaro: Tartrato ácido de potasio  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ . Es un polvo blanco aditivo que neutraliza el maltrato que recibe la fibra con los mordientes y es ayudante conductor para recibir el color y darle brillo y uniformidad. Debe ser usado con todos los mordientes.

### **Clasificación de los colorantes**

- **Colorantes Directos.** Se absorbe directamente por las fibras en soluciones acuosas. Hay colorantes ácidos y básicos de este tipo. Los colorantes ácidos son sales de los ácidos sulfúricos o carboxílicos que se precipitan sobre la

fibra. Los colorantes básicos son sales amónicas o complejos formados por cloruro de cinc o aminas.

Estos dos tipos de colorantes se emplean especialmente en el teñido de lanas y en poliamidas sintéticas. Algunos colorantes básicos, de elevado peso molecular, son absorbidos por el algodón y el rayón.

- **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. Un ejemplo de este tipo de colorante es el ácido tánico, el cual se usa como mordiente para los colorantes básicos. 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 por 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 reoxida en presencia de la fibra.

### **Colorantes de mayor importancia industrial**

- **Colorantes nitrados y nitrosados.** Son nitro o nitroso derivados del benceno y naftaleno con algún grupo fenólico o amino. El más antiguo de estos colorantes es el “amarillo de alfa naftol S.” Se usa especialmente como colorante de los productos que se emplean para la alimentación. Actualmente

los nitrocolorantes más importantes son las nitrofenilaminas, que dan tonos amarillos, naranjas y castaños. Ejemplo de este grupo es el “pardo de amino naftol C”. Algunas de estas nitrofenilaminas más simples se emplean como tinturas dispersas para acetato de celulosa y nylon.

- **Colorantes Azoicos.** Esta clase constituye el grupo mayor de tinturas. 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.

La Crisoidina: Pertenece al mismo grupo. Se requiere para la preparación del prontosil (con un grupo  $\text{SO}_2\text{NH}_2$ ), que es una sulfamina que se utiliza contra los estreptococos.

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.

- **Colorantes de Difenil y del Trifenil Metano.** Son tinturas básicas para lana, seda o algodón, mordentado con ácido tánico. Son colorantes muy estimados por su color brillante. Tienen el inconveniente de no ser resistentes a la luz o al lavado, excepto aplicados a fibras acrílicas. Ejemplo de ellos es el “verde malaquita”.

Las Fucsias o Rosalinas: Corresponde a las tinturas de color fucsia y rosa.

Violeta de Metilo: Se prepara oxidando la dimetil amilina con  $\text{CuCl}_2$ . Es la tintura empleada en tintas púrpuras, lápices indelebles y cintas para máquinas de escribir.

Violeta Cristal: Es importante en la fabricación de la Violeta de Genciana, que se emplea como antiséptico. Se mezcla violeta cristal con violeta de metilo.

- **Colorantes Indigoides.** Índigos: 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, el indican. La fórmula moléculas del índigo es  $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$ . 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.

La Púrpura de Tiro: Es una materia colorante natural, muy empleada por los antiguos. En Creta se cree que se empleaba ya en 1600 A.C. Se obtenía de unos moluscos de la familia murex. Para producir un gramo de púrpura se necesitaban 9.000 moluscos, aproximadamente.

- **Colorantes de Antraquinona.** Pertenecen a las tinturas mordientes. El representante más conocido es la alizarina, tintura natural, ya conocida por los antiguos egipcios y persas. Existe en la raíz de la rubia. La alizarina es poligenética, produce diferentes colores, con diferentes mordientes. Con Mg da color violeta, con mordiente a base de calcio da color rojo púrpura, con

mordiente de bario da color azul, con aluminio da color rosado, con cromo da color castaño violeta y con hierro (ferroso), da color negro violeta. Se empleó para producir el color rojo turco en el algodón.

- **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.

### 3.5 Extracción (22, 30)

Los principales activos contenidos en las plantas pueden ser extraídos mediante diversas técnicas extractivas o bien pueden ser administrados como tales, tal y como se encuentran en la planta desecada o en la planta fresca.

A lo largo de la historia se han desarrollado diversos métodos de extracción para el mejor aprovechamiento de las virtudes terapéuticas de las plantas tratadas; el método de extracción utilizado depende del tipo de planta a emplear (caracteres organolépticos), de la concentración de principios activos y de sus propiedades farmacológicas.

Los procesos de extracción más simples empleados se dividen de acuerdo al disolvente utilizado en:

- Extracción con agua: infusión, destilación por arrastre con vapor de agua y decocción

- Extracción con solventes orgánicos: maceración, lixiviación, extracción por aparato de Soxhlet y por fluido supercrítico.

Se debe tener mucha precaución con la selección del disolvente de extracción, éste debe disolver los metabolitos de interés, ser fácil de eliminar, no reaccionar con la muestra, no debe ser muy tóxico, ni fácilmente inflamable. El agua no se utiliza con frecuencia para obtener un extracto crudo sino que se extrae el material con una mezcla acuosa de metanol (80% aproximadamente) y al extracto acuoso resultante, luego de evaporado el metanol, se le particiona con acetato de etilo y se trabaja con lo obtenido en este último solvente.

El éter etílico rara vez se emplea para extraer por su volatilidad, inflamabilidad, toxicidad y tendencia a formar peróxidos. También se utilizan soluciones acidas o alcalinas para la extracción selectiva de algunos compuestos, sin embargo se debe tener precaución con el pH de las mezclas para prevenir hidrólisis.

A continuación se detallan los procesos de extracción más comunes:

**Infusión:** se vierte el agua hirviendo sobre la planta colocada en un recipiente de cierre bien ajustado, a fin de evitar la pérdida de principios activos, y se deja en reposo de 5 a 15 minutos, filtrándose y tomándose inmediatamente. Generalmente se utiliza para flores, hojas y tallos tiernos.

**Decocción:** consiste en colocar la planta en agua hirviendo y dejarla hervir durante 5 ó 20 minutos, a una temperatura superior al punto de ebullición, en un recipiente cerrado para evitar la evaporación. Se utiliza para raíces, tallos fuertes y cortezas.

**Maceración:** se introduce la planta en agua a temperatura ordinaria durante varias horas (generalmente de 8 a 12 horas). Esta forma de extracción se suele emplear para plantas ricas en mucílagos como las semillas de lino.

**Digestión:** se trata de macerar la planta en agua a temperatura media, alrededor de 50° C, durante un tiempo determinado. Se utiliza sobre todo para el agotamiento de las drogas resinosas o cuando los disolventes empleados son grasos (preparación de aceites medicamentosos).

**Percolación o lixiviación:** en este caso el agua, alcohol u otro disolvente atravesaría una columna llena de planta pulverizada, arrastrando durante el proceso los principios activos. Ej. Café.

**Maceración-Decocción:** se utiliza para ciertas tisanas, compuestas de partes vegetales duras y tiernas, en donde está indicado ponerlas en maceración antes de cocerlas.

**Diálisis:** en la cual una membrana semipermeable permite una selección de las sustancias arrastradas por el disolvente.

**Aparato de Soxhlet:** el método se basa en la extracción de grasa de la muestra, mediante el tratamiento con solvente en el aparato de Soxhlet (a reflujo). La duración del tiempo de extracción depende del tipo de muestra que se analice, para la mayoría son suficientes cuatro horas.

**Extracción con fluidos en estados supercríticos:** técnica novedosa de extracción, el proceso es una operación unitaria que aprovecha el poder

disolvente de fluidos a temperaturas y presiones por encima de sus valores críticos.

### **3.6 Métodos espectroscópicos** (13, 19)

**Historia.** Los primeros equipos comerciales aparecieron a mediados del siglo XX, habiéndose impulsado su desarrollo durante la Segunda Guerra Mundial, cuando se utilizó para la síntesis de caucho sintético (empleado en el control de la concentración y pureza del butadieno empleado en la síntesis del polímero). En la última década del siglo XX aparecieron en el mercado los espectrómetros de transformada de Fourier, ampliando las posibilidades de esta técnica.

La espectroscopia es la 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, moleculares que se analizan y relaciona estas energías con los niveles energéticos implicados en una transición cuántica.

La espectroscopia permite determinar el contenido elemental y molecular de los materiales. Sin embargo, es importante observar que cada método espectrométrico tiene sus propios beneficios, inconvenientes, especificidades e interferencias. Hay dos tipos de espectroscopia:

- Absorción: se mide la energía que absorbe la muestra para efectuar cambios en su estructura, la energía absorbida está directamente relacionada con las modificaciones efectuadas.



- Emisión: se mide la energía emitida por una muestra al pasar ésta a un estado de menor contenido energético.

### Espectroscopia Infrarroja (IR)

Fundamentalmente se aplica a la determinación cualitativa de especies moleculares. El infrarrojo corresponde a una longitud de onda desde  $10^{-4}$  hasta  $10^{-2}$  cm. Se suele trabajar con él número de ondas.

Cuando aumenta el número de ondas vamos a zonas de mayor frecuencia y por tanto a zonas más energéticas. El infrarrojo está comprendido en  $1300-33$   $\text{cm}^{-1}$  y las mediciones se hacen en un margen comprendido entre  $4000-667$   $\text{cm}^{-1}$ . Fundamentalmente se emplea para la determinación de compuestos orgánicos. Estos espectros dan gran cantidad de información. El espectro es único para cada compuesto orgánico excepto para isómeros ópticos.

