

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



**Universidad de El Salvador**

*Hacia la libertad por la cultura*

PROPUESTA DE UN EXTRACTO COLORANTE A PARTIR DE *Hibiscus*  
*sabdariffa* (FLOR DE JAMAICA) PARA SER UTILIZADO EN LA INDUSTRIA  
TEXTIL

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

JESSICA MAGALI AREVALO CEA

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

FEBRERO 2012

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIA GENERAL**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LIC. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

**SECRETARIO**

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ

**COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION**

**COORDINADORA GENERAL**

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

**ASESORA DE AREA DE ANALISIS DE ALIMENTOS**

MAE. María Elisa Vivar de Figueroa

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

Licda. Zenia Ivonne Arévalo De Márquez

**DOCENTE DIRECTOR**

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruíz

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso por brindarme sabiduría, confianza y las fuerzas para finalizar este proyecto.

A nuestra madre santísima por ser un ejemplo de humildad, entrega y perseverancia en los momentos más difíciles.

A mis padres por su amor, esfuerzo y sacrificio en cada etapa de mi vida impulsándome siempre para llegar a culminar este proyecto.

A mi esposo por ayudarme siempre y en todo momento por darme su apoyo incondicional para realizar este sueño.

A mi bebita Valentina la persona más importante de mi vida la que me dio con su amor la mayor fuerza de seguir y terminar este proyecto impulsándome día a día

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

A los docentes evaluadores de esta investigación: Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez, Ing. Lavinia de Medrano (QDDG) y MAE. María Elisa Vivar de Figueroa por la sabiduría y el apoyo que aportaron en mi proyecto, a nuestra coordinadora de trabajos de graduación Licda. María Odette Rauda por su valioso tiempo y el aporte que brindo para la realización de este trabajo.

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

**Jessica Arévalo**

## **DEDICATORIA**

A Jesucristo mi padre y ejemplo de lucha, perseverancia y sabiduría por guiarme en cada momento de mi vida, brindándome las fuerzas y la entrega para poder hacer realidad este proyecto.

A nuestra Madre Santísima estar siempre a mi lado, entregándome siempre su compañía, apoyo y fidelidad, en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres Álvaro Arévalo Canales y Vilma Haydee Cea de Arévalo por ser un ejemplo verdadero de lucha y superación en mi vida, gracias por todo el amor, esfuerzo, sacrificio y comprensión. Guardándome siempre con sus oraciones en todo momento, ayudándome a levantarme en los momentos que caí, gracias de corazón porque sin ustedes este triunfo no sería realidad, los amo con todo el corazón y mil gracias por darme la vida.

A mi esposo por brindarme siempre su confianza, apoyo y ayuda en todo momento de este proyecto impulsándome siempre a continuar y hacer realidad este sueño que es muy importante en nuestras vidas juntos.

A mi bebita la personita que con su inocencia, pureza, amor y ternura me dio las fuerzas necesarias para salir adelante y lograr concluir esta etapa de vida.

A mis hermanos Yuli y Alexis por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional.

.A mis sobrinos Alvarito, Diego y Davisito, y a mis cuñados, por acompañarme en las diferentes etapas de mi vida.

Gracias de todo corazón a toda mi familia por estar siempre apoyándome.

**Jessica Arévalo**

## INDICE

Contenido	Pág.
Resumen	
Capítulo I.	
1.0 Introducción	xx
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Específicos	
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	
3.1 Morfología y Taxonomía de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica)	28
3.2 Generalidades de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica)	29
3.3 Usos farmacológicos	32
3.4 Requerimientos Edafoclimáticos	33
3.5 Colorantes	35
3.5.1 Clasificación de los Colorantes	35
3.5.2 Colorantes Artificiales	35

3.5.3 Ejemplo de Colorantes Artificiales	36
3.5.4 Colorantes Naturales	37
3.5.5 Ejemplo de Colorantes naturales	38
3.6 Mordientes	39
3.6.1 Ejemplo de Mordientes	40
3.7 Tinción	45
3.8 Métodos Espectrofotométricos de Análisis	46
3.8.1 Espectrofotometría UV	47
3.8.2 Espectrofotometría IR	48
Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	52
4.1 Tipo de Estudio	52
4.2 Investigación Bibliográfica	52
4.3 Investigación de Campo	53
4.3.1 Universo	53
4.3.2 Muestra	53
4.3.3 Tipo de Muestreo	53
4.3.4 Recolección de Muestra	53
4.4 Parte Experimental	54

4.4.1	Proceso de extracción con NaOH 0.5N	54
4.4.2	Proceso de Extracción con etanol 90°	54
4.4.3	Pruebas de Identificación para metabolitos en el extracto Etanolico.	55
4.4.4	Proceso de tinción con extracto de <i>Hibiscus sabdariffa</i> en Algodón.	56
4.4.5	Proceso de tinción con extracto de <i>Hibiscus sabdariffa</i> en Nylon 6.	56
4.4.6	Proceso de tinción con extracto de <i>Hibiscus sabdariffa</i> en Lino.	57
4.5	Determinación de los Máximos de Absorbancia del colorante Por espectroscopia UV-VIS	57
4.6	Determinación de las Bandas características por espectroscopia Infrarroja.	58
Capitulo V		
5.0	Resultados e Interpretación de Resultados	60
Capítulo VI		
6.0	Conclusiones	75
Capítulo VII		
7.0	Recomendaciones	78

Bibliografía

Glosario

Anexos

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág.
1. Clasificación de colorantes naturales	38
2. Extracción del colorante <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica)	60
3. Identificación Fitoquímica con los diferentes extractos etanólicos a 90° de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica)	61
4. Comparación del poder de tinción del extracto colorante de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica) con diferentes mordientes.	63
5. Comparación del poder de tinción del extracto colorante de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica) en algodón, nylon 6 y lino.	65
6. Comparación del poder de tinción del extracto colorante de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica) con $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en algodón, nylon 6 y lino.	66
7. Comparación del poder de tinción del extracto colorante de <i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica) con $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en algodón, nylon 6 y lino.	67
8. Monitoreo del teñido con los diferentes mordientes en prendas de algodón, nylon 6 y lino	111
9. Elección del mejor mordiente.	112

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Pág.
1. <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	28
2. Hojas flor y fruto de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	31
3. Usos de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	31
4. Producción de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	34
5. Cultivo de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	34
6. Espectro UV-VIS del extracto alcalino de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	68
7. Espectro UV-VIS del extracto alcalino de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	69
8. Espectro IR de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica) zona de 2000-3600	70
9. Espectro IR de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica) zona de 600- 1800	71
10. Presencia de señal fuerte espectro IR de <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	72

11.	Banda características de anillos aromáticos espectro IR <b>Hibiscus</b> <b>sabdariffa</b> (Flor de Jamaica)	73
12.	Estructura posible de un Flavonoide causante del color	93
13.	Estructura Posible de un Flavonoide Causante del Color.	94
14.	Esquema de extracción de colorante	103
15.	Esquema de extracto para pruebas fitoquímicas	104
16.	Recolección de Muestras seca y empacada de <b>Hibiscus</b> <b>sabdariffa</b> (Flor de Jamaica)	106
17.	Extracción por Método de Reflujo	107
18.	Extracción Etanólica a 90 °	107
19.	Prueba de NaOH 10% para Flavonoides	108
20.	Prueba de taninos en <b>Hibiscus sabdariffa</b> (Flor de Jamaica)	108
21.	Prueba de alcaloides en <b>Hibiscus sabdariffa</b> (Flor de Jamaica)	109
22.	Espectrofotometro IR	110
23.	Espectrofotometro UV-VIS	110

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo. N°

1. Material, Equipo y Reactivos.
2. Preparación de Agentes Mordientes
3. Preparación de soluciones.
4. Cálculo de longitud de onda para *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)
5. Tablas de las principales bandas de absorción para UV-VIS e IR.
6. Esquema de extracción y pruebas fitoquímicas.
7. Fotografías
8. Constancia de identificación de la planta en estudio

## ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
° C	grados Celsius
cm	centímetro
M	metro
Fig.	Figura
g	gramos
N	normal
mL	mililitro
min	minutos
N <sub>o</sub>	número
Pág.	Página
UV	ultra violeta
IR	infrarrojo
NaCl	cloruro de sodio
NaOH	hidróxido de sodio
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	sulfato de hierro(II) heptahidratado
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	sulfato de cobre(II) pentahidratado

## **RESUMEN**

## RESUMEN

Uno de los problemas que actualmente enfrentamos es el gran uso de colorantes sintéticos en la industria textil, que en su mayoría luego de ser utilizados, sus desechos son depositados en ríos, lagos, quebradas, contribuyendo en gran parte a la contaminación de los mantos acuíferos y el medio ambiente. En la presente investigación se promueve el uso de colorantes naturales a partir de la especie vegetal ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica), dando una alternativa para disminuir el problema de la contaminación y utilizando recursos vegetales que están en la vida cotidiana, dicha investigación se ha realizado en dos etapas, la primera consistió en la recopilación bibliográfica y la segunda en la parte experimental; donde se llevó a cabo la obtención del colorante utilizando pétalos ya secos (empacados) de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) los cuales fueron sometidos a un proceso de extracción básica (Reflujo), por medio del cual se puede recolectar la mayor cantidad de extracto y a la vez se controla la temperatura, para no dañar la muestra, y se utiliza Hidróxido de Sodio al 0.5 N, como solvente para una extracción. Con este tipo de extracción se obtiene un extracto color oscuro, al que se le realizaron análisis, por Espectroscopia Infrarroja y ultravioleta-visible; en el primero se determinaron las bandas características de grupos funcionales presentes, en el segundo se determinó las longitud de onda de máxima absorbancia.

Posteriormente se realizó pruebas fitoquímicas empleando un extracto alcohólico por el método de reflujo, al extracto concentrado se le realizó pruebas de identificación para metabolitos secundarios tales como flavonoides taninos y alcaloides presentes en la especie vegetal.

Para el proceso de tinción se sometieron las fibras de algodón, Nylon 6 y Lino a un baño empleando los mordientes: sulfato de hierro heptahidratado; sulfato de cobre pentahidratado y una mezcla con limón y ceniza, comprobándose el poder de adherencia de dichas fibras las cuales fueron sometidas a repetidas pruebas de lavado para poder finalizar la tinción con el extracto colorante obtenido.

Para finalizar se concluye que para la fijación del colorante obtenidos de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) los mordientes más adecuados son sulfato de hierro heptahidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ); sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) los cuales son una gran alternativa eficaz en la Industria Textil.

Se recomienda que se busquen otras alternativas de plantas y desechos vegetales para la obtención de colorantes y que estos se comercialicen tanto en la industria textil, cosmética, farmacéutica y alimenticia, y así disminuir el uso de colorantes sintéticos y por ende la contaminación del medio ambiente.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

Las plantas se usan en la tinción de tejidos desde tiempos muy remotos, como los babilonios, sirios, egipcios e hindúes ya las usaban para la tinción de tejidos. Encontrándose restos en Egipto los cuales datan del año 2000-3000 A. C, también en la Edad Media han aparecido restos de tintorería Otro ejemplo son los Chinos que usaban tintes, obtenidos de la cochinilla que da un color rojo brillante y la planta del Índigo que da un color azul añil, desde el año 2000 A. C, los colorantes químicos son una imitación del color, mientras los colorantes naturales son colores que se obtienen de la naturaleza.

La presente investigación trata sobre la elaboración de un colorante en solución extraído a partir de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) el cual no dañe el medio ambiente y la salud como lo hacen los colorantes sintéticos. La parte que se ocupó de la planta es la flor previamente secada al sol que posteriormente se pulverizó para luego extraer el colorante por el método de reflujo con solución NaOH 0.5 N (Hidróxido de Sodio 0.5N) y así obtener la sustancia activa que proporciona el color, a la vez se hizo con dicho extracto un análisis por espectrofotometría infrarrojo para determinar las bandas características del principio activo causante del color, con un barrido por espectrofotometría UV-VIS que determinó el máximo de absorbancia para proponer una estructura básica del causante del color. Posteriormente se realizó el proceso de tinción utilizando diferentes mordientes (Sulfato de Cobre, Sulfato de hierro, Ceniza,

Limón) aplicados a prendas de Nylon 6, Lino y Algodón los cuales serán secados y lavados con agua y jabón, por un periodo de veinte días para poder comprobar la durabilidad del colorante en dichas fibras.