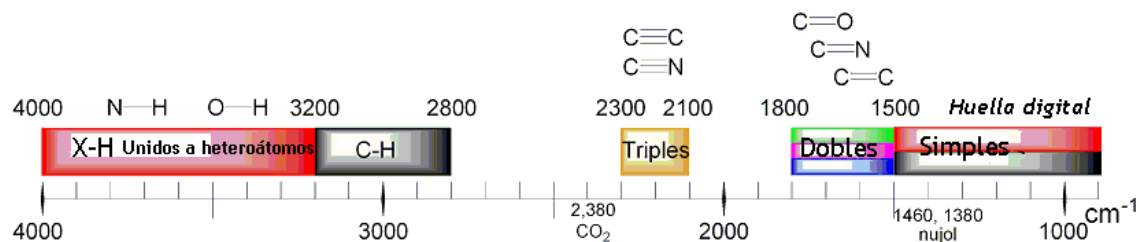


Fig. N°2 Tabla de correlaciones en espectroscopia infrarroja.

### Espectroscopia Ultra Violeta-Visible (UV)

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.

Todas las sustancias pueden absorber energía radiante. El vidrio, que parece ser completamente transparente, absorbe longitudes de onda que pertenecen al espectro visible; el agua absorbe fuertemente en la región del IR. La absorción de las radiaciones UV, visibles e IR depende de la estructura de las moléculas, y es característica para cada sustancia química.

El color de las sustancias se debe a que absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y sólo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbida. Esta espectrofotometría utiliza radiaciones del campo UV de 80 a 400 nm, principalmente de 200 a 400 nm (UV cercano) y de luz visible de 400 a 800 nm, por lo que es de gran utilidad para caracterizar las soluciones en la región ultravioleta-visible del espectro.

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 Tipo de estudio:

**Retrospectivo:** se tomaron referencia de investigaciones anteriores, relacionadas a este estudio.

**Prospectivo:** porque el investigador anota o acumula información, según van ocurriendo los fenómenos, para futuras investigaciones.

**Experimental:** porque la investigación lleva parte práctica y se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia y laboratorios de CENSALUD ambos de la Universidad de El Salvador y el Instituto de Investigación Químico Biológico en Santa Tecla.

### 4.2. Investigación bibliográfica.

Se realiza a través de consultas en los siguientes lugares:

- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador (UES).
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador (UES).
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias agronómicas (UES).
- Biblioteca de la Universidad Alberto Masferrer (USAM).
- Biblioteca de la Universidad José Simeón Cañas (UCA).
- Biblioteca del Jardín Botánico La Laguna.
- Búsqueda en sitios de Internet.

### **4.3 Investigación de campo:**

**4.3.1 Universo:** plantas de la familia *Myrtaceae*.

**4.3.2 Muestra:** fruto maduro de *Syzygium cumini* (cerezo beliceño).

**4.3.3 Clase de muestreo:** Es dirigido y puntual, ya que se enfoca a una sola especie, la cual es recolectada en un lugar específico (Jardines de la Sabana I, II y III).

**4.3.4 Recolección de la muestra:** la recolección de la muestra se llevó a cabo durante los meses de mayo-junio del presente año, en el sector de Ciudad Merliot, municipio de Santa Tecla, departamento de La Libertad. De la especie vegetal en estudio se recolectaron 3 libras del fruto maduro, escogiendo aquellas que se encuentran sanas, para luego proceder a cortarlo con cuchillo inoxidable en tamaños pequeños, para poder aumentar el contacto del solvente con la superficie de contacto con la muestra.

### **4.4 Investigación de laboratorio. (Ver anexo N°5)**

#### **4.4.1 Proceso de extracción del colorante con NaOH 0.5N** (1, 8, 27, 29)

1. Pesar 20.0 g de fruto, previamente lavado y seleccionado; colocarlo en un balón de 500 mL, agregar 200 mL de NaOH 0.5N.
2. Poner en maceración por 8 días, a temperatura ambiente.
3. Filtrar con tamiz, obteniendo el colorante líquido y envasar.

#### **4.4.1.1 Aplicación del extracto con NaOH 0.5N de la especie vegetal a las muestras textiles.** (1, 2, 26, 29)

1. En cada una de las soluciones mordientes, introducir el tejido de algodón y se dejara reposar de 15 a 30 minutos; esto se realizara con el fin de que el colorante se fije a cada una de las muestras.
2. Luego se colocaran en los diferentes beaker que contienen el extracto del colorante.
3. Calentar en un hot plate de 15 a 30 minutos y dejar enfriar a temperatura ambiente.
4. Retirar las muestras textiles del colorante, escurrirlas y secar a temperatura ambiente.
5. Lavar con agua y jabón un tiempo determinado, monitoreando cada día para observar la degradación del color en la fibra de algodón.

#### **4.4.1.2 Determinación de las bandas características por espectroscopia infrarroja.** (1, 5, 13, 19)

Del extracto obtenido con NaOH 0.5N se realizara la lectura de la muestra en el infrarrojo de la siguiente manera:

1. Efectuar un barrido de Background desde  $4,500\text{cm}^{-1}$  a  $450\text{cm}^{-1}$ .
2. Ubicar la muestra en un HATR (Aparato de cristal de seleniuro de zinc transparente al infrarrojo).
3. Homogenizar la muestra.
4. Colocar la cubierta de acero inoxidable sobre el HATR.
5. Hacer correr el espectro, para su lectura, luego imprimir el espectro.

#### **4.4.1.3 Determinación de los máximos de absorbanza del colorante por espectroscopia ultravioleta visible.** (1, 5, 13, 19)

1. Hacer diluciones a la muestra si fueren necesarias, para obtener soluciones transparentes (son lo ideal).
2. Se hará un barrido en la escala de 600 – 190 nm, se coloca el blanco (agua destilada) en ambas celdas, ubicar estas en ambos compartimentos (muestra y referencia), debido a que el equipo es de doble haz; el equipo corrige a un valor de cero de absorbanza a la longitud de onda seleccionada.
3. Quitar la celda con el blanco (la que está enfrente del compartimento), y se sustituye con muestra.
4. Imprimir el espectro.

#### **4.4.2 Proceso de extracción del colorante con etanol al 90°** (1, 8, 27, 29)

1. Pesar 20.0 g de fruto, previamente lavado y seleccionado.
2. Colocar en un balón de fondo redondo de 500 ml.
3. Añadir 200 mL de etanol al 90° al balón.
4. Poner en maceración por 8 días, a temperatura ambiente.
5. Filtrar con tamiz la solución obtenida.

##### **4.4.2.1 Identificación de los metabolitos secundarios** (5, 6, 20)

##### **- Identificación de Glicósidos Flavonoides.**

##### **Prueba de Shinoda o de la Cianidina:**

Medir 2.0 mL del extracto concentrado, luego agregar una laminita de magnesio metálico de 2 a 3 cm, y 1.0 mL de ácido clorhídrico concentrado. Observar y Anotar los resultados.

**Prueba con Zinc/Ácido clorhídrico:**

Medir 2.0 mL de concentrado en un tubo de ensayo, añadir una porción de Zn<sup>0</sup> metálico y 1.0 mL de HCl concentrado. Observar el color.

**Prueba con Hidróxido de sodio 1N:**

Tomar 10.0 mL del concentrado, calentar en baño de vapor y concentrar hasta 5.0 mL, en un tubo de ensayo colocar 2.5 mL del extracto concentrado y añadir 0.5 mL de NaOH 1N. Observar coloración.

**- Identificación de Taninos.**

Tomar del extracto alcohólico concentrado 2.0 mL, agregar 5 gotas de solución de tricloruro de hierro.

Tomar del extracto alcohólico concentrado 2.0 mL, y agregar 1.0 mL de solución de dicromato de potasio.

Observar y Anotar los resultados.



## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la extracción de colorante, proceso de tinción, pruebas de identificación de metabolitos secundarios, realizada al fruto de *Syzygium cumini* (cerezo beliceño); así como el espectro de infrarrojo con sus bandas características para la muestra, a la vez el espectro UV-Visible con su longitud de onda de máxima absorbancia y una propuesta de la estructura causante del color.

Cuadro N° 1 Resultados de la extracción del colorante (Cerezo beliceño)

Método de extracción	Cantidad de muestra (g)	Solvente	Tiempo (días)	Volumen total (mL)	Rendimiento (%)	Color observado
Maceración	1360.8	NaOH 0.5N	8	4000.0	95	Café oscuro
Maceración	20.0	Alcohol etílico al 90°	8	200.0	75	Café claro

Se realizaron extracciones con dos tipos de solventes según el cuadro N°1, utilizando el método de maceración, manteniendo las mismas condiciones (tiempo y temperatura), variando en la cantidad de fruto y solvente en ambas extracciones (Ver anexo N°10). El tamaño de la muestra es pequeño, lo cual permitió que hubiese una mayor superficie de contacto con el solvente, donde este extrajo con mejor facilidad el colorante del fruto, resultando una torta y obteniéndose un volumen de 3800.0 mL de extracto alcalino, el cual da un rendimiento del 95%; en la maceración alcohólica el volumen obtenido fue de 150.0 mL, dando un rendimiento del 75%. (Ver Anexo N°5). Al final se obtiene

un extracto de color café oscuro con hidróxido de sodio 0.5 N y otro de color café claro con alcohol etílico al 90°.

Cuadro N° 2 Identificación fitoquímica de metabolitos secundarios en extracto alcohólico

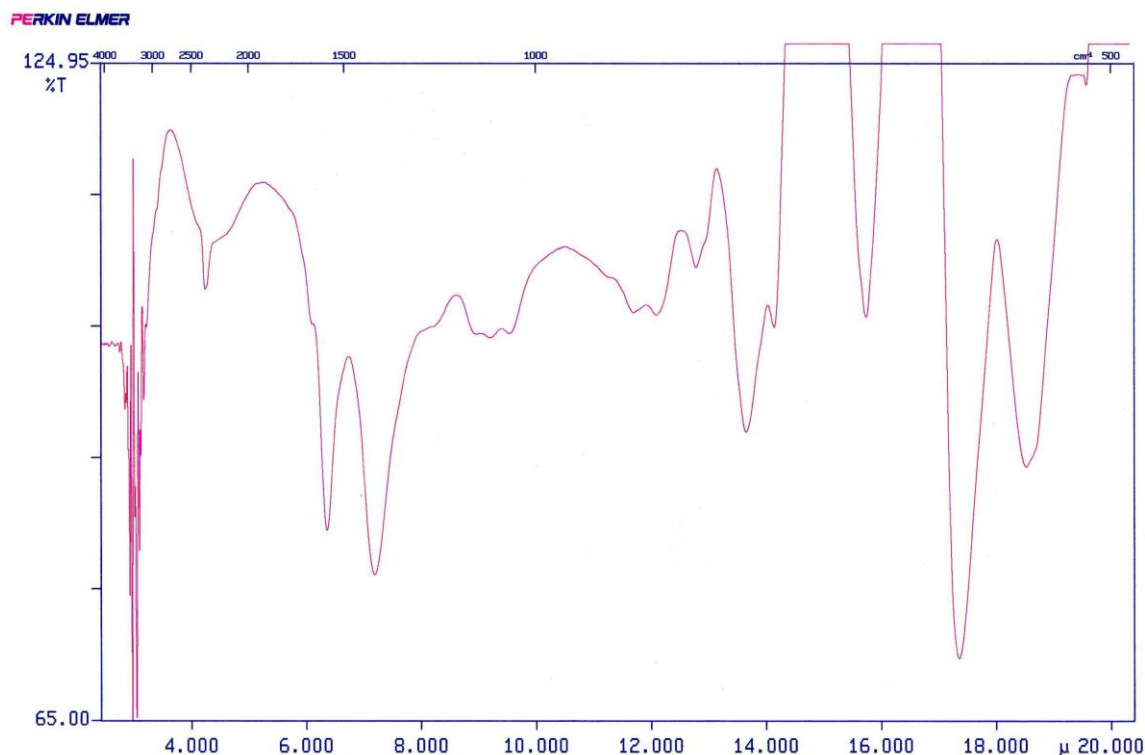
Determinación	Prueba	Color observado	Resultado
FLAVONOIDES	Shinoda	Rojo oscuro	+
	Zn/HCl	Rojo	+
	NaOH 1N	Café claro	+
TANINOS	FeCl <sub>3</sub>	Morado oscuro	+
	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Café oscuro	+

Prueba positiva (+)

Según la identificación de metabolitos secundarios en el extracto alcohólico, se determino la presencia de flavonoides y taninos, siendo para los intereses de esta investigación la prueba más importante la de los flavonoides, metabolitos que en esta especie vegetal son los causantes del color.

En las pruebas de Shinoda y zinc/acido clorhídrico se obtuvieron coloraciones rojas que indican la presencia de flavonoles de acuerdo al cuadro N° 4 (Ver anexo N° 9); y en la prueba con hidróxido de sodio 1 N se obtuvo una coloración café como resultado de la combinación de colores amarillo y rojo, debido a la interferencia de pigmentación, lo cual confirma la presencia de flavonoles de acuerdo a la cuadro N° 4 (Ver anexo N° 8) identificación para flavonoides.

En las pruebas con tricloruro de hierro y dicromato de potasio se obtuvieron coloraciones morado oscuro y café oscuro, lo que confirma la presencia de taninos.



10/10/08 16:29 Lic. Mario Gonzalez  
Z: 16 scans, 4.0cm-1, smooth  
Esp IR Extracto Cerezo Beliceno (NaOH 0.5N)

Fig. N° 3 Espectro de extracto alcalino de *Syzygium cumini* (cerezo beliceño)

En la figura N° 3 el espectro infrarrojo en un rango de  $\tilde{\nu} = 4000 - 500 \text{ cm}^{-1}$  en la cual se observan bandas poco definidas, por ende se decidió ampliar el espectro en rangos de  $\tilde{\nu} = 2000 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ ,  $600 - 2000 \text{ cm}^{-1}$  para apreciar mejor las bandas de nuestro interés en cada espectro infrarrojo.

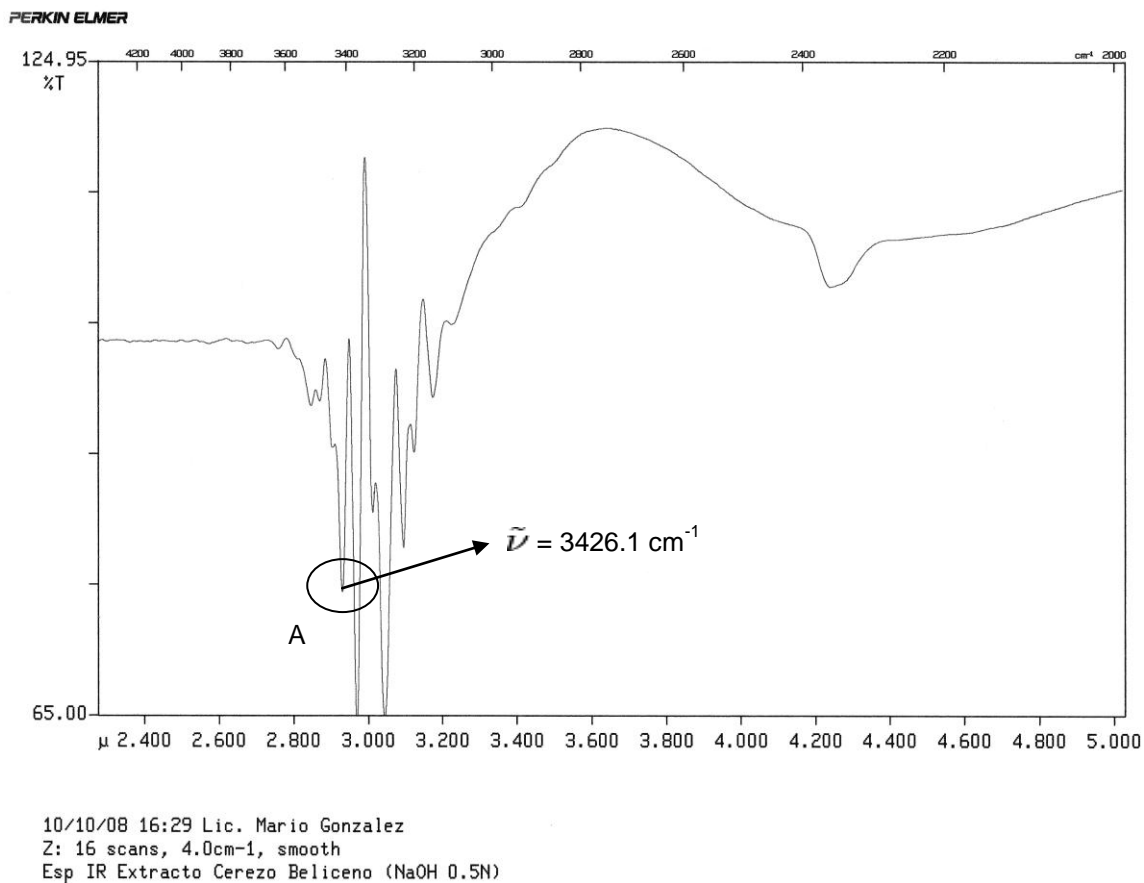


Fig. N° 4 Identificación de banda de grupo funcional  $\text{OH}^-$

En la figura N° 4 el espectro infrarrojo ampliado en un rango de  $\tilde{\nu} = 4200 - 2000 \text{ cm}^{-1}$ , en el cual se observa una banda fuerte con una  $\tilde{\nu} = 3426.1 \text{ cm}^{-1}$  que se encuentra dentro del rango de estiramiento de grupos  $\text{OH}^-$  de fenoles ( $\tilde{\nu} = 3200 - 3525 \text{ cm}^{-1}$ ). (Ver anexo N° 7)