Y la otra extracción con alcohol etílico a 90° se le realizó las pruebas fitoquímicas para determinar la presencia de metabolitos secundarios tales como alcaloides, taninos y flavonoides presentes en ***Hibiscus sabdariffa*** (flor de Jamaica), para lo cual se procesó la muestra.

La parte experimental se realizó por un periodo de dos meses en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador y los Laboratorios del Instituto Químico-Biológico (IQB)

**CAPITULO II**  
**OBJETIVOS**

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Proponer un extracto colorante a partir de *Hibiscus sabdariffa* ( Flor de Jamaica ) para ser utilizado en la industria textil.

### 2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Realizar extracción del colorante de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) con Hidróxido de Sodio 0.5 N y alcohol etílico 90°.

2.2.2 Hacer estudios preliminares de Alcaloide, Taninos y Flavonoides por medio de pruebas fitoquímicas, al extracto alcohólico de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

2.2.3 Identificar la longitud de onda de máxima absorbancia del compuesto responsable del color por espectroscopia UV-VIS en el extracto de solución de Hidróxido de Sodio 0.5N (NaOH 0.5N).

2.2.4 Identificar las bandas características del compuesto responsable del color por medio de espectrofotometría infrarroja, al extracto de Hidróxido de Sodio 0.5N (NaOH 0.5N).

2.2.5 Aplicar el colorante obtenido en las prendas de Algodón, Nylon 6 y

Lino utilizando los diferentes mordientes experimentados.

2.2.6 Comprobar el poder de tinción del colorante en las prendas de

Algodón Nylon 6 y Lino por un periodo de 20 días.

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

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 TAXONOMIA DE LA FLOR DE JAMAICA<sub>(1)</sub>

##### *Hibiscus sabdariffa*

##### TAXONOMIA Y MORFOLOGIA

-Nombre común: *Jamaica*

-Reino: Plantae

-División: *Antofita*

-Subdivisión: *Angiosperma*

-Orden: *Malvales*

-Familia: *Malvácea*

-Clase: *Dicotiledónea*

-Especie: *Hibiscus sabdariffa*



Fig.Nº1: *Hibiscus sabdariffa*<sub>(1)</sub>

### 3.2 GENERALIDADES DE LA FLOR DE JAMAICA

#### DESCRIPCION<sup>(14)</sup>

***Hibiscus sabdariffa***, (rosa de Jamaica) o también conocida como rosa de Abisinia o flor de Jamaica, es un hibisco de la familia de las Malváceas, originario de África tropical, desde Egipto y Sudán hasta Senegal, aunque, debido a sus propiedades medicinales, se cultiva con éxito en México, América Central, Sur América, y sudeste asiático, incluido el sur de China.

Se trata de una planta herbácea anual que puede alcanzar de 3 a 5 metros de altura. Es propia de climas secos subtropicales, montañosos, de matorral espinoso. Las hojas, tri o pentalobuladas, alternas en el tallo de 3 lóbulos crenado-dentados, pedúnculos largos y cortos usualmente solitarios en las axilas de las hojas, a veces fasciculados en las axilas o agrupados en los ápices de las ramas, cálculos presentes, mas o menos desarrollados, bractéolas de 8 a 10, libres o conadas hacia la base tienen unos 15cm de longitud, alternas en el tallo, las flores, de color rojo en la base y más pálido en los extremos, tienen de 8 a 10 cm de diámetro, aunque lo más destacable de la planta es el cáliz, carnoso y de un color rojo intenso. Tienen numerosas anteras, las columnas están minadas con 5 dientes en el ápice, estos libres con estilos capitados, fruto en forma de capsula con 5 lóbulos, glabar o pubescente, con varias semillas en cada lóbulo, glabrescentes o hirsutas que se recoge en el momento en que alcanza un tono vinoso y se deja secar para su uso<sup>(14,1)</sup>

Cada fruto encierra unos veinte granos negros y reniformes. La fecundación es cruzada y provocada por insectos, la floración ocurre a las 8 semanas de la siembra. La parte que se emplea de la planta son los cálices que envuelven al fruto maduro, se desecan al aire libre, para la obtención de una infusión de color rojo intenso aromático.

Contiene de un 15 a un 30% de ácidos orgánicos, incluyendo ácido cítrico, y tartárico. También contiene polisacáridos acídicos y glucósidos flavonoides, como cianidina y delfinidina, que le dan su característico color rojo oscuro.

En un principio, esta planta se cultivaba para obtener la fibra que se extraía de sus duros tallos, utilizada como sustituto del yute utilizado para hacer arpillera. Más tarde, los cálices de la planta se emplearon como colorante alimentario, sobre todo en Alemania, pero resultan fáciles de encontrar en los mercados de Francia, utilizada por la comunidad senegalesa como flores o jarabe. Las hojas verdes se usan como una especie de espinacas especiadas que los senegaleses añaden a veces al arroz y al plato nacional de su país, el *tiéboudienne*, de arroz con pescado.

A la rosa de Jamaica se le atribuyen propiedades diuréticas, para aliviar la hipertensión arterial, como antiparasitaria y ligeramente laxante. Al aumentar la cantidad de orina excretada por el organismo, la Flor de Jamaica ayuda a la limpieza interna, ya que elimina toxinas del cuerpo, y el exceso de agua con la consecuente disminución de peso.



**Fig. N° 2 Hojas Flor y Fruto<sup>(1)</sup>**



**Fig. N°3 Usos de la Flor de Jamaica <sup>(2)</sup>**

### 3.3 USOS FARMACOLOGICOS<sup>(1)(14)</sup>

Un estudio publicado en el *Journal of Human Hypertension* demostraba que beber té de hibisco puede reducir la hipertensión en pacientes con diabetes de tipo 2. Los resultados del estudio demostraban que la presión sistólica media de quienes bebían té de hibisco bajó de 17,97 kPa al comienzo del estudio a 15,03 kPa al final, un mes después. El autor principal del estudio señaló que las flores de hibisco contienen antocianinas, que se creen son compuestos activos contra la hipertensión, al actuar como inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA).

Otras propiedades terapéuticas y preventivas, tales como:

- Cálculos císticos
- Cálculos renales y dolor de riñones
- dolor de Estomago
- Estreñimiento
- Efectos antiespasmódicos, antihelmínticos (versus teniasis), y antibacterianas
- reduce la viscosidad de la sangre
- Estimula el movimiento peristáltico del intestino
- Controla el colesterol y los niveles de triglicéridos
- Es rica en vitamina C

- Contribuye a mejorar las funciones hepáticas y renales
- Efecto antiséptico y astringente cuando se usa de manera tópica.

### **OTROS USOS<sup>(3)</sup>**

- utilizada para extraer su color y hacer tintes naturales
- Elaboración de vinos
- Elaboración de bebidas frías y calientes
- Elaboración de postres, gelatinas, helados y platillos
- Colorantes alimenticios y cosméticos

### **3.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS<sup>(1)(14)</sup>**

El cultivo de Flor de Jamaica se adapta a una gran variedad de suelos; se puede establecer en suelos de pH de 4.5 a 7.5, que tengan una pendiente no mayor del 50% y la única condición es que no permanezcan inundados por más de 10 días. De acuerdo a experiencias en lugares de cultivo, la flor de Jamaica se adapta mejor a los suelos de color rojo, cálidos y pocos profundos en tanto que los suelos arcillosos son los menos aptos para este cultivo.

-Altitud: desde el nivel del mar hasta 1,300 m.s.n.m.

-Clima: Tropicales y Subtropicales

-Temperatura: 28 °C - 33°C



Fig. N°4 produccion de *Hibiscus sabdariffa*<sub>(1)</sub>



Fig. N°5 Cultivo de *Hibiscus sabdariffa*<sub>(1)</sub>

## **COLORANTES<sub>(5)</sub>**

¿Que son los colorantes?

Se da ese nombre a las sustancias coloreadas las cuales son capaces de teñir las fibras vegetales y animales. Para que un colorante sea útil, debes ser capaz de unirse fuertemente a las fibras, y por el lavado no debe perder su color. Debe ser relativamente estable químicamente y soportar bien la acción de la Luz. En química, se llama **colorante** a la sustancia capaz de absorber determinadas longitudes de onda de espectro visible. Los colorantes son sustancias que se fijan en otras sustancias y las dotan de color de manera estable ante factores físicos/químicos como por ejemplo: luz, lavados, agentes oxidantes, etc.

## **CLASIFICACION DE LOS COLORANTES<sub>(7)</sub>**

Los colorantes se dividen en dos grandes grupos:

- Colorantes Artificiales
- Colorantes Naturales

## **COLORANTES ARTIFICIALES<sub>(7)</sub>**

El origen de estos colorantes es de síntesis química, su composición es menos compleja que la de los colorantes naturales, son hidrosolubles, se presentan generalmente en forma de polvo y tienen normas específicas de pureza.

Los colorantes artificiales son solubles en agua, debido a la presencia de grupos de ácido sulfónico, y consecuentemente son fáciles de utilizar, generalmente en forma de sales sódicas, en líquidos y materiales pastosos. También se pueden utilizar en forma insoluble, como lacas con hidróxido de aluminio, cuando se añaden a productos sólidos, para evitar que estos productos “destiñan”. En este segundo caso, el colorante representa solamente entre el 10% y el 40% del peso total, además de mucho más fáciles y rápidos de utilizar que los colorantes naturales, los colorantes artificiales son también, en general, más resistentes a los tratamientos térmicos, pH extremos, luz, calor, humedad etc., que los colorantes naturales, solamente la eritrosina, el índigo y el verde lisamina son relativamente sensibles a la acción de la luz.

### **EJEMPLO DE COLORANTES ARTIFICIALES<sup>(8)</sup>**

Tartracina, E 102

Amarillo anaranjado S, E 110

Azorrubina, carmoisina, E 122

Amaranto, E 123

Rojo cochinilla, rojo Ponceau 4R, E 124

Rojo 2G, E 128

Rojo Allura AC, E 129

Negro brillante BN, E 151

Marrón FK, E 154

Marrón HT, E 155

Litol Rubina BK, E 180

### **COLORANTES NATURALES<sup>(6)</sup>**

El término colorante natural se aplica a aquellos productos alimenticios de origen animal, vegetal o incluso mineral en los cuales se encuentra de forma también natural. A la vez se considera natural a los colorantes obtenidos de materiales biológicos, como algunos insectos incluso los que se forman al calentar o someter a tratamiento térmico un alimento, como el caramelo. En este sentido y aunque pudiera tener composición y potencial de tinción idénticos, se contraponen a los artificiales que son obtenidos por síntesis química.

Por tanto un colorante natural son pigmentos coloreados obtenidos de materia prima principalmente de origen animal y vegetal, aunque también puede ser de origen mineral.

Los colorantes naturales son considerados en general como inocuos y consecuentemente las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes.

**CLASIFICACION DE COLORANTES NATURALES SEGÚN COMPOSICION  
QUIMICA<sub>(15)</sub>**

Cuadro N°1. Clasificación de Colorantes Naturales

Naturaleza química	Ejemplo	Color Predominante
Tetrapirroleo	Ficobilinas	Azul-Verde
	Clorofila	Verde
Carotenoides	Carotenoides	Amarillo-Naranja
	Flavonas	Blanco-Crema
Flavonoides	Flavonoides	Amarillo-Blanco
	Chalconas	Amarillo
	Auronas	Amarillo
	Antocianinas	Rojo-Azul
Xantonas	Xantonas	Amarillo
Quinonas	Naftoquinonas	Rojo-Azul-Verde
Derivados indigoides e Indoles	Indigo	Azul-Rosado
	Betalainas	Amarillo-Rojo
Pirimidinas Sustituidas	Pterinas	Blanco-Amarillo
	Flavinas	Amarillo
	Fenoxanizinas	Amarillo-Rojo
	Fenazinas	Amarillo-Purpura

## **LOS 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.

Para fijar y mejorar el color y agilizar el proceso de tinte es necesario preparar la lana (u otro tejido natural) con un mordiente. Salvo en aquellas plantas que contienen taninos y carotenos (dos pigmentos naturales), para fijar los colores, variarlos y hacerlos más estables a la luz, necesitamos conocer los siguientes mordientes <sup>(10)</sup>

Los tejidos naturales se pueden morder antes del tinte, directamente con el tinte después de él, según el caso particular.

### **EJEMPLO DE MORDIENTES**

- Alumbre (Sulfato de Aluminio)
- Bicromato De Potasio (Sulfato de Cromo)
- Sulfato de Cobre o vitriolo azul
- Sulfato Ferroso
- Crémor Tártaro (Tártrato Ácido de Potasio)
- Limón
- Vinagre
- Ácidos Tánicos
- Tara (Caesalpinia Tinctoria)
- Amoniaco
- Orín Fermentado
- Cloruro de Hierro
- Cloruro de Estaño
- Cloruro Sódico o sal de glauber
- Ácido Oxáltico
- Ácido Nítrico
- Ácido Sulfúrico

- Sosa Cáustica o Hidróxido Sódico
- Hidrosulfito o Hiposulfito de Sodio
- Bicarbonato (Carbonato de Sodio)
- Sal De Mesa (Cloruro de Sodio)
- Salitre
- Cal (Oxido de calcio)
- Ceniza O Lejía De Plantas
- Lengua De Vaca (Rumex Crispis)
- Bebidas Fermentadas Ácidas
- Arcillas
- Mezcla De Excrementos De Ovejas, Agua Y Humo

### **LAS FIBRAS DE ALGODÓN<sub>(17)</sub>**

Descripción y variedades: El algodón es la fibra que forma el vello que cubre la semilla del algodnero, planta dicotiledónea de la familia de las malváceas, género “Gossypium”. De dicho género existen diversas familias.

La masa de la fibra está envuelta por una fina membrana, o cutícula y en su interior presenta un canalillo vacío, llamado lúmen.

El color de la fibra varía según su procedencia. Las hay de blanco sucio, hasta manchadas y otras blanco nieve.

La composición química de la fibra es la siguiente:

Celulosa pura.....	91,5%
Agua de composición.....	7,5 %
Materias nitrogenadas.....	0,5 %
Grasa y ceras.....	0,3 %
Materias minerales.....	0,2 %

Como podemos comprobar, la materia predominante en el algodón es la celulosa pura, que se presenta en forma de moléculas más o menos orientadas. De aquí proviene el nombre de materias celulosa que reciben el nombre de fibras vegetales. Las restantes fibras vegetales están también formadas por celulosa, pero impurificadas por las materias pécticas procedentes de los organismos de las que se extraen (tallos y hojas).

El algodón es muy sensible a la acción de los ácidos que lo destruyen o modifican profundamente.

Los álcalis, como la sosa cáustica y el carbonato sódico (sosa Solvay) en soluciones débiles no le afectan demasiado aunque se eleva la temperatura hasta 100°. Esta propiedad tiene 2 aprovechamientos: el descruzado y la limpieza de la fibra en forma de hilados y tejidos y cuando se le trata con

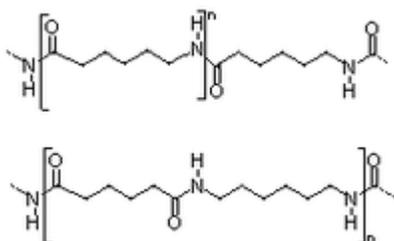
soluciones muy concentradas de sosa cáustica, la de utilizar el brillo y turgencia que adquiere para la fabricación de los hilos y tejidos “mercerizados” o sedalinas.

Clasificaciones comerciales:

Para su utilización y cotización, el algodón es clasificado en calidades comerciales. Dicha clasificación ha venido haciéndose, hasta ahora, por personas expertas a la vista de las muestras representantes de las partidas, comprándolas con tipos Standard. Hoy día y gracias a las entidades de investigación Algodonera, se tiende a tener en cuenta una serie de propiedades capaces de ser medidas por medio de aparatos, tipificados. Dicha clasificación, por comparación, se hace a base de tres características: el grado o aspecto general de la fibra, el color y la longitud.

## LAS FIBRAS DE NYLON<sup>(18)</sup>

Nylon



Nailon	
Densidad	1150 kg/m <sup>3</sup>
Conductividad eléctrica( $\sigma$ )	$10^{-12}$ (m·ohm) <sup>-1</sup>
Conductividad térmica	0.25 W/(m·K)

Nylon 6 (arriba) y nylon 6,6 (abajo), mostrando la dirección de los enlaces peptídicos, única diferencia estructural entre ellos.

El nylon (de la marca comercial registrada: *nylon*®) es un polímero artificial que pertenece al grupo de las poliamidas. Se genera formalmente por policondensación de un diácido con una diamina. La cantidad de átomos de carbono en las cadenas de la amina y del ácido se puede indicar detrás de los iniciales de poliamida. El más conocido, el PA6.6 es por lo tanto el producto formal del ácido butandicarboxílico (ácido adípico) y la hexametildiamina.

Por razones prácticas no se utiliza el ácido y la amina sino soluciones de la amina y del cloruro del diácido. En él entre las dos capas se forma el polímero que puede ser expandido para dar el hilo de nylon.

Un polímero parecido es el perlón que se forma por apertura y polimerización de una lactama, generalmente la caprolactama. La diferencia reside en que en el nylon las cadenas están formadas por polímeros de la fórmula de general  $(\dots\text{-NH-C(=O)-(CH}_2)_n\text{-C(=O)-NH-(CH}_2)_m\text{-}\dots)$  mientras que en el perlón las cadenas tienen la secuencia  $(\dots\text{-NH-C(=O)-(CH}_2)_n\text{-NH-C(=O)-(CH}_2)_n\text{-}\dots)$ .

El descubridor del nylon y quien lo patentó primeramente fue Wallace Hume Carothers. El descubrimiento fue el día 28 de febrero de 1935, pero no fue patentado hasta el 20 de septiembre de 1938 (U.S. Patents 2130523, 2130947 et 2130948). A la muerte de éste, la empresa DuPont conservó la patente. Los

Laboratorios DuPont, en 1938, produjeron esta fibra sintética fuerte y elástica, que reemplazaría en parte a la seda y el rayón.

El nailon es una fibra textil elástica y resistente, no la ataca la polilla, no precisa planchado y se utiliza en la confección de medias, tejidos y telas de punto, también cerdas y sedales. El nailon moldeado se utiliza como material duro en la fabricación de diversos utensilios, como mangos de cepillos, peines, etc.

Con este invento, se revolucionó en 1938 el mercado de las medias, con la fabricación de las medias de nailon, pero pronto se hicieron muy difíciles de conseguir, porque al año siguiente los Estados Unidos entraron en la Segunda Guerra Mundial y el nailon fue necesario para hacer material de guerra, como cuerdas y paracaídas. Pero antes de las medias o de los paracaídas, el primer producto de nailon fue el cepillo de dientes con cerdas de nailon. Las primeras partidas llegaron a Europa en 1945.<sup>(18)</sup>

## **TINCION<sup>(12)</sup>**

### Tintes

Numerosas plantas contienen pigmentos naturales en sus hojas, raíces, flores o bayas. Sin embargo, la elección del tinte depende en primer lugar del color que se desee obtener, y para cada color existen generalmente varios tintes apropiados. A menudo resulta difícil saber cuál elegir y siempre debemos tener en cuenta su eficacia, disponibilidad, costo, firmeza y resistencia frente al agua y la luz. El

cultivo de tus propias plantas es la forma más ecológica para obtener los tintes. Algunos prefieren utilizar únicamente los tintes que puedan conseguir del jardín o de la naturaleza. Otros siguen aferrándose a los tintes antiguos y muchos sólo eligen los tintes rápidos y de colores consistentes (no todos los tintes tienen esa propiedad). La mayoría suele escoger una selección entre las diversas categorías, en función de los resultados buscados. Si no tienes más remedio que comprar tintes naturales, asegúrate primero de que proceden de explotaciones racionales y no de la naturaleza virgen. La mayoría de los proveedores son personas responsables y adquieren su mercancía de fuentes<sup>(12)</sup>

## **METODOS ESPECTROFOTOMÉTRICOS DE ANÁLISIS**

La espectrofotometría es la técnica utilizada en la medición de la cantidad de energía radiante que absorbe o emite un sistema químico, en función de la longitud de onda de la radiación, con el propósito de identificarlo o cuantificarlo.

Cualquier instrumento capaz de medir la energía absorbida o emitida por una sustancia se llama espectrofotómetro, término que hace alusión a un equipo que hace la elección de la longitud de onda mediante un filtro. Si la elección de la longitud de onda se realiza por un monocromador, el equipo tiene mayor resolución y se llama espectrofotómetro. Los instrumentos actuales poseen este tipo de sistema óptico por lo que en la actualidad se

habla de espectrofotometría y no de espectrometría<sup>(15)</sup>.

## **ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA**

El color de una sustancia depende de la capacidad de la misma de absorber o reflejar las radiaciones lumínicas correspondientes al espectro visible lo cual es la zona del espectro electromagnético a la que es sensible el ojo humano.

La espectroscopía ultravioleta-visible o espectrofotometría ultravioleta-visible (UV/VIS) es una espectroscopía de fotones y una espectrofotometría, utiliza radiación electromagnética (luz) de las regiones visible, ultravioleta cercana (UV) e infrarroja cercana (NIR) del espectro electromagnético. La radiación absorbida por las moléculas desde esta región del espectro provoca transiciones electrónicas que pueden ser cuantificadas.<sup>(14)</sup>

La espectroscopia UV-VIS 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. Se utiliza extensivamente en laboratorios de química y bioquímica para determinar pequeñas cantidades de cierta sustancia, como las trazas de metales en aleaciones o la concentración de cierto medicamento que puede llegar a ciertas partes del cuerpo. 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.<sup>(16)</sup> 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. Se rige por una ley muy importante: la ecuación de Beer-Lambert.<sup>(15)</sup>

## **ESPECTROSCOPIA INFRARROJA**

Espectroscopía infrarroja (Espectroscopía IR) es la rama de la espectroscopia que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético. Esta cubre un conjunto de técnicas, siendo la más común una forma de espectroscopia de absorción. Así como otras técnicas espectroscópicas, puede usarse para identificar un compuesto e investigar la composición de una muestra

Esta se puede dividir según el tipo de la radiación que se analiza, en:

- Espectroscopia del Infrarrojo Cercano
- Espectroscopia del Infrarrojo Medio
- Espectroscopia del Infrarrojo Lejano

Usos y aplicaciones.

La espectroscopia infrarroja es ampliamente usada en investigación y en la industria como una simple y confiable para realizar mediciones, control de calidad y mediciones dinámicas. Los instrumentos son en la actualidad pequeños y pueden transportarse fácilmente, incluso en su uso para ensayos en terreno. Con una tecnología de filtración y manipulación de resultados en auge, las muestras en solución pueden ser medidas con precisión (el agua produce una absorbancia amplia a lo largo del rango de interés, volviendo al espectro ilegible sin este tratamiento computacional).

Algunas máquinas indican automáticamente cuál es la sustancia que está siendo medida a partir de miles de espectros de referencia almacenados.

Al medir a una frecuencia específica a lo largo del tiempo, se pueden medir cambios en el carácter o la cantidad de un enlace particular. Esto es especialmente útil para medir el grado de polimerización en la manufactura de polímeros. Las máquinas modernas de investigación pueden tomar mediciones infrarrojas a lo largo de todo el rango de interés con una frecuencia de hasta 32 veces por segundo. Esto puede realizarse mientras se realizan mediciones

simultáneas usando otras técnicas. Esto hace que la observación de reacciones químicas y procesos sea más rápida y precisa.