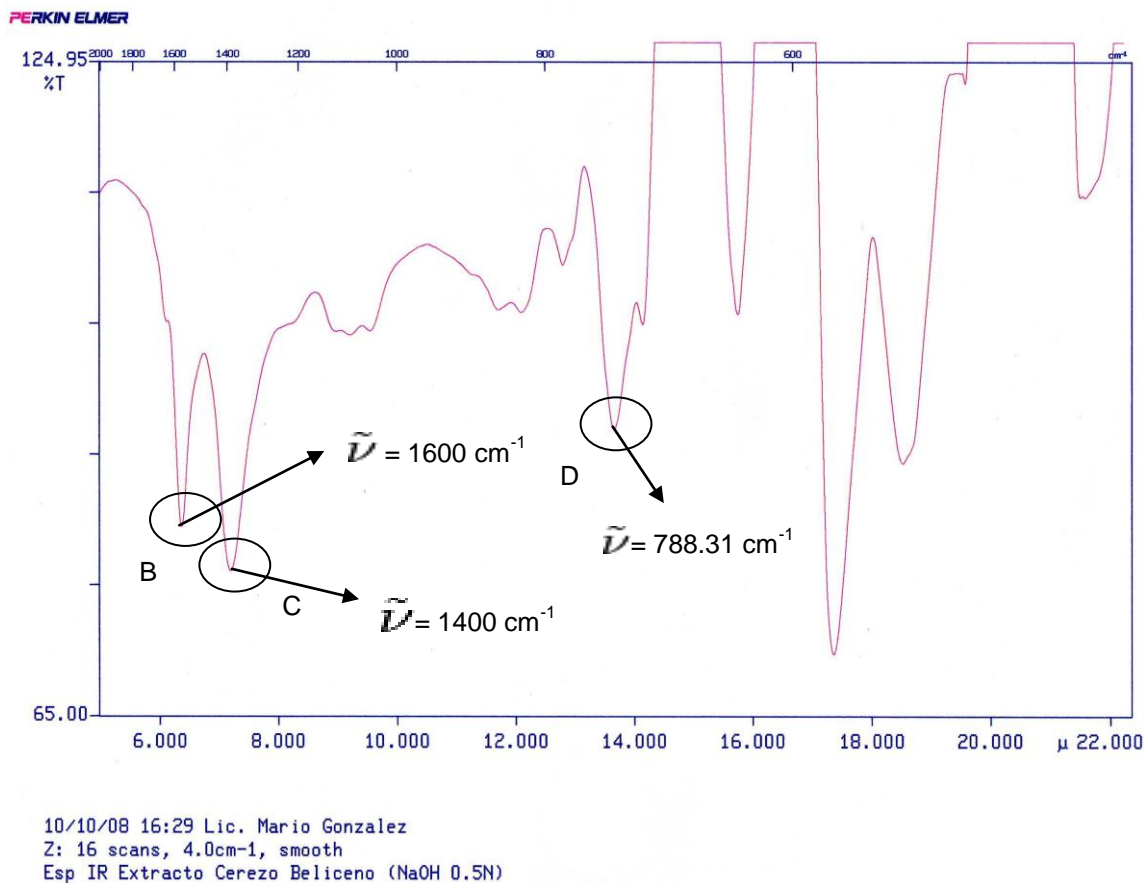


Fig. N° 5 Bandas características de anillos aromáticos

En la figura N° 5 se muestra el espectro infrarrojo ampliado en el rango de  $\tilde{\nu} = 2000 - 600 \text{ cm}^{-1}$ , para una mejor visualización de las bandas características de los grupos funcionales que están presente en el derivado del flavonoide causante del color, la banda (B) con  $\tilde{\nu} = 1600 \text{ cm}^{-1}$  que teóricamente está dentro del rango de los C=O de las cetonas aromáticas ( $\tilde{\nu} = 1475-1600 \text{ cm}^{-1}$ ); la banda (C)  $\tilde{\nu} = 1400 \text{ cm}^{-1}$  que teóricamente corresponde al C=C estiramiento del anillo aromático y una banda (D)  $\tilde{\nu} = 788.31 \text{ cm}^{-1}$  que teóricamente corresponde al C-H del anillo aromático ( $\tilde{\nu} = 750 - 800 \text{ cm}^{-1}$ ). (Ver anexo N° 7)

Cuadro N° 3 Resumen de las frecuencias, tipos de enlaces de la bandas experimentales

Banda	Frecuencia $\text{cm}^{-1}$	Tipo de enlace
A	3426.1	$\text{OH}^-$ de estiramiento
B	1600	$\text{C}=\text{O}$ de cetona aromático
C	1400	$\text{C}=\text{C}$ de estiramiento del anillo aromático
D	788.31	$\text{C}-\text{H}$ de estiramiento del anillo aromático

En el cuadro N° 3 se da a conocer un resumen de las bandas características del colorante obtenido del fruto de *Syzygium cumini* (cerezo beliceño) por espectroscopia infrarroja.

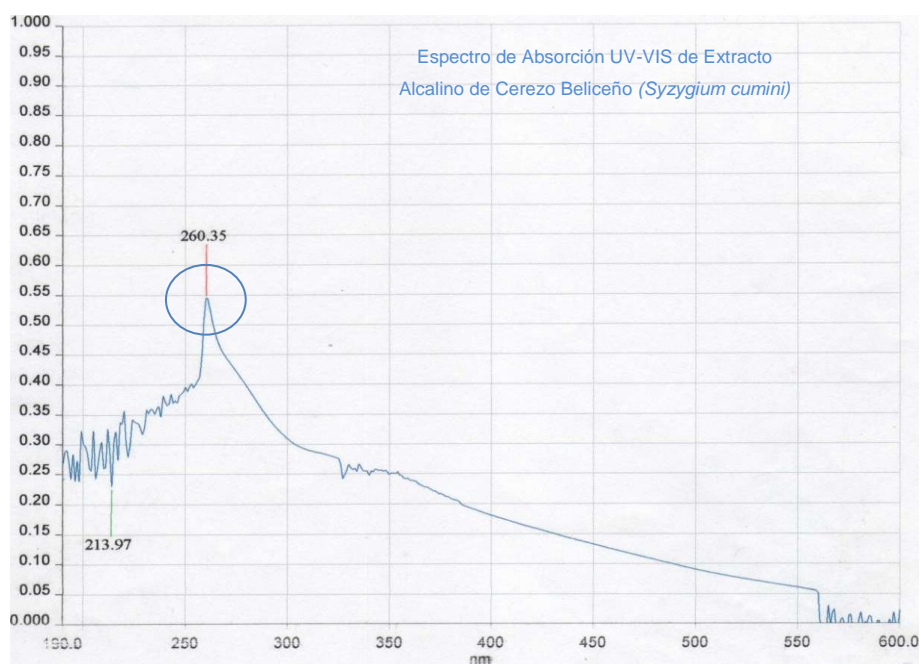


Fig. N° 6 Espectro UV-Visible del extracto alcalino de *Syzygium cumini*

En la muestra tratada con NaOH 0.5 N, se diluyo hasta obtener una solución traslucida para mejorar la lectura en el equipo, donde se aprecia un máximo de absorbancia a una  $\lambda = 260.35$  nm, lo que indica que se encuentra dentro de las longitudes de onda a las que absorben los flavonoides (250 nm – 295 nm). Se determinó la longitud de onda teórica utilizando la tabla de Fiesser-Kunh, tomando como base la estructura de un flavonoide (Ver anexo N° 8), que al reaccionar con NaOH 0.5 N se obtiene la estructura de una chalcona, esto se tomo como base para la determinación de la estructura causante del color, obteniéndose como resultado una  $\lambda = 260$  nm. La longitud de onda obtenida de la estructura base del flavonoide se encuentra próxima al valor experimental del espectro UV-Visible.

Cuadro N° 4 Resultados de la aplicación del colorante obtenido en las fibras de algodón después de 10 días de lavado con jabón y agua

<b>Mordiente al 25%</b>	<b>FIBRA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>TINCIÓN</b>
Cloruro de sodio	Algodón	Beige claro	Mediana fijación
Dicromato de potasio	Algodón	Precipita el colorante	Mala fijación
Sulfato de cobre pentahidratado	Algodón	Precipita el colorante	Mala fijación
Sulfato de hierro pentahidratado	Algodón	Café oscuro	Buena fijación
Cloruro de sodio + Sulfato de hierro pentahidratado	Algodón	Café oscuro	Buena fijación



Según el cuadro N° 4 se presenta en resumen, los resultados obtenidos en la aplicación del colorante a las fibras de algodón; de acuerdo a los mordientes utilizados el algodón posee muy buena afinidad a: cloruro de sodio 25%, sulfato de hierro pentahidratado 25% y la mezcla de cloruro de sodio y sulfato de hierro pentahidratado al 25%. (Ver anexo N° 10)

Pero al emplear los mordientes de dicromato de potasio y sulfato de cobre pentahidratado, el colorante precipita, dándose una mala fijación del color. (Ver anexo N° 10)

En la figura N° 27 se muestran las prendas de algodón mordentadas con cloruro de sodio 50%, sulfato de hierro pentahidratado 50% y la mezcla de cloruro de sodio y sulfato de hierro pentahidratado al 50% y tinturadas con el colorante del cerezo beliceño; de los cuales se obtuvieron resultados, con el cloruro de sodio 50% se decoloró a los 10 días, sulfato de hierro pentahidratado 50% se mantuvo la coloración y con la mezcla de cloruro de sodio y sulfato de hierro pentahidratado al 50% se decoloró a los 10 días. (Ver anexo N° 10).