Longitudes de onda menores a 400 nm pertenecen a la región espectral del ultravioleta, mientras que superiores a 750 nm a la región infrarroja<sup>(16)</sup>

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

## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 TIPO DE ESTUDIO:

**Retrospectivo:** Porque la investigación se basa en estudios anteriores (antecedentes).

**Prospectivo:** Porque presenta información que servirá de referencia para que se realicen estudios e investigaciones futuras.

**Experimental:** Porque hubo una parte practica se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, y el Laboratorio de Investigación Químico Biológico (IQB).

### 4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA:

**Se realizó visitas a Bibliotecas:**

- Dr. Benjamín Orozco, Facultad de química y Farmacia, (UES)
- Universidad de El Salvador (UES)
- Facultad de Ciencias Agronómica, (UES)
- Centro Nacional de Tecnología Agrícola y Forestal (CENTA)

- Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM)
- Internet
- Jardín Botánico Plan de la Laguna
- 

#### **4.3 INVESTIGACION DE CAMPO:**

**Universo:** La planta de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), familia de las malváceas.

**Muestra:** Flor de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), dirigido al azar a la especie seca, empacada y comercializada en Súper Mercado de la zona occidental.

#### **Tipo De Muestreo:**

Aproximadamente una libra de la muestra que viene ya seca y empacada de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) que se obtendrá del supermercado Súper Selectos Metrocentro Sonsonate.

#### 4.4 PARTE EXPERIMENTAL<sup>(4)</sup>

##### Extracción del Colorante

1. Pesar 20.0 g de pétalos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) que viene ya seca empacada, y pulverizada de cada una de las especies vegetales, en balanza semianalítica a obtener 6 litros del extracto.
2. Colocar la muestra pesada en un balón de fondo plano con capacidad de 500 mL y agregar 200 mL de solución de Hidróxido de Sodio 0.5N (NaOH 0.5N) a completar 2 litros de extracto.
3. Reflujar 30 min, a una temperatura de 80°C utilizando Hot Plate.
4. Filtrar por gravedad, utilizando gasa como filtrante.
5. Envasar cada extracto en frascos oscuros de boca ancha rotulado y protegido de la luz.
6. Rotular cada extracto y almacenar en un lugar fresco y protegido de la luz.

##### Extracción con etanol a 90 ° de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) para Análisis Fitoquímico

1. Pesar 10.0 g de pétalos secos de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) previamente pulverizados.
2. Colocar en un matraz de capacidad 500 mL.
3. Añadir 200 mL de etanol 90 °.
3. Reflujar durante 30 minutos.
4. Filtrar, y concentrar en baño maría hasta 100 mL.

## **Pruebas de Identificación para Metabolitos en extracto Etanólico.**

### **a) Flavonoides**

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

1. Medir 2.0 mL del extracto etanólico obtenido.
2. Adicionar una laminita de magnesio metálico de 2 a 3 cm de largo y 0.5 ancho.
3. Adicionar 1.0mL de HCl concentrado.
4. Observar el color.

#### **- Prueba con solución de Hidróxido de Sodio 10% (NaOH 10%)**

1. Tomar 10.0 mL del extracto etanólico obtenido.
2. Calentar en un baño de vapor y concentrar hasta 5.0 mL.
3. Colocar 2.5 mL del extracto concentrado en un tubo de ensayo.
4. Añadir 0.5 mL de NaOH 10%.
5. Observar el color.

### **b) Taninos**

1. Medir 2.0 mL del extracto etanólico obtenido.
2. Adicionar 0.5 mL de Dicromato de Potasio.
3. Observar el color.

### **c) Alcaloides**

1. Medir 2.0 mL del extracto etanólico obtenido.
2. Adicionar en tres tubos y rotular.
3. Adicionar 1.0 mL de HCl concentrado a cada tubo.

4. Agregar 0.5 mL de reactivo de Dragendorff al tubo 1, reactivo de Mayer al tubo 2, y reactivo de Wagner al tubo 3.
5. Observar el color.

**Proceso de Tinción con el Extracto de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) en Muestra Textil (Algodón).**

1. Introducir la prenda de algodón en 150 ml de solución concentrada de (Sulfato de cobre y Sulfato de hierro) y dejar reposar por 30 min. Con el fin de que el colorante se fije a cada una de las prendas.
2. Unir la mezcla anterior a 200 ml del extracto colorante.
3. Calentar en un hot plate durante 15 a 30 minutos.
4. Enfriar a temperatura ambiente.
5. Retirar del colorante las muestras textiles, secar a temperatura ambiente.
6. Lavar con agua y jabón por 20 días monitoreando cada uno de los días para observar la degradación del color en la fibra de algodón.

**Proceso de Tinción con el Extracto de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) en Muestra Textil (Nylon 6).**

1. Introducir la prenda de Nylon 6 en 150 ml de cada una de las soluciones mordientes (Sulfato de cobre y Sulfato de hierro) y dejar reposar por 30 min. con el fin de que el colorante se fije a cada una de las prendas.
2. Unir la mezcla anterior a 200 ml del extracto colorante.
3. Calentar en un hot plate durante 15 a 30 minutos.
4. Enfriar a temperatura ambiente.

5. Retirar del colorante las muestras textiles, secar a temperatura ambiente.
6. Lavar con agua y jabón por 20 días monitoreando cada uno de los días para observar la degradación del color en la fibra de Nylon.

**Proceso de Tinción con el Extracto de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) en Muestra Textil (Lino).**

1. Introducir la prenda de Lino en 150 ml de cada una de las soluciones mordientes (Sulfato de cobre y Sulfato de hierro) y dejar reposar por 30 min. Con el fin de que el colorante se fije a cada una de las prendas.
2. Unir la mezcla anterior a 200 ml del extracto colorante.
3. Calentar en un hot plate durante 15 a 30 minutos.
4. Enfriar a temperatura ambiente.
5. Retirar del colorante las muestras textiles, secar a temperatura ambiente.
6. Lavar con agua y jabón por 20 días monitoreando cada uno de los días para observar la degradación del color en la fibra de Lino.

**Determinación de los máximos de absorbancia del colorante por Espectroscopia Ultravioleta Visible.**

Esta determinación se realizó en el centro de Investigación y Desarrollo Químico – Biológico(IQB).

Preparación de muestra: Realizar diluciones al colorante obtenido con NaOH 0.5N hasta lograr una solución transparente que no interfiera entre el haz de la luz emitido para leer la absorbancia.

**Procedimiento.**

1. Retirar la celda con el blanco que se encuentra ubicada en el frente del compartimiento y se sustituye con el extracto colorante.
2. Realizar un barrido en la escala de 600 – 190 nm, se coloca el blanco (NaOH 0.5N) en las celdas, se ubica estas en ambos compartimientos (muestra y la referencia]), debido a que el equipo es de doble haz; el equipo corrige a un valor de cero de absorbancia a la longitud de onda seleccionada.
3. Realizar el barrido del espectro y se obtendrá el valor de longitud de onda correspondiente.

**Determinación de las bandas características por Espectroscopia****Infrarroja**

Del extracto obtenido con solución de Hidróxido de Sodio 0.5N (NaOH 0.5N) se realizó la lectura de la muestra en el infrarrojo de la siguiente manera:

1. Se realizó un barrido de Background desde  $4,500\text{ cm}^{-1}$  a  $450\text{ cm}^{-1}$ ,
2. Colocar una cubierta de acero inoxidable sobre el HATR
3. Homogenizar
4. Colocar la muestra de extracto colorante en un HATR (placa seleniuro de Zinc transparente al Infrarrojo). Correr el espectro e imprimir.

## **CAPITULO V**

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

## 5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos para Pruebas Fotoquímica, Extracción de Colorantes, Procesos de Tinción, realizadas a las muestras: ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica); así como los Espectros de Infrarrojo con sus bandas características para cada muestra, a la vez los espectros UV-VIS con cada longitud de onda máxima absorbancia y una propuesta de las estructuras causantes de color.

Cuadro N° 2. Extracción de colorante ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica)

Método de Extracción	Cantidad de Muestra (g)	NaOH 5%	T min	ml Obtenidos	Color	Rendimiento %
REFLUJO <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	60	600	90	540	café-oscuro	90
REFLUJO <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	60	600	90	570	café-oscuro	95
REFLUJO <b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	60	600	90	570	café-oscuro	95

En el cuadro N° 2 se realizó extracciones utilizando 60.0 g de muestra seca y pulverizada de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica), las cuales se extrajeron con 600.0 ml de Hidróxido de Sodio al 0.5N por el método de reflujo, obteniéndose volúmenes entre 540.0 ml – 570.0 ml que equivalen a un 90 %– 95 % de rendimiento experimental, el rendimiento varia porque a partir de la segunda extracción se opto por exprimir el residuo que quedaba en el papel filtro y se pudo notar que era significativo el volumen que quedaba retenido por la muestra. El método de reflujo permite una mayor interacción entre el solvente y la muestra, es así que las coloraciones de los extractos obtenidos son de color café-oscuro.

Cuadro N° 3 Identificación Fitoquímica con los diferentes extractos etanolicos a 90 ° de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

DETERMINACION	MUESTRA	PRUEBA	COLOR OBSERVADO	RESULTADO
Flavonoides	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	NaOH 10%	Verde- Amarillo	+
Taninos	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Dicromato de potasio	Café oscuro	+
	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	NaOH+HCl+ Dragendorf	Amarillo - rojizo	-
Alcaloides	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	NaOH+HCl+ Mayer	Pardo-rojizo	-
	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	NaOH+HCl+ Wagner	Pardo-rojizo	-

En el cuadro N°3 se presentan los resultados de la identificación de metabolitos secundarios: flavonoides, taninos y alcaloides presentes en el extracto alcohólico a 90° *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) se les realizó pruebas de Shinoda e Hidróxido de Sodio 10% (NaOH 10%) dando coloración rojiza para Shinoda en la cual no se pudo identificar el flavonoide por el color del extracto por esa razón se realizó la prueba con hidróxido de sodio 10%, la cual dio una coloración verde lo que indica la presencia de flavonoides presentes en la muestra, para la identificación de alcaloides se les realizó la prueba de Hidróxido de Sodio 10% (NaOH 10%) en medio ácido dando como resultado una coloración que va desde Amarillo – rojizo hasta pardo- rojizo lo cual indica resultado negativo, en estas pruebas los colores esperados para obtener un resultado positivo son Amarillo débil para Dragendorff, Blanco amarillento para Mayer y Rojizo para Wagner.

Cuadro N°4 Comparación del poder de tinción del extracto colorante  
de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)

ESPECIE	MORDIENT 25%	FIBRA	PATRON	RESULTADO	TINCIÓN
<b>Hibiscus sabadariffa</b> Flor de Jamaica	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Algodón	Blanco	Gris	Homogéneo
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	Algodón	Blanco	Gris-verdoso	No Homogéneo
	Ceniza+ Limón	Algodón	Blanco	Rojo-pálido	No Homogéneo
<b>Hibiscus sabadariffa</b> Flor de Jamaica	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Nylon 6	Blanco	Gris	Homogéneo
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	Nylon 6	Blanco	Gris-verdoso	No Homogéneo
	Ceniza+ Limón	Nylon 6	Blanco	Rojo-pálido	No Homogéneo
<b>Hibiscus sabadariffa</b> Flor de Jamaica	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Lino	Blanco	Gris	Homogéneo
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	Lino	Blanco	Gris-verdoso	No Homogéneo
	Ceniza+ Limón	Lino	Blanco	Rojo-pálido	No homogéneo

En el cuadro N°4 se presentan los diferentes mordientes aplicados al extracto básico de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) utilizando prendas de algodón, Nylon y Lino como materia prima para el proceso de tinción.

En el algodón el único mordiente que en su proceso por un periodo de veinte días mantuvo su color fue el Sulfato de Hierro heptahidratado dando un color gris.

En el Nylon 6 y Lino el mejor mordiente que mantuvo su color fue el Sulfato de Hierro heptahidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ya que las prendas fueron sometidas a lavado y secado por un periodo de 20 días.

El sulfato de Cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) mostro en las pruebas preliminares que mantenía su color pero no era homogéneo, no así el limón y la ceniza, por consiguiente se opto en teñir las prendas de Algodón Lino y Nylon 6 con Sulfato de Hierro heptahidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) y Sulfato de Cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) y verificar así su poder de tinción en el producto terminado.

Cuadro N° 5 Comparación del poder de tinción del extracto colorante de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) en pequeñas muestras de Algodón, Nylon 6 y Lino.

ESPECIE	MORDIENTE 25%	FIBRA	PATRON	RESULTADO	TINCIÓN
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Algodón Y Nylon 6	Blanco 	Gris 	Homogéneo
<i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Algodón Y Nylon 6	Blanco 	Gris-verdoso 	No Homogéneo
	Ceniza+ Limón	Algodón Y Nylon 6	Blanco 	Rojo-pálido 	No Homogéneo
	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Lino	Blanco 	Gris 	Homogéneo
<i>Hibiscus sabdariffa</i> (Flor de Jamaica)	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Lino	Blanco 	Gris-verdoso 	No Homogéneo
	Ceniza+ Limón	Lino	Blanco 	Rojo-pálido 	No homogéneo

Cuadro N° 6 Comparación del poder de tinción del extracto colorante de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) con Sulfato de Hierro heptahidratado en prendas de Algodón, Nylon 6 y Lino.

Especie	Mordiente a 25%	Día 0	Día 20
<i>Hibiscus sabdariffa</i>  (Flor de Jamaica)	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O Algodón y Nylon 6		
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O  Lino		

Cuadro N° 7 Comparación del poder de tinción del extracto colorante de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) con Sulfato de cobre pentatahidratado en prendas de Algodón, Nylon 6 y Lino

	Mordiente a 25%	Día 0	Día 20
<b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b>	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O Algodón Y Nylon 6		
(Flor de Jamaica)	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O Lino		

### álisis de Colorante por Espectrofotometría UV-VIS

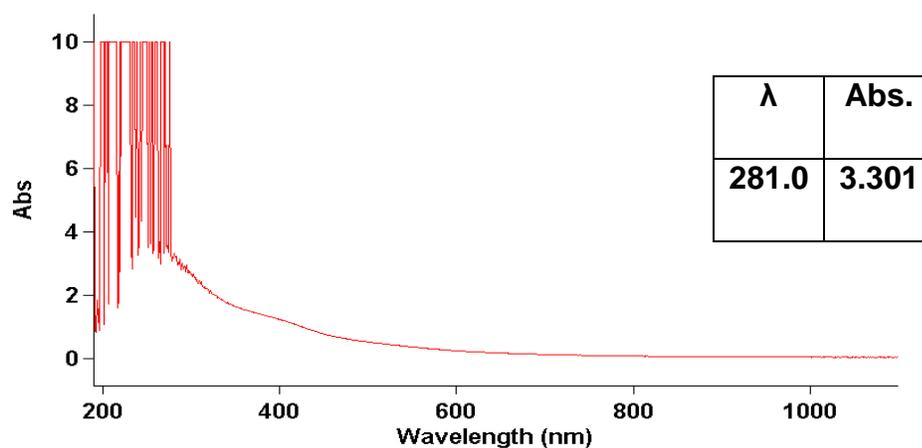


Figura No 6

Las figuras N<sub>o</sub> 6 corresponden al espectro UV-VIS del extracto básico donde no se puede visualizar el máximo de absorción por esa razón se amplió en el rango que corresponde donde se encuentra el máximo de absorbancia el cual está bien próximo al rango de absorción de los flavonoides (230-280)nm, con estos datos se infiere en la posible estructura de un compuesto derivado de un flavonoide sea el responsable del color utilizando las tablas de Fiesser-kunh (ver anexo N<sub>o</sub> 4)

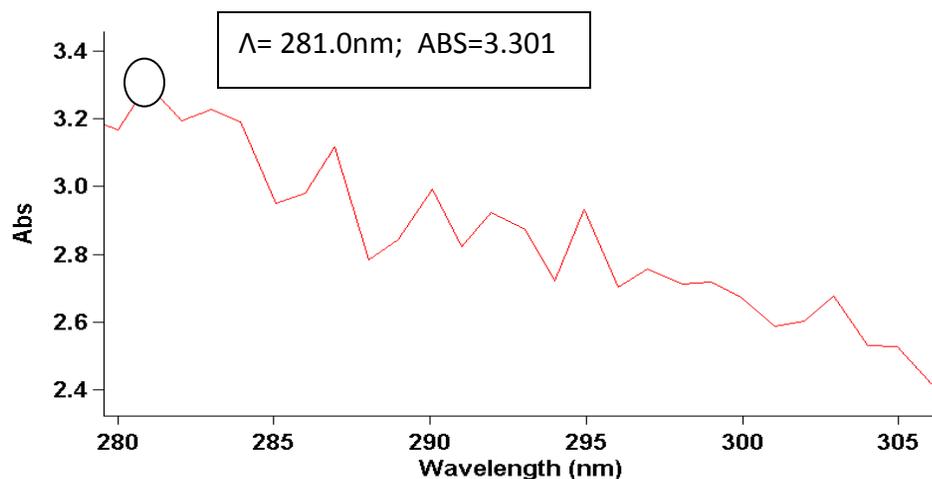
Figura N<sup>o</sup> 7

Fig. N<sup>o</sup>7 Espectro UV-VIS de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) ampliado.

En los espectros anteriores UV-VIS se le realizó una ampliación en el rango de 280-200 nm ya que en la primera sus bandas características no eran muy definidas, para mejorar la lectura en el equipo, apreciándose los máximos de absorbancia experimentales para *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) de  $\lambda=281.0$  nm , indica que se encuentran próximo al rango de longitud de onda a la que se absorben los flavonoides (230 nm – 280 nm). Se determinó la longitud de onda teórica utilizando la tabla de Fiesser – Kunh tomando como base la estructura de un flavonoide, la cual reacciona con NaOH 1 N.

## Análisis de Colorante por Espectrofotometría IR

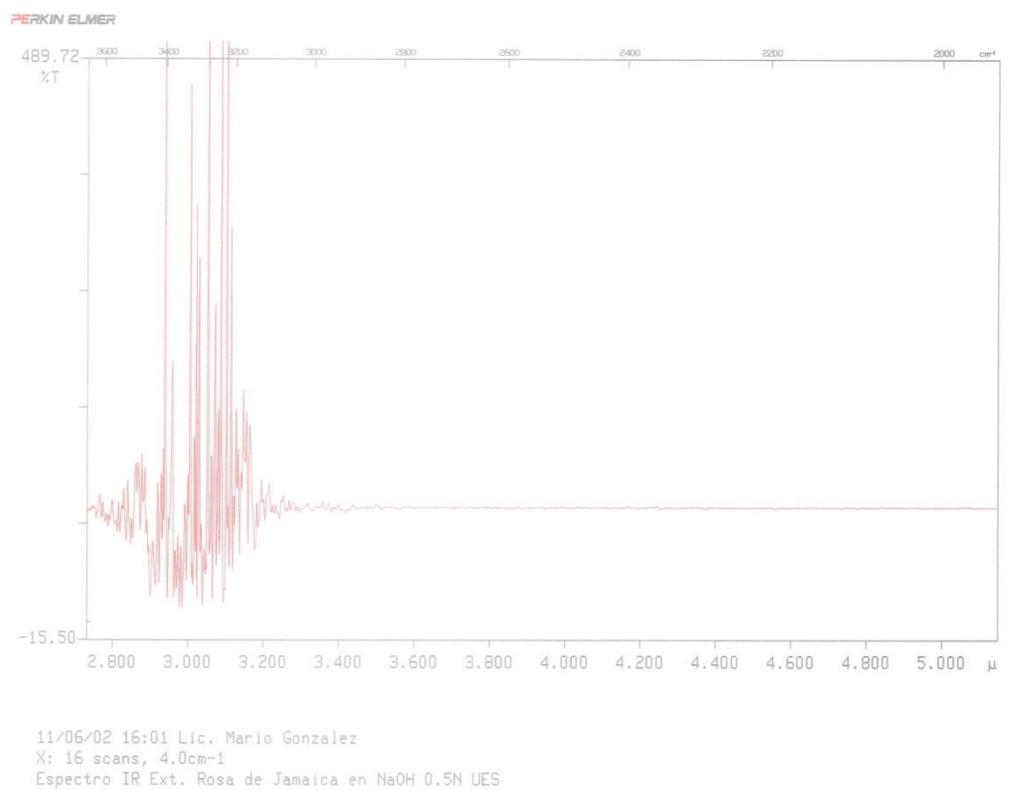


Figura N° 8 Espectro IR zona de 2000 a 3600  
Espectro IR del extracto básico de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica).

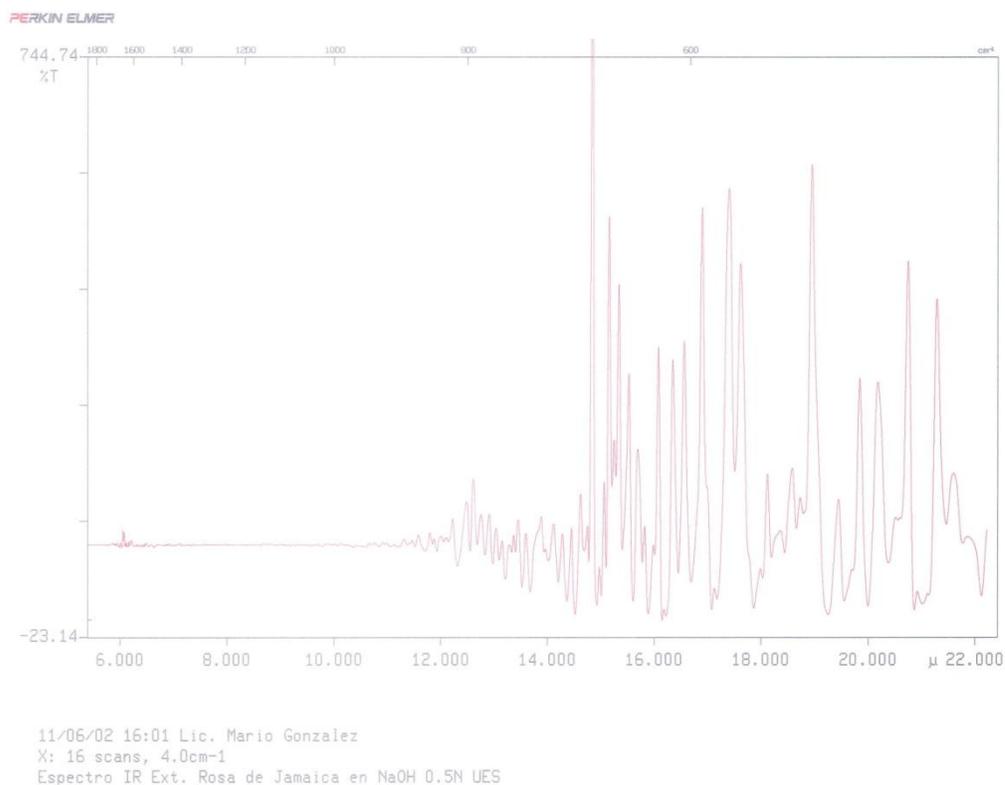


Fig. N° 9 Espectro IR zona de 600 a 1800

Las figuras 8 y 9 corresponden a los espectros IR del extracto básico de *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) donde no se pueden identificar señales de nuestro interés por esa razón se ampliaron los espectros IR en los rangos de 2300-3600 también se ampliaron los rangos de 1860-2000 y el de 500-1500.