En la figura N° 28 se muestra la prenda de algodón teñida con el colorante de cerezo beliceño utilizando como mordiente solución de sulfato de hierro pentahidratado, en la cual se obtuvieron los mejores resultados de tinción.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. El método por maceración a temperatura ambiente es adecuado para obtener este tipo de colorante, ya que extrae fácilmente gran cantidad de extracto debido a que el principio activo del color no se altera por la temperatura.
2. Las identificaciones fitoquímicas realizadas a la especie en estudio, confirman la presencia de flavonoides y taninos.
3. Desde el punto de vista económico la obtención del colorante de cerezo beliceño es de bajo costo, dado que el fruto se cultiva en el país y es de fácil ubicación, utilizando un proceso de extracción sencillo comparado con la obtención de otros colorantes naturales.
4. En la prueba de fijación del color se comprobó que el mejor mordiente es sulfato de hierro pentahidratado a una concentración del 25%, debido a que la fijación del color fue homogénea durante el periodo de prueba de 10 días, donde se estuvo lavando con agua y jabón comercial.
5. El dicromato de potasio y el sulfato de cobre pentahidratado al 25% no son buenos mordientes, ya que precipitan al colorante por lo que la fijación del color no se mantuvo durante un periodo de 10 días.
6. El espectro del infrarrojo presentan las bandas características de absorción de los grupos funcionales que se encuentran en el derivado del flavonoide causante del color en el extracto.

7. De acuerdo a la longitud de onda obtenida del espectro UV-Visible con  $\lambda = 260.35$  nm y el cálculo de longitud de onda teórico  $\lambda = 260$  nm comprobándose que la estructura base es de un flavonoide, por lo que se infiere que el colorante extraído del cerezo beliceño sea un derivado de éste.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Fomentar el cultivo de esta planta por el potencial agroindustrial que ella puede representar en un futuro, en el área de la investigación textil.
2. Realizar el método de reflujo con otros solventes, para la extracción de colorante y que pueda ser utilizado en la industria textil.
3. Realizar pruebas pilotos del colorante de *Syzygium cumini* (cerezo beliceño) con diferentes tipos de muestras textiles y otros tipos de mordientes con el propósito de obtener diferentes tonalidades.
4. Promover el uso de colorantes de origen natural en cualquier otro campo industrial para evitar la contaminación al medio ambiente y aprovechar este recurso que permite una buena rentabilidad por su bajo costo, su fácil obtención y generación de empleos.
5. Realizar estudios de estabilidad al colorante para proporcionar información sobre la vida útil del mismo.
6. Que la Facultad de Química y Farmacia a través de la Universidad de El Salvador dé a conocer este tipo de investigaciones a entidades Nacionales e Internacionales y así, obtener el apoyo en la adquisición del equipo necesario para la realización de dichas investigaciones.
7. Realizar pruebas con mordientes y solventes de extracción que sean de calidad comercial para optimizar la relación costo-producto.

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

1. Anzora, A., y otros, Tesis 2008. Obtención de un colorante a partir de *Musa paradisiaca* (Plátano verde) con aplicación en la industria textil, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
2. Bukele, K., y otros, Tesis 1969. Introducción a la Química Textil. (Algunas consideraciones básicas y su adaptación a nuestro medio), trabajo de graduación, Licenciatura en Ciencias Químicas, San Salvador, El Salvador.
3. Castillo, M., y otros. Tesis 2006. Ensayo preliminar para la obtención de colorantes naturales a partir de especies vegetales comestibles, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
4. Cruz, C., y otros. Tesis 2007. Propuesta de un colorante natural a partir de la semilla de *Persea americana* (aguacate), trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
5. Domínguez, X., 1973. Métodos de Investigación Fitoquímica, 1ª Edición, Mexico, Editorial Limusa. Págs. 82, 84-86.
6. Facultad de Química y Farmacia, Manual de Farmacognosia, Universidad de El Salvador. Ciclo I-2007.
7. Galán, J., y otros, Tesis 1997. Investigación del extracto de la *Eugenia myrtifolia* (cerezo beliceño) y su posible uso como indicador acido-base, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
8. Gabb, M. H., y otros, 1969. Manual de Soluciones de Laboratorio. Ediciones Bellaterra.



9. Guzmán, D., 1950. Especies útiles de la flora salvadoreña, 2º Edición, El Salvador. Págs. 369, 370.
10. Interiano, C., y otros. Tesis 2008. Obtención de un colorante natural a partir de las hojas de *Pteridium aquilinum* (helecho común) para su aplicación en la industria textil, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
11. Reynaud, J., 2003. La flora del farmacéutico, Ediciones Mundi-Prensa, España-México. Págs. 180, 181, 182.
12. Stevens, W., 2001. Flora de Nicaragua (Angiosperma), Única publicación, Jardín Botánica La Laguna, Tomo II. Editorial Missouri Botanical Garden Press. Pág. 1579.
13. Smog, D., y otros, 1997. Química analítica, 6º Edición, México, Editorial McGraw-Hill. Págs. 421, 429, 436.
14. <http://www.infor.cl/webinfor/pw/sistemagestion/pfnm/pactecmaqui/txt/procesocolorante.htm> (consultada 26-10-09)
15. <http://astromania.deyave.com/saladelectura/ESPECTROSCOPIAINFRARROJA.doc> (consultada 08-10-10).
16. <http://docencia.udea.edu.co/farmacogfit/flavonoides/> (consultada 28-08-10).
17. [http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Tabla\\_de\\_correlaciones\\_en\\_espectroscopia\\_infrarroja](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Tabla_de_correlaciones_en_espectroscopia_infrarroja) (consultada 08-10-10).
18. [www.es.wikipedia.org/wiki/Categoría:Glosario\\_de\\_términos\\_botánicos](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Categoría:Glosario_de_términos_botánicos) (consultada 10-04-10).

19. [www.es.wikipedia.org/wiki/espectroscopia](http://www.es.wikipedia.org/wiki/espectroscopia) (consultad 03-10-09).
20. [www.es.wikipedia.org/wiki/Metabolitos\\_secundario\\_de\\_las\\_plantas](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Metabolitos_secundario_de_las_plantas) (consultada 03-10-09).
21. [www.es.wikipedia.org/wiki/syzygium\\_cumini](http://www.es.wikipedia.org/wiki/syzygium_cumini) (consultada 10-04-10).
22. [www.labquimica.wordpress.com/extraccion-por-arrastre-con-vapor/](http://www.labquimica.wordpress.com/extraccion-por-arrastre-con-vapor/) (consultada 07-10-09).
23. [www.maca-peruana.com/analisis.htm](http://www.maca-peruana.com/analisis.htm) (consultada 03-10-09).
24. [www.monografias.com](http://www.monografias.com) (consultada 07-10-09).
25. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/meiq/perez\\_l\\_oa/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/perez_l_oa/capitulo5.pdf) (consultada 26-10-09).
26. [www.quiminet.com/colorantes.htm](http://www.quiminet.com/colorantes.htm) (consultada 08-10-09).
27. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21513704.pdf> (consultada 26-10-09).
28. [www.ricondelvago.com/colorantes.htm](http://www.ricondelvago.com/colorantes.htm) (consultada 05-10-09).
29. <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/V8N2/Art9V8N2.pdf> (consultada 26-10-09).
30. [www.urg.es/~quioired/lab/oper\\_bas/reflujo.htm](http://www.urg.es/~quioired/lab/oper_bas/reflujo.htm) (consultada 10-04-10).

## **GLOSARIO** (13, 18, 24)

**Algodón:** fibra vegetal natural de gran importancia económica como materia prima para la fabricación de tejidos y prendas de vestir. La generalización de su uso se debe sobre todo a la facilidad con la que la fibra se puede trenzar en hilos. La resistencia, la absorbencia y la facilidad con que se lava y se tiñe también contribuyen a que el algodón se preste a la elaboración de géneros textiles muy variados.

**Biodegradable:** a la característica de algunas sustancias químicas de poder ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que las empleen para producir energía (por respiración celular) y crear otras sustancias como aminoácidos, nuevos tejidos y nuevos organismos.

**Espectroscopia:** es el estudio del espectro luminoso de los cuerpos, con aplicaciones químicas, físicas y astronomía. Permite determinar el contenido elemental y molecular de los materiales.

**Flavona:** pigmento vegetal base de los flavonoides.

**Flavonoides:** sustancia de origen vegetal que contiene flavonas en diversas combinaciones con variada actividad biológica.

**Índigo:** tinte extraído de un arbusto llamado añil o índigo (del género *Indigofera*) siendo este nombre también usado para designar el color usado como tinte azul, fue probablemente el tinte más común en Europa junto con los púrpura y el escarlata.

**Metabolitos secundarios:** son los compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es fatal para la planta ya que no intervienen en el metabolismo primario de las plantas.

**Mordientes:** la palabra mordiente viene del latín *morder*, basada en la creencia de que algunas sustancias mordían la fibra para hacerla recibir mejor el tinte. Son sales minerales o metálicas, solubles en agua, que cuando se añaden al baño de tintura enlazan, intensifican o cambian el color del baño de tintura y hacen que el color sea más fuerte a la luz, al lavado y al roce.

**Taninos:** son sustancias amorfas no cristalizables, solubles en agua y alcohol, formando soluciones de sabor astringente y amargo. Químicamente son sustancias fenólicas complejas que se clasifican de acuerdo a la naturaleza de sus productos de hidrólisis y de acuerdo a algunas reacciones químicas. Son importantes sobre todo por su aplicación en el curtido de pieles.