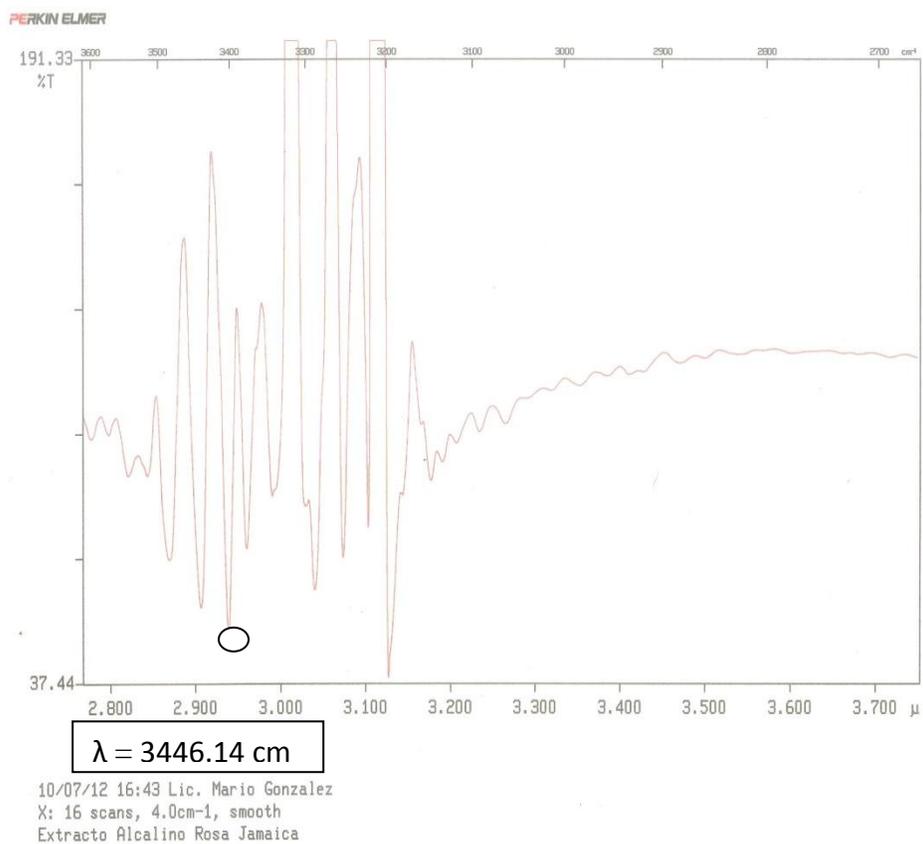


Fig. N° 10 presenta una banda fuerte en una  $\lambda = 3446.14 \text{ cm}^{-1}$  que se encuentra dentro del estiramiento de los grupos  $\text{OH}^-$  de alcoholes y fenoles ( $\lambda = 3525 - 3200 \text{ cm}^{-1}$ )

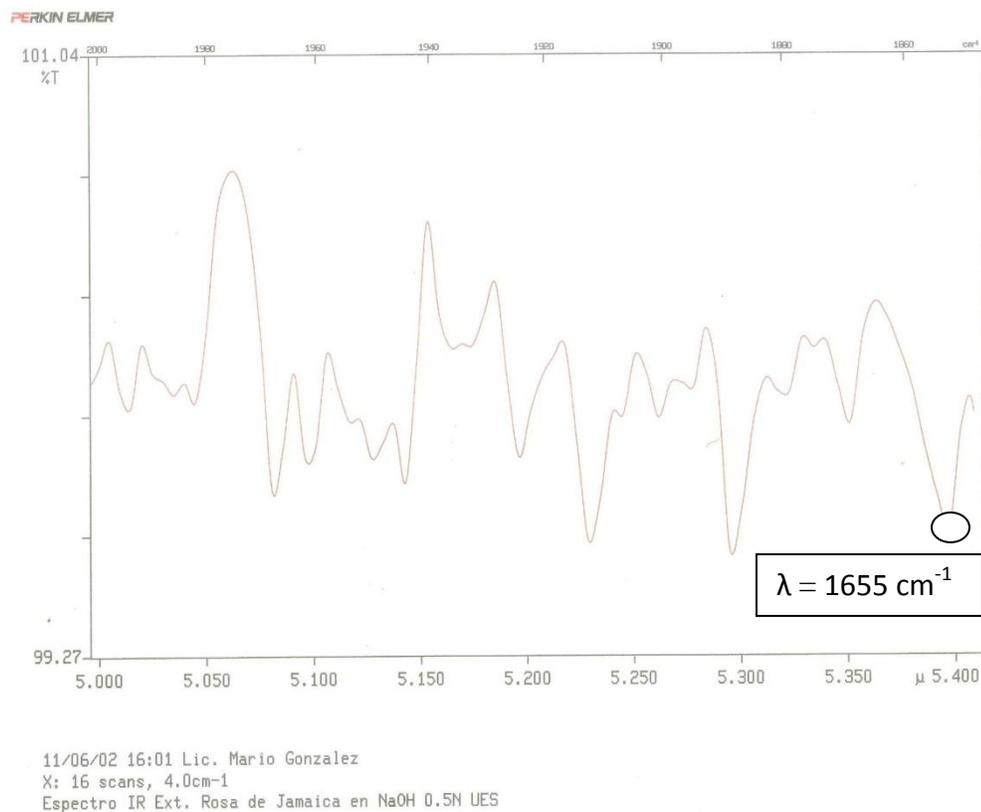


Fig. N°11 Bandas características de anillos aromáticos.

La Figura N<sub>o</sub>11 muestra los picos correspondientes a los de los anillos aromáticos que se encuentra a una  $\lambda = 1655 \text{ cm}^{-1}$ , la cual está dentro del rango de los aromáticos ( $\lambda = 1600 - 2000 \text{ cm}^{-1}$ ) C= O estiramiento de cetona.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES.

1. La técnica de extracción por reflujo a temperatura controlada es conveniente para la extracción de colorantes, ya que la muestra entra en contacto directo con el solvente Hidróxido de Sodio 0.5N sin dañarla y se así optimiza la extracción.
2. Se confirmó la presencia de flavonoides en los extractos obtenidos de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica), por medio de la determinación con Hidróxido de Sodio 10% dando resultado positivos, por la presencia de coloración .
3. En la muestra de la flor de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) hay presencia de taninos ya que en las pruebas con Dicromato de Potasio se obtuvo una coloración café oscura lo cual indica resultado positivo.
4. Los mejores mordiente para fijar el color en las prendas de algodón, lino y nylon 6 es Sulfato de Hierro heptahidratado ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) y el Sulfato de Cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) presentando mayor homogeneidad en la fijación del color después de ser tratados con agua y jabón, manteniendo su color original.
5. Basandonos en la longitud de onda obtenida experimentalmente en UV-VIS de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) a  $\lambda=272.90$  nm la cual está dentro del rango de la longitud de onda para flavonoides que es de

(230nm – 280 nm) por lo tanto se infiere que el causante del color posiblemente es un derivado de flavonoide.

6. Las bandas de absorción en el Infrarrojo muestra los grupos OH<sup>-</sup>, aromáticos y cetónicos, presentes en el compuesto posiblemente causante del color que es un derivado de un flavonoide.
7. La obtención de colorantes a partir de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) es una nueva opción para el aprovechamiento de los recursos naturales, además permite promover el uso de colorantes naturales ante el uso excesivo de colorantes de origen sintético que están afectando la salud del los seres humanos y contaminando el medio ambiente.
8. La flor de Jamaica (***Hibiscus sabdariffa***) se puede utilizar para la obtención de colorantes en la industria textil.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES.

1. Filtrar el extracto con gasas y no con papel filtro, ya que el extracto de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) es muy espeso lo cual dificulta su filtración.
2. Preservar en frascos color ámbar y protegidos de la luz, los extractos obtenidos para evitar la descomposición y la degradación del color durante la tinción.
3. Que la Universidad de El Salvador gestione fondos económicos, para la adquisición de equipos y así poder obtener más ensayos y resultados tales como espectrofotometría de masas, resonancia magnética o columnas cromatograficas de los productos obtenidos para su estudio en la Facultad de Química y Farmacia.
4. Fomentar como futuros investigadores el uso de Colorantes de origen natural en la industria textil para evitar la contaminación del medio ambiente y aprovechar estos recursos que permiten una buena rentabilidad por su costo accesible y su fácil obtención.
5. Realizar en investigaciones futuras las Estabilidad, Toxicidad, Fisicoquímicos, Microbiológicos del colorante obtenido para una mayor confiabilidad y poder comercializarlo en la industria textil, farmacéutica, alimentos, cosméticos etc.

6. Que futuros profesionales investiguen el proceso de tinción en diferentes prendas textiles de manta, lona, licra, seda, lana etc. para determinar si tienen el mismo grado de absorción del colorante y de tinción.
7. Que la presente investigación sirva como referencia para estudios posteriores en donde se identifique y se establezca la estructura y nombre del flavonoides responsable del color empleado por métodos como Resonancia Magnética Nuclear y Espectrometría de Masas.
8. Hacer pruebas en futuras investigaciones de los Mordientes Naturales que puedan ser utilizados en la aplicación del colorante de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica) sustituyendo las sales minerales usada.
9. Promover el cultivo de *Hibiscus sabdariffa* en el país para poder utilizarla como colorante en la industria textil, cosmética, alimenticia y farmacéutica.
10. Realizar estudios de factibilidad y de mercadeo de la *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica) para determinar que tan rentable es su producción en el país.

## BIBLIOGRAFIA

1. Anzora, A., y otros 2008, obtención de un Colorante Natural a partir de la Musa Paradisiaca (Plátano Verde) con Aplicación en la Industria Textil, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
2. Castillo, S, y otros. 2006, Ensayos Preliminares para la obtención de Colorantes Naturales a partir de especies vegetales comestibles, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
3. Trujillo,H, Obtención De Colorantes Naturales a Partir De Cascara **Allium cepa** (Cebolla Blanca Y Morada) Y Raíz De **Beta vulgaris** (Remolacha) para su aplicación en la Industria Textil.
4. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia, manual de Farmacognosia. Ciclo I, año 2007
5. <http://www.infor.cl/webinfor/pw-sistemagestion/pfnm/pactecmaqui/txt/procesocolorante.html>.año2010
6. [es.wikipedia.org/wiki/Hibiscus\\_sabdariffa](http://es.wikipedia.org/wiki/Hibiscus_sabdariffa)
7. [es.wikipedia.org/wiki/Agua\\_de\\_Jamaica](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_de_Jamaica)
8. [healthlibrary.epnet.com/](http://healthlibrary.epnet.com/)

9. cib.espol.edupc/catalogo/letra/olpagin/1/
10. es.wipedia.org/wiki/colorante
11. es.wikipedia.org/wiki/colorante\_alimentario
12. milksci.unizar.es/bioquímica/temas/aditivos/colorartificial.html
13. milksci.unizar.es/bioquímica/temas/aditivos/colorart.html
14. es.wikipedia.org/wiki/Mordiente
15. foro.fuentedepermacultura.org/index.phpatopic
16. jpimentel.com/experiencias\_biologia\_tintes\_naturales.html
17. [www.educar.org/inventos/nylon.asp](http://www.educar.org/inventos/nylon.asp)
18. [www.educared.net/paginaalgodon.html](http://www.educared.net/paginaalgodon.html)
19. [www.educar.org/inventos/nylon.asp](http://www.educar.org/inventos/nylon.asp)
20. [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) año 2008
21. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia\\_infrarroja](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_infrarroja)

## GLOSARIO<sub>(1, 2, 5, 8)</sub>

**Alcaloides:** Se define generalmente como sustancias de origen vegetal que poseen nitrógeno en su composición y que son farmacológicamente activas.

**Auxocromo:** Son los responsables de la fijación al sustrato al teñir. Son capaces de fijar la molécula del colorante y en algunos casos intensificar la labor de los cromóforos.

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

**Brácteas:** Hay en diferentes colores: rojas, amarillas, salmón, blancas, etc... son "pétalos" llamados botánicamente brácteas. Las flores salen en el centro de las brácteas y son pequeñas y de color amarillo, sin valor ornamental.

**Cromóforos:** Son todos aquellos compuestos que tiene electrones resonando a determinada frecuencia y por eso absorben luz al unirse y refuerzan la absorción de la radiación.

**Espectroscopia:** Es el estudio del espectro luminoso de los cuerpos, con aplicaciones en química, física y astronomía. Permite determinar el contenido elemental y molecular de los materiales.

**Flavona:** Pigmento vegetal base de las flavonas

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

**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.

**Taxonomía:** Del griego taxis que significa ordenamiento y monos 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.**

**MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS.**

## **Material**

- Agitadores de vidrio
- Balón fondo plano capacidad de 500 mL
- Capsula de porcelana
- Embudos
- Goteros
- Probetas de 100, 25,10 mL
- Refrigerante
- Gradilla para tubos de ensayo
- Espátulas
- Mallas de asbesto
- Mangueras
- Papel filtro N° 40
- Papel toalla
- Pizeta
- Pinzas de extensión
- Pinzas de sostén
- Trípode
- Vidrio de reloj

## **Equipo**

- Balanza granataria
- Balanza semianalitica
- Espectrofotómetro infrarrojo
- Espectrofotómetro Ultravioleta – Visible
- Hot plate
- Molino de aspas (licuadora)
- Procesador de alimentos
- Cocinas eléctricas

## **Reactivos**

- Agua destila
- Cloruro de Sodio grado reactivo
- Etanol 90 °
- Hidróxido de Sodio 5%
- Hidróxido de Sodio 1 N
- Hidróxido de Sodio grado reactivo
- Shinoda
- Sulfato de Hierro Heptahidratado  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- Sulfato Cobre Pentahidratado  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

## **ANEXO N° 2**

### **PREPARACION DE AGENTES MORDIENTES**

## PREPARACIÓN DE AGENTES MORDIENTES<sup>(5)</sup>.

- Solución de Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) 25%: pesar 25 g de  $\text{CuSO}_4$  en una balanza semianalítica y luego transferir a un beaker de capacidad de 250 mL y agitar, hasta completar la disolución.
- Solución de Sulfato Ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ) 25%: pesar 25 g de  $\text{FeSO}_4$  en una balanza semianalítica y luego transferir a un beaker de capacidad de 250 mL y agitar, hasta completar la disolución
- Cenizas + Limón: pesar 25 g de Ceniza y adicionar 200 ml de agua y 50 ml de jugo de limón mezclar.

## **ANEXO N°3**

### **PREPARACION DE SOLUCIONES**

## PREPARACIÓN DE SOLUCIONES<sub>(32)</sub>

- Solución de Hidróxido de Sodio 0.5N (NaOH 0.5N)

Pesar en un beaker de 250 mL en balanza semianalítica 5 g de NaOH grado reactivo, diluir con 25 mL de agua destilada llevar a volumen de 100 mL. En baño de hielo (almacenar en frasco de plástico) y rotular.

Para 100 mL pesar 5g de NaOH grado reactivo

5g NaOH grado reactivo	_____	100 mL de agua destilada
X	_____	1000 mL de agua destilada

X = 50 g de NaOH grado reactivo

X = 100 g de NaOH grado reactivo para 2 L de agua destilada

- Solución de Hidróxido de Sodio 1N (NaOH 1N)

Cálculo para 100 mL de solución

NaOH

Pm = 40 g/mol

V = 0.1 L

N = 1

$g = N \cdot Pm \cdot V = 1 \text{ N} \cdot 40 \text{ g/mol} \cdot 0.1 \text{ L} = 4.0 \text{ g}$

Pesar cuidadosamente 4 gramos de NaOH grado reactivo con rapidez (por ser higroscópico) en un beaker de 250 mL disolver con agua libre CO<sub>2</sub>, envasar, rotular y almacenar.

**ANEXO N°4**

**CALCULO DE LONGITUD DE ONDA PARA**

***Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)**

CALCULO DE LONGITUD DE ONDA PARA *Hibiscus sabdariffa* (Flor de Jamaica)

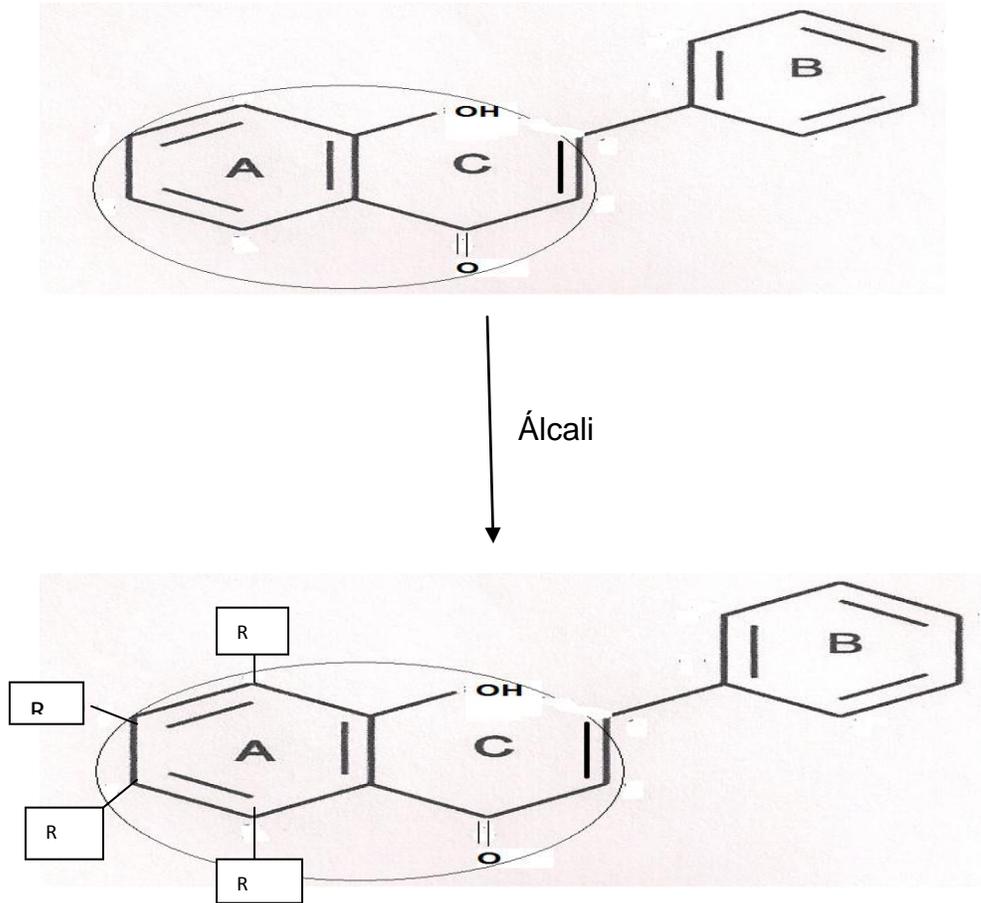


Fig. N°12 Estructura Posible de un Flavonoide Causante del Color.

Núcleo Base: Carbonilo Conjugado

Alquilo o residuo de Anillo 246 nm

Sustituyentes OH en orto 35 nm

---

Longitud de onda experimental 281 nm

Donde R: OH

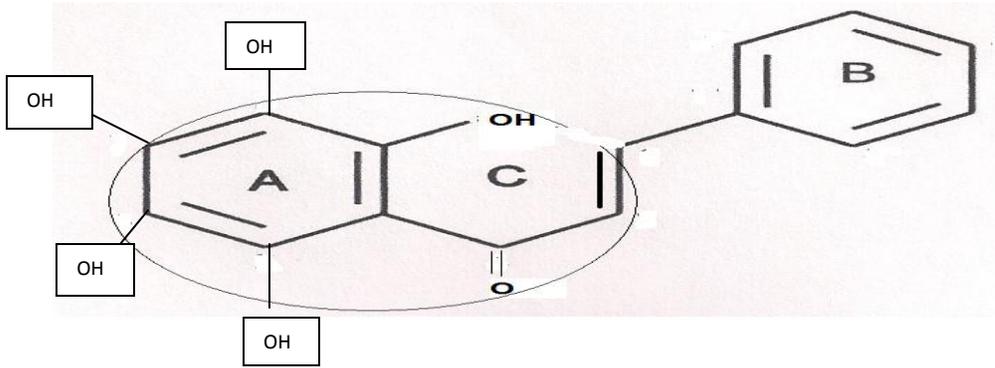


Fig. N°13 Estructura posible del flavonoide causante del color.

**ANEXO N°5**

**TABLAS DE LAS PRINCIPALES BANDAS DE ABSORCION**

**PARA**

**UV-VIS e IR**

## TABLAS DE LAS PRINCIPALES BANDAS DE ABSORCION

PARA

UV-VIS E IR

**Tabla N° 1** Fiesser – Kunh. Calculo de la principal banda de absorción  
Bencenos derivador de la Ar- COG

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-COR)	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	o,m +3
Alquilo o residuo de anillo	p +10
OH: OCH <sub>3</sub> , OR	o,m +7
	p + 25
- σ( oxianion)	o. +11
	m +20
	p +78
-Cl	o,m +0
	p +10
-Br	o +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

**Tabla N° 2. Importantes Absorciones en los Alquinos.**

VIBRACIÓN	ENLACE	μm	CM <sup>-1</sup>	Intensidad
Estiramiento terminal	C <sub>sp</sub> -H	3,0	3300	Fuerte
Deformación	C <sub>sp</sub> -H	16,6-14,3	600-700	Media
Estiramiento C-C triple enlace terminal.	—C≡C—H	4,7-4,6	2100-2140	Fuerte
Estiramiento C-C triple enlace	R—C≡C—R'	4,5	2220	Media

**Tabla N ° 3. Importantes Absorciones en los Hidrocarburos Aromáticos.**

(Aquí, solo se incluyen las bandas de los aromáticos mono y disustituidos.)

**a) Monosustituidos**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
Estiramiento	$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$	3,3-3,25	3050-3070	Media
Balanceo de $\text{CH}_3$	$\text{C-CH}_3$	7,25-7,30	1370-1380	Media
Deformación del anillo	$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$	13,5 y 14,0	740 y 715	Débil

**b) Disustituidos**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
ORTO	$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$	13,5	740	Fuerte
META	$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$	13,5-14,5	740-690	Fuerte y fuerte
PARA	$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$	12,5	800	Media

**Tabla N ° 4. Importantes Absorciones en este Grupo de Compuestos.**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
Tensión	$\text{O-H}$	3,1-2,7	3200-3600	Fuerte
Tensión	$\text{C-O}$	9,5-8,3	1050-1200	Fuerte pero difícil de distinguir
Libre	$\text{O-H}$	2,76-2,74	3620-3640	Fuerte
Asociado	$\text{O-H}$	3,07-2,90	3250-3450	Fuerte

**Tabla N ° 5. Importantes Absorciones en las Cetonas.**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
Estiramiento	$\text{>C=O}$	5,80-5,86	1725-1705	Fuerte
Estiramiento en $\alpha,\beta$ no saturadas	$\text{>C=O}$	5,93-6,00	1685-1665	Fuerte
Estiramiento en aromáticos	$\text{>C=O}$	5,88-5,95	1700-1680	Fuerte

**Tabla N ° 6. Importantes Absorciones en los Aldehídos.**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
Estiramiento	$\text{>C=O}$	5,74-5,95	1740-1680	Fuerte
Estiramiento	$\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$	3,45-3,54 y 3,60-3,70	2900-2820 y 2775-2700	Media Media