**Taxonomía:** del griego *taxis* “ordenamiento” y *nomos* “norma o regla”, es la ciencia de la clasificación. Por lo general se emplea el término para designar la taxonomía biológica, la ciencia de ordenar a los organismos en un sistema de clasificación, compuesto por taxones agrupados en categorías taxonómicas.

**ANEXOS**

**ANEXO N°1**

**CARTA DE IDENTIFICACIÓN**



Antiguo Cuscatlán, viernes 20 de noviembre de 2009

A quien interese:

Por este medio hago constar que el bachiller José Ricardo Melgar Quijano, se presentó a nuestro herbario con una muestra botánica para ser identificada, la cual después de revisada resultó ser de la especie *Syzygium cumini* (L.) Skeels, familia Myrtaceae, conocida con el nombre común de cerezo beliceño.

Y para los usos que el interesado estime conveniente, se extiende la presente.

Atentamente,

Jorge Monterrosa Salomón  
Herbario LAGU  
- Curador

Figura N° 7 Carta de identificación del fruto maduro de *Syzygium cumini* (cerezo beliceño).

**ANEXO N°2**

**MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS**



**Materiales:**

Agitadores de vidrio

Balón de fondo plano de 500mL

Beaker plástico de 100mL

Beaker de 50, 100, 250, 400 y 1000mL

Embudo de vidrio

Espátula

Frasco de plástico de 250mL

Frasco de vidrio ámbar

Goteros

Gradilla

Mascarilla

Probetas de 10, 25, 50 y 100mL

Pipeta volumétrica de 5.0mL

Pizeta

Papel toalla

Papel filtro

Papel Parafilm

Toallas

Tirro

Tubos de ensayo

Vidrio de reloj

**Equipo:**

Balanza semi-analítica

Balanza granataría

Espectrofotómetro Infrarrojo

Espectrofotómetro Ultra violeta visible

Hot plate

**Reactivos:**

Acido clorhídrico concentrado

Alcohol etílico 90°

Cloruro de sodio al 25%

Dicromato de potasio

Dicromato de potasio al 25% (solido)

Hidróxido de sodio 0.5N

Hidróxido de sodio 1N

Laminas de magnesio metálico

Sulfato de cobre pentahidratado al 25%

Sulfato de hierro pentahidratado al 25%

Tricloruro de hierro (solido)

Zinc metálico

**ANEXO N°3**

**PREPARACION DE SOLUCIONES (1, 8, 26, 28)**

**Agentes mordientes:**

- Solución de Cloruro de sodio al 25%: pesar 25 g de NaCl en balanza semi-analítica, luego transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completa disolución.
- Solución de Dicromato de potasio al 25%: pesar 25 g de  $K_2Cr_2O_7$  en balanza semi-analítica, luego transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completa disolución.
- Solución de Sulfato de cobre pentahidratado 25%: pesar 25 g de  $CuSO_4$  en balanza semi-analítica, luego transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completa disolución.
- Solución de Sulfato hierro pentahidratado al 25%: pesar 25 g de  $FeSO_4$  en balanza semi-analítica, luego transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completa disolución.

**Reactivos:**

- Hidróxido de sodio 0.5N: pesar cuidadosamente 10 g de NaOH en lentejas (hacerlo de forma rápida por ser higroscópico) en un beaker plástico. Disolver poco a poco las lentejas con agua libre de  $CO_2$  hasta completar disolución, luego transferir la solución a un balón volumétrico de 500 mL y se lleva a volumen. Envasar en envase plástico y almacenar.
- Hidróxido de sodio 1N: pesar cuidadosamente 4 g de NaOH en lentejas (hacerlo de forma rápida por ser higroscópico) en un beaker plástico. Disolver

poco a poco las lentejas con agua libre de CO<sub>2</sub> hasta completar disolución, luego transferir la solución a un balón volumétrico de 100 mL y se lleva a volumen. Envasar en envase plástico y almacenar.

**ANEXO N°4**

**CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO (1, 8)**

### **Cálculos para la preparación de hidróxido de sodio 0.5N**

Calculo para 500 mL de solución.

Formula: NaOH

PM=40 g/mol

V=0.5L

N=0.5

Gramos =  $N \times PM \times V$

Gramos =  $0.5N \times 40 \text{ g/mol} \times 0.5L$

Gramos = 10 g de NaOH

### **Cálculos para la preparación de hidróxido de sodio 1N**

Calculo para 100 mL de solución.

Formula: NaOH

PM=40 g/mol

V=0.1L

N=1

Gramos =  $N \times PM \times V$

Gramos =  $1N \times 40 \text{ g/mol} \times 0.1L$

Gramos = 4 g de NaOH

**ANEXO N° 5**

**CÁLCULOS PARA EL PORCENTAJE DE RENDIMIENTO**



### Cálculos para el porcentaje de rendimiento

Se tomó 4000.0 mL de NaOH 0.5N para 1360.8 g de fruto de cerezo beliceño:

4000.0 mL NaOH 0.5N ——— 100%

3800.0 mL Extracto/NaOH ——— X

= 95% rendimiento

Se tomo 200.0 mL de alcohol etílico al 90° para 20.0 g de fruto de cerezo beliceño:

200.0 mL alcohol etílico al 90° ——— 100%

150.0 mL Extracto/NaOH ——— X

= 75% rendimiento

**ANEXO N°6**

**ESQUEMA DE EXTRACCION Y TEÑIDO**

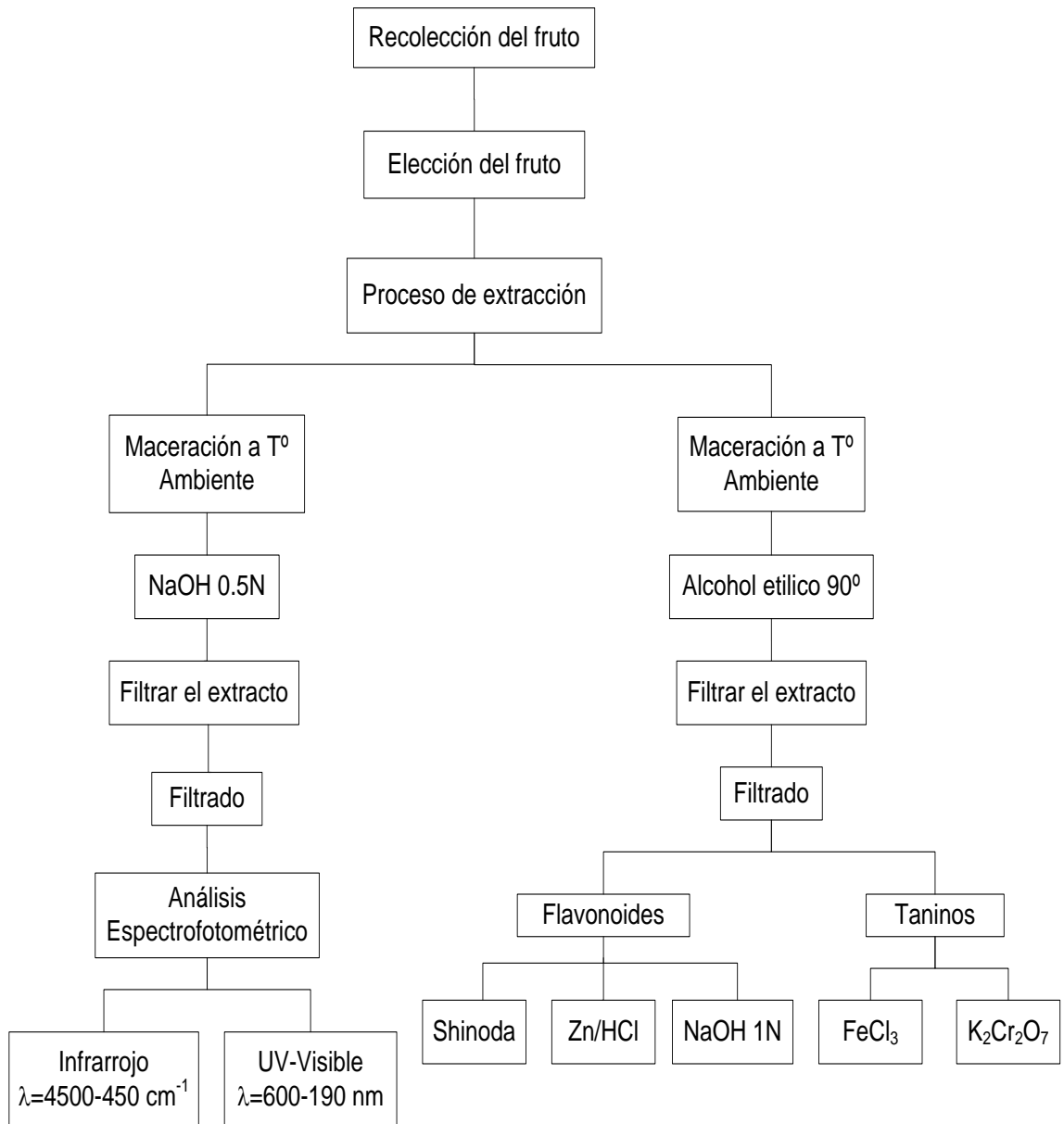


Fig. N° 8 Esquema de proceso de extracción del colorante, análisis espectrofotométrico y determinación de los metabolitos secundarios.