**Tabla N ° 7. Importantes Absorciones en los Esteres.**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
Estiramiento	O-H	4,16 hasta 2,94	2400 hasta 3400	Media a fuerte
Estiramiento	$\text{>C=O}$	5,71-5,76	1750-1735	Media
Estiramiento en $\alpha,\beta$ -no saturados	$\text{>C=O}$	5,78-5,82	1730-1717	Media
Estiramiento en	$\text{>C=O}$	5,78-5,82	1730-1717	Media

ésteres arílicos				
------------------	--	--	--	--

**Tabla N ° 8. Importantes Absorciones en los Ácidos Carboxílicos.**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
Estiramiento	$\text{>C=O}$	5,80-5,90	1725-1700	Fuerte
Estiramiento	$\alpha,\beta$ -no saturados	5,83-5,91	1715-1690	Fuerte
Estiramiento	Arílicos	5,90-6,02	1700-1660	Fuerte
Estiramiento	O-H	3,70-2,86	2700-3500	Fuerte

**Tabla N ° 9. Importantes Absorciones en las Amidas.**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad
Estiramiento primaria	$\text{>C=O}$	5,92	1690	Fuerte
Estiramiento secundaria	$\text{>C=O}$	5,88-5,99	1700-1670	Fuerte
Estiramiento dos bandas	N-H primarias	2,86 y otra 2,94	3500 y otra 3400	Media y Media
Estiramiento una banda	N-H secundarias	3,01-3,18	3320-3140	Media
Deformación	N-H primarias	6,17-6,30	1620-1590	Fuerte
Deformación	N-H secundarias	6,45-6,62	1550- 1510	Fuerte

**Tabla N ° 10. Importantes Absorciones en este Grupo de Compuestos.**

VIBRACIÓN	ENLACE	$\mu\text{m}$	$\text{CM}^{-1}$	Intensidad

Estiramiento	C-F	7,14-10,00	1400-1000	Fuerte
Estiramiento	C-CI	12,5-16,7	800-600	Fuerte
Estiramiento	C-Br	16,7-20,0	600-500	Fuerte
Estiramiento	C-I	20,0	500	Fuerte

**ANEXO N°6**

**ESQUEMA DE EXTRACCION Y PRUEBAS FITOQUIMICAS**

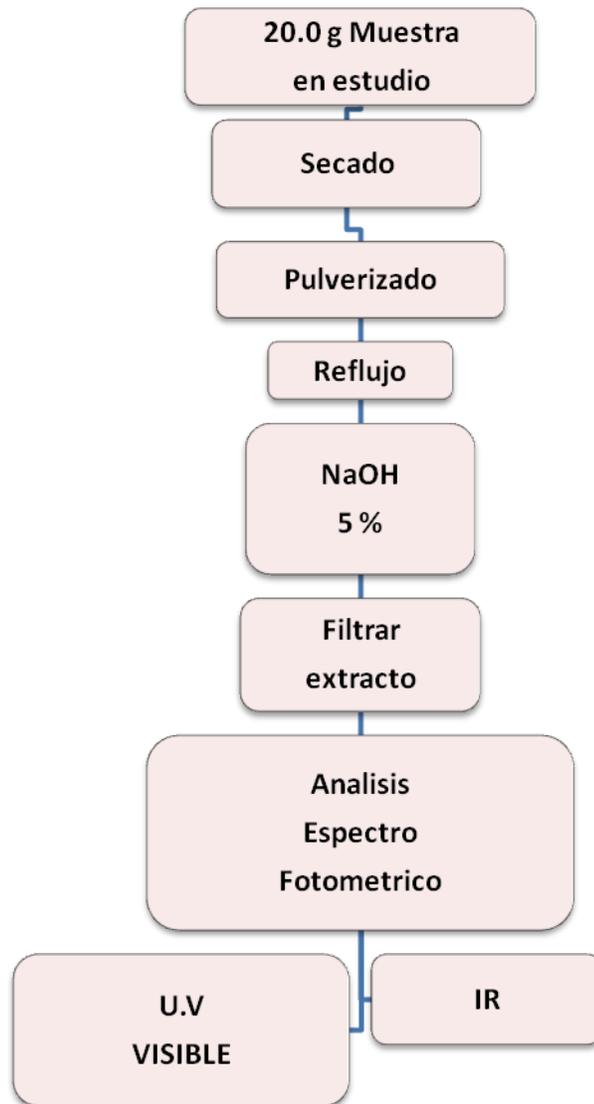


Fig. N°14 Esquema de extracción de colorante

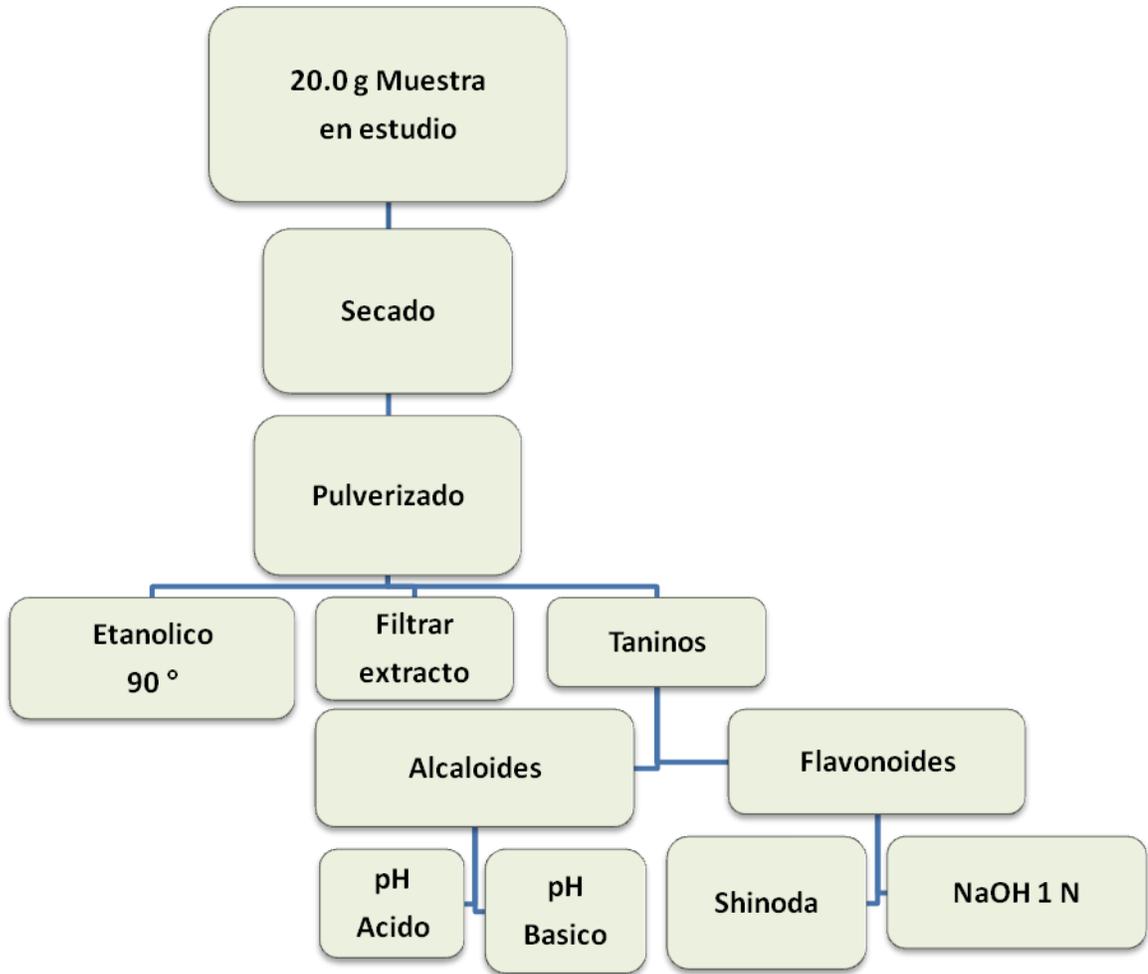


Fig. N° 15 Esquema de extracto para pruebas fitoquímicas

**ANEXO N°7**  
**FOTOGRAFIAS**



Fig.N° 16 Recolección de Muestra Sana secas y empacada de ***Hibiscus sabdariffa*** (Flor de Jamaica)

## EXTRACCION DEL COLORANTE



Fig. N°17 Extracción por Método de Reflujo



Fig. N°18 Extracción Etanólica a 90°



Fig.N°19 Prueba de NaOH 10% para Flavonoides

- a- Extracto Etanólico con Hibiscus sabdariffa (Flor de Jamaica)
- b- Extracto Etanólico con Hibiscus sabdariffa (Flor de Jamaica) +NaOH10%

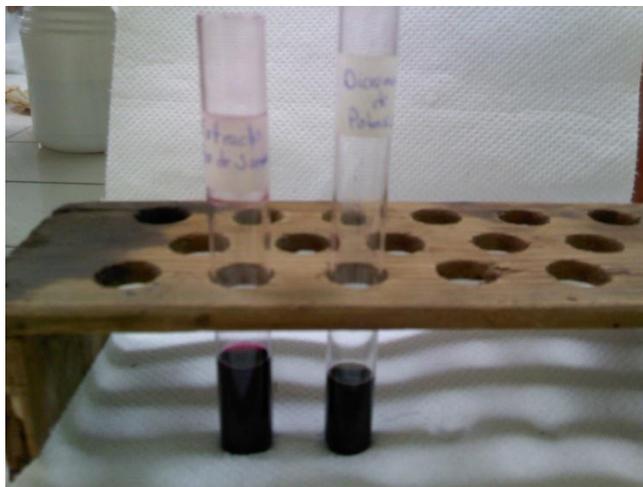


Fig.N° 20. Prueba de taninos en Hibiscus sabdariffa(Flor de Jamaica)

- a- Extracto Etanólico con Hibiscus sabdariffa (Flor de Jamaica)
- b- Extracto Etanólico con Hibiscus sabdariffa (Flor de Jamaica) + Dicromato de Potasio 1 mL

### Prueba de Alcaloides con NaOH 1N



Fig.N° 21 Prueba en Extracto Etanólico a 90% para Identificar  
Alcaloides NaOH 1N

- a- Extracto Etanólico con ***Hibiscus sabdariffa***(***Flor de Jamaica***)
- b- Extracto Etanólico con ***Hibiscus sabdariffa*** (***Flor de jamaica***) + gotas [HCl] (pH ácido)
- c- Tubo 1 reactivo de Dragendorf, tubo 2 reactivo de Meyer, tubo 3 reactivo de Wagner



Fig. N° 22. Espectrofotómetro Infrarrojo



Fig. N° 23. Espectrofotómetro UltraVioleta Visible

Cuadro N°8 Monitoreo del Teñido y los diferentes mordientes prendas de Nylon

Algodón y Lino

Especie	Mordiente a 25%	Día 0	Día 20
<p><b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)</p>	<p><math>\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}</math></p>		
	<p><math>\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}</math></p>		
	<p>Ceniza + Limón</p>		

Cuadro N°9 Elección del mejor mordiente en prendas de Nylon 6, Lino y algodón.

Especie	Mordiente a 25%	Día 0	Día 20
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O		
<b><i>Hibiscus sabdariffa</i></b> (Flor de Jamaica)	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O		
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O		

**ANEXO N°8**

**CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN DE PLANTA EN ESTUDIO**

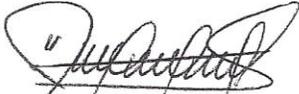
Antiguo Cuscatlán, viernes 1 de Julio de 2011

A quien interese:

Por este medio hago constar que la Br. Jessica Magali Arévalo se presentó a las instalaciones de nuestro herbario solicitando la identificación de una muestra botánica (flores de rosa de jamaica). Después de revisada la muestra y confrontada con nuestra colección de referencia, la muestra pertenece a la familia MALVACEAE y a la especie Hibiscus sabdariffa L.

Y para los usos que la interesada estime conveniente, se extiende la presente nota.

Atentamente.

  
Jorge Alberto Monterrosa Salomón  
Jardín Botánico La Laguna  
Sección Técnica-Científica  
Herbario LAGU  
Curador