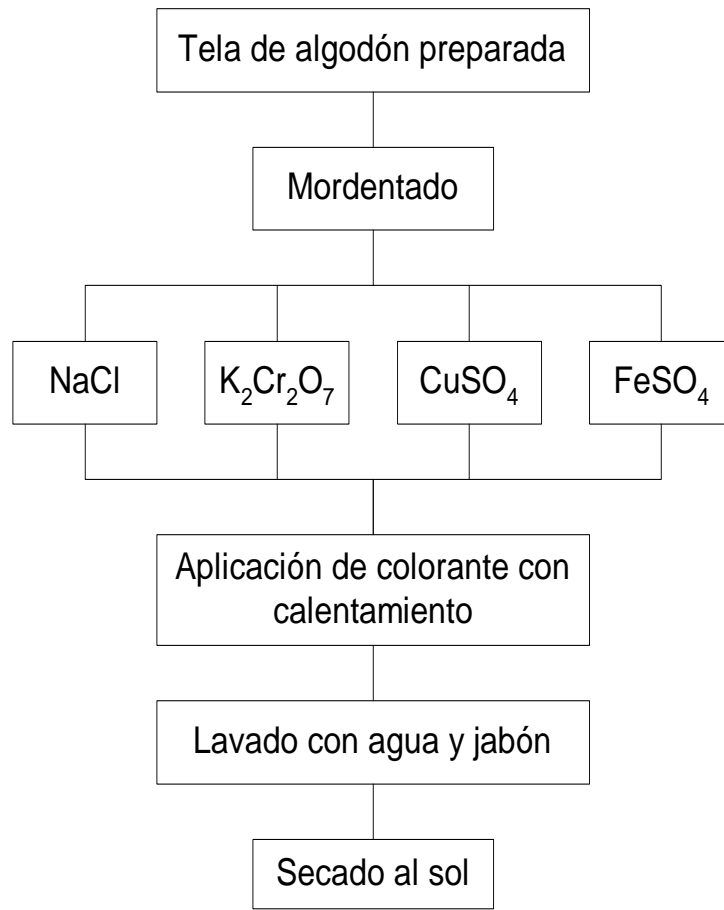


Fig. N° 9 Esquema de teñido de la fibra de algodón con el colorante obtenido del fruto de *Syzygium cumini* (cerezo beliceño).

**ANEXO N° 7**  
**TABLAS DE LAS PRINCIPALES BANDAS DE ABSORCION**  
**PARA IR Y UUVIS**

**Tabla N° 1 Frecuencias características de absorción IR de grupos funcionales** (15,17)

Enlace	Tipo de enlace	Tipo específico de enlace	Rango e intensidad de absorción
C-H	alquilo	metilo	1380 cm <sup>-1</sup> (débil), 1260 cm <sup>-1</sup> (fuerte) y 2870, 2960 cm <sup>-1</sup> (ambos, de fuerte a medio)
		metileno	1470 cm <sup>-1</sup> (fuerte) y 2850, 2925 cm <sup>-1</sup> (ambos, de fuerte a medio)
		metino	2890 cm <sup>-1</sup> (débil)
	vinilo	C=CH <sub>2</sub>	900 cm <sup>-1</sup> (fuerte) y 2975, 3080 cm <sup>-1</sup> (medio)
		C=CH	3020 cm <sup>-1</sup> (medio)
		alqueno monosustituido	900, 990 cm <sup>-1</sup> (ambos fuerte)
		alqueno cis-disustituido	670-700 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
		alqueno trans-disustituido	965 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
		alqueno trisustituido	800-840 cm <sup>-1</sup> (fuerte a medio)
	aromático	benceno/benceno sustituido	3070 cm <sup>-1</sup> (débil)
		benceno monosustituido	700-750 cm <sup>-1</sup> (fuerte) y 700±10 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
		benceno orto-disustituido	750-800 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
		benceno meta-disustituido	750-800 cm <sup>-1</sup> (fuerte) y 860-900 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
		benceno para-disustituido	800-860 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
	alquino		3300 cm <sup>-1</sup> (medio)
aldehído		2720, 2820 cm <sup>-1</sup> (medio)	
C-C	C-C acíclico	alqueno monosustituido	1645 cm <sup>-1</sup> (medio)
		alqueno 1,1-disustituido	1655 cm <sup>-1</sup> (medio)

C-C	C-C acíclico	alqueno cis-1,2-disustituido	1660 cm <sup>-1</sup> (medio)
		alqueno trans-1,2-disustituido	1675 cm <sup>-1</sup> (medio)
		alqueno tri y tetrasustituido	1670 cm <sup>-1</sup> (débil)
	C-C conjugado	dienos	1600, 1650 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
		con anillo de benceno	1625 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
		con C=O	1600 cm <sup>-1</sup> (fuerte)
	C=C aromático		1450, 1500, 1580, 1600 cm <sup>-1</sup> (fuerte a débil) - siempre los 4
	C≡C	alquino terminal	2100-2140 cm <sup>-1</sup> (débil)
		alquino disustituido	2190-2260 cm <sup>-1</sup> (muy débil, a veces no visible)
C=O	Cetona, aldehído	alifáticos saturados/ciclos de 6 miembros	1720 cm <sup>-1</sup>
		α,β-insaturado	1475-1600 cm <sup>-1</sup> (también va para cetonas aromáticas)
		ciclo de 5 miembros	1750 cm <sup>-1</sup>
		ciclo de 4 miembros	1775 cm <sup>-1</sup>
		aldehído	1725 cm <sup>-1</sup> (influencia de la conjugación como en las cetonas)
	derivados de ácido carboxílico	ácido carboxílico saturado	1710 cm <sup>-1</sup>
		ácido carboxílico insaturado/aromático	1680-1690 cm <sup>-1</sup>
		ésteres y lactonas	1735 cm <sup>-1</sup> (influencia de la conjugación y el tamaño del anillo como en las cetonas)

C=O		anhídridos	1760 y 1820 $\text{cm}^{-1}$ (ambos)
		halogenuros	1800 $\text{cm}^{-1}$
		amidas	1650 $\text{cm}^{-1}$ (amidas asociadas)
		sales de carboxilatos	1550-1610 $\text{cm}^{-1}$ (también va para zwitteriones aminoacídicos)
O-H	alcoholes, fenoles		3200-3525 $\text{cm}^{-1}$ (la concentración de la muestra ensancha la absorción y la mueve a 3200-3400 $\text{cm}^{-1}$ )
	ácidos carboxílicos		3500-3560 $\text{cm}^{-1}$ (la concentración de la muestra ensancha la absorción y la mueve a 3000 $\text{cm}^{-1}$ )
N-H	aminas primarias		doblete entre 3400-3500 $\text{cm}^{-1}$ y 1560-1640 $\text{cm}^{-1}$ (fuerte)
	aminas secundarias		sobre 3000 $\text{cm}^{-1}$ (medio a débil)
	iones amonio		se ensancha con múltiples picos entre 2400-3200 $\text{cm}^{-1}$
C-O	alcoholes	primarios	1050 $\pm$ 10 $\text{cm}^{-1}$
		secundarios	alrededor de 1100 $\text{cm}^{-1}$
		terciarios	1150-1200 $\text{cm}^{-1}$
	fenoles		1200 $\text{cm}^{-1}$
	éteres	alifáticos	1120 $\text{cm}^{-1}$
		aromáticos	1220-1260 $\text{cm}^{-1}$
	ácidos carboxílicos		1250-1300 $\text{cm}^{-1}$
ésteres		1100-1300 $\text{cm}^{-1}$	



**Tabla N° 2 Fiesser - Kunh. Calculo de la principal banda de absorción de bencenos derivados de la Ar-COG <sup>(10)</sup>**

Ar-COG / Ar-CHO / Ar-CO <sub>2</sub> H / Ar-CO <sub>2</sub> R		max.
Grupo base (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> )		-----
G= alquilo o residuo de anillo (Ar-COG)		246
G= H(Ar-CHO)		250
G= OH, OAlqui. (Ar-CO <sub>2</sub> H, Ar-CO <sub>2</sub> R)		230
Incremento por cada sustituyente en el Ar.		
Alquilo o residuo de anillo	o.m	+3
	p	+10
OH, OCH <sub>3</sub> , OR	o.m	+7
	p	+25
-σ (oxianión)	o	+11
	m	+20
	p	+78
-Cl	o.m	+0
	p	+10
-Br	o.m	+2
	p	+15
NH <sub>2</sub>	o.m	+13
	p	+58
NHCOCH <sub>3</sub>	o.m	+20
	p	+45
NH-CH <sub>3</sub>	p	+73
N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	o.m	+20
	p	+85

**ANEXO N° 8**

**ESTRUCTURA DE FLAVONOIDE Y  
CALCULO DE LONGITUD DE ONDA**

Reacción del flavonoide con álcali

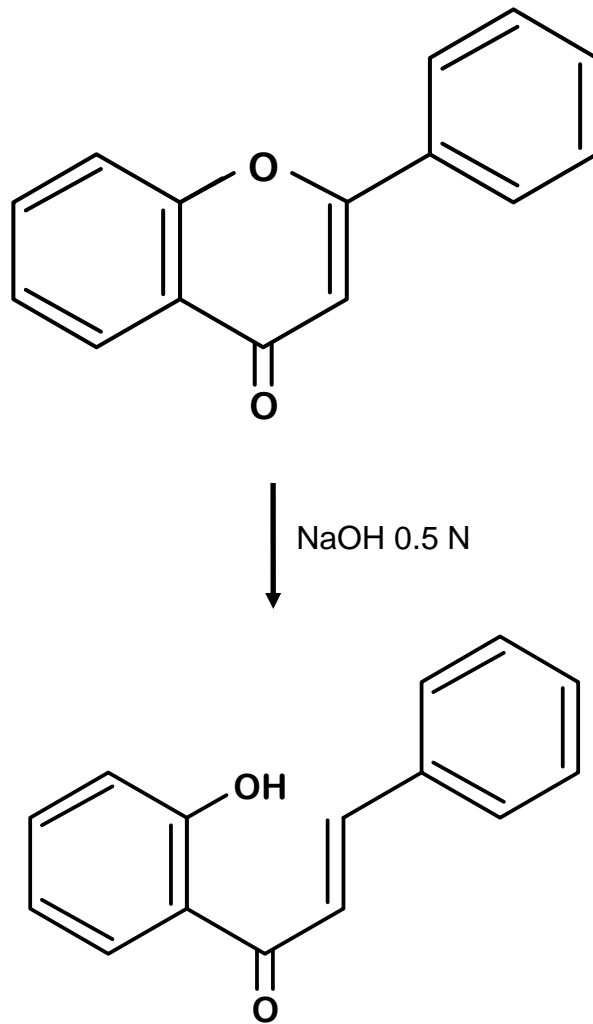


Fig. N° 10 Reacción del flavonoide con NaOH 0.5 N (5)

### Calculo de longitud de onda

Núcleo base: Carbonilo conjugado

Alquilo o residuo de anillo: 246 nm

Sustitución OH<sup>-</sup> en orto y meta: 14 nm

Longitud de onda teórica 260 nm

Longitud de onda experimental 260.35 nm

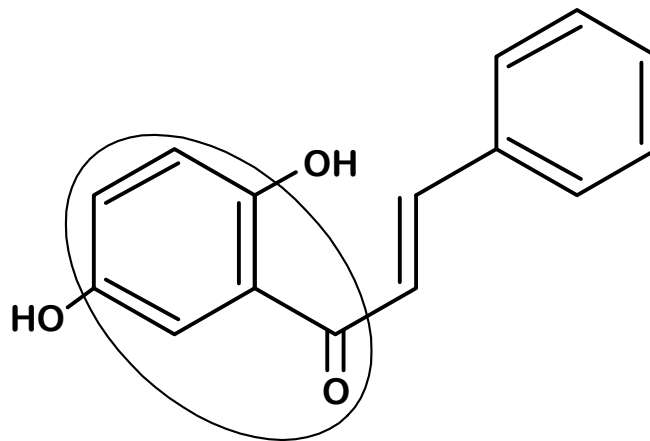


Fig. N° 11 Estructura probable de un flavonoide causante del color

**ANEXO N° 9**

**IDENTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES (5,10)**

**Cuadro N° 5 Identificación de flavonoides (5,10)**

PRUEBA	REACTIVO	RESULTADO	INTERPRETACION
Prueba de Shinoda	Magnesio metálico, ácido clorhídrico concentrado	Coloración amarilla-roja	Flavonas y flavonoles
		Coloración roja	Flavononoles
		Coloración de rojo-violeta-azul	Flavanonas
		Negativo	Isoflavonas, chalconas y auronas
Prueba con Zn/HCl	Zinc metálico, ácido clorhídrico concentrado	Coloración rojo-violeta	Flavononoles
		Incoloro o rosado débil	Flavanonas y flavonoles
Prueba con NaOH 1 N	Hidróxido de sodio 1 N	Coloración amarilla	Flavonas y flavonoles
		Diferentes tonos de rojo	Flavonas y Isoflavononas
		Coloración púrpura rojiza	Chalconas
		Coloración café anaranjado	Flavonoles
		Coloración azul	Antocianinas

**ANEXO N° 10**  
**FOTOGRAFIAS**



Fig. Nº 12 Recolección del fruto

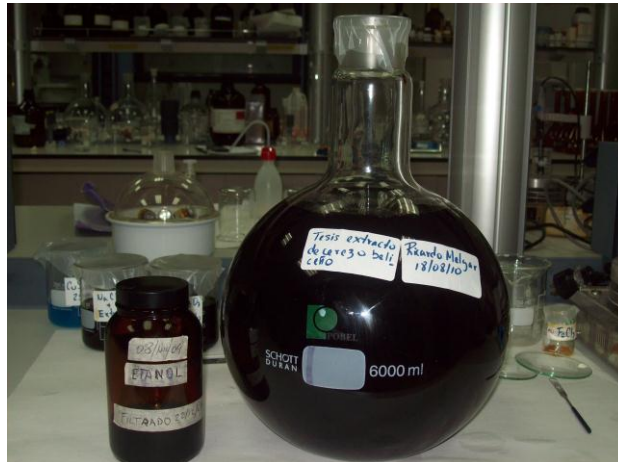


Fig. Nº 13 Extracción por maceración



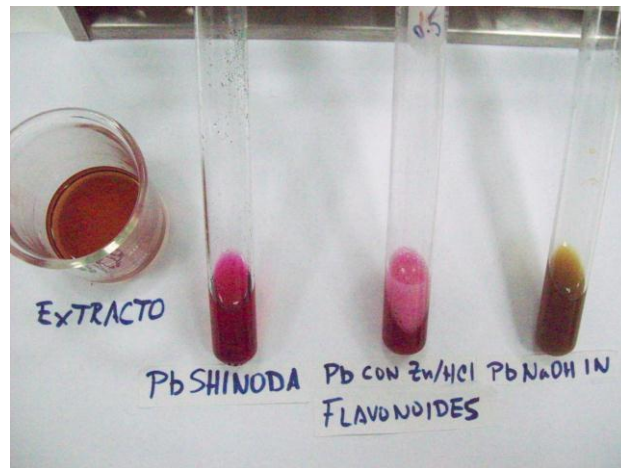


Fig. N° 14 Pruebas en extracto alcohólico para identificar flavonoides

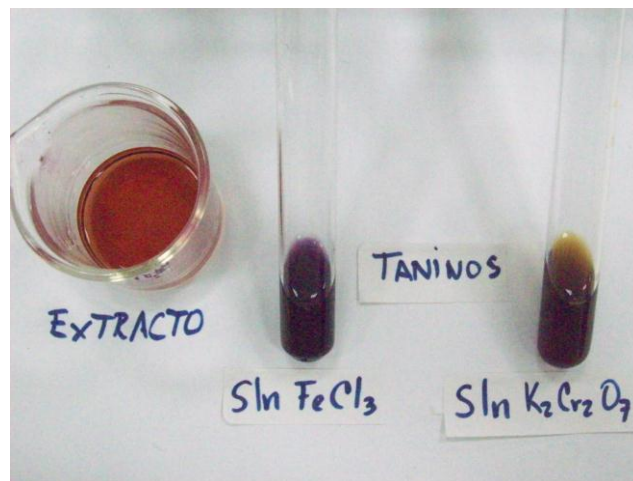


Fig. N° 15 Pruebas en extracto alcohólico para identificar taninos



Fig. N° 16 Espectrofotómetro UV-Visible  $\lambda$  35



Fig. N° 17 Dilución de la muestra



Fig. N° 18 Espectrofotómetro IR Perkin Elmer Paragon 1000 de Transf de Fourier

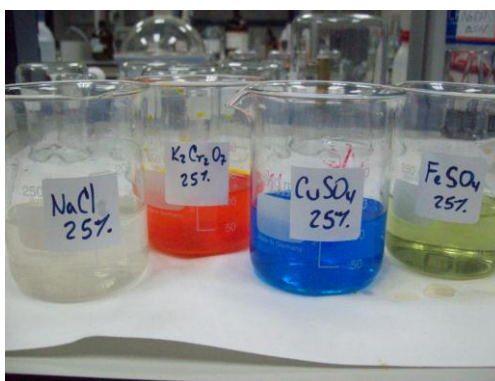


Fig. N° 19 Diferentes sustancias mordientes

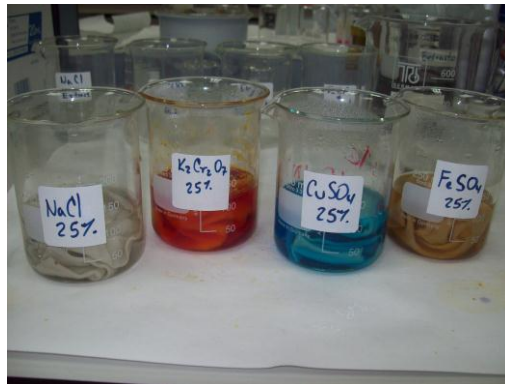


Fig. N° 20 Mordentado de las fibras de algodón



Fig. N° 21 Extracto con NaOH 0.5N



Fig. N° 22 Proceso de tinción de la fibra de algodón



Fig. N° 23 Fibras teñidas después de 10 días de lavado con agua y jabón comercial



Fig. N° 24 Prenda sin teñir



Fig. N° 25 Proceso de tinción



Fig. N° 26 Proceso de tinción



Fig. N° 27 Prendas teñidas después de 10 días de lavado con agua y jabón comercial



Fig. N° 28 Prenda de algodón teñida con el colorante del Fruto maduro de Cerezo Beliceño y mordentada con  $\text{FeSO}_4$