

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



OBTENCION DE UN COLORANTE A PARTIR DE *Musa paradisiaca*  
(PLATANO VERDE) CON APLICACION EN LA INDUSTRIA TEXTIL

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

ANNETTE DALILA ANZORA VASQUEZ

CARMEN ELENA FUENTES CAÑAS

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

JUNIO DE 2008.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MSc. RUFINO QUEZADA SANCHEZ

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIA**

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

**COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION**

**COORDINADORA GENERAL**

Licda. Maria 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 GESTION AMBIENTAL: TOXICOLOGIA Y QUIMICA  
LEGAL**

Licda. Maria Luisa Ortiz de López

**DOCENTE DIRECTOR**

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

## **AGRADECIMIENTOS**

***“...La paciencia todo lo alcanza quien a Dios tiene nada le falta, solo Dios basta.”***

**SantaTeresita**

A Dios Todopoderoso por su infinito amor y misericordia al brindarnos la sabiduría y confianza para culminar este proyecto.

A Maria Santísima por ser un ejemplo de humildad, entrega y perseverancia en los momentos mas difíciles.

A nuestros Padres por su amor, esfuerzo y sacrificio en cada etapa de nuestra vida, siendo parte fundamental para la culminación de este proyecto.

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

A las docentes evaluadoras de esta investigación Licda. Xenia Ivonne Arévalo de Márquez, Licda. Maria Luisa Ortiz de López y Coordinadora de Trabajos de Graduación Licda. Maria Odette Rauda por su valioso tiempo y el aporte que cada una en su momento brindo para el enriquecimiento de esta investigación.

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

A todos nuestros amigos y compañeros por sus muestras de cariño dando palabras de aliento cuando más las necesitábamos.

**Annette y Carmen**

## **DEDICATORIA**

A Jesucristo mi padre y amigo por guiarme durante cada momento de mi vida, manifestando su presencia en las etapas de mayor dificultad, sin él esto no sería realidad.

A mi Madre María Santísima por ser modelo de amor, entrega y fidelidad en la dificultad.

A mis Padres Juanita y José Francisco, por ser ejemplo en mi vida de lucha y superación, gracias por todo el amor, esfuerzo y sacrificio. Guardándome con sus oraciones en todo momento, este triunfo es suyo. Los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos Francis, Susy y Patty por estar siempre a mi lado, brindándome su amor a través de las palabras de aliento.

A mi amiga y compañera de tesis Carmen Elena, por su cariño; Dedicación y esfuerzo en la realización de este trabajo. Gracias por tu paciencia y motivación a salir adelante, te quiero mucho y siempre serás una persona muy especial en mi vida, Dios te bendiga.

A la familia Fuentes Cañas por su amabilidad, confianza y cariño. Animándonos a salir adelante y celebrando con nosotras en las alegrías.

A mis abuelos por aconsejarme, darme su amor y estar presentes en mi vida. Cada uno está en mi corazón.

A mis sobrinos Nicole, Michelle y José por su alegría, inocencia y amor.

A mis tíos y primos por sus oraciones y muestras de cariño en todo momento.

A mi amiga Edith, gracias por estar conmigo, por sus consejos y cariño.

A mis amigos y amigas, por acompañarme en las diferentes etapas de mi vida compartiendo las tristezas y alegrías.

Finalmente a mis hermanos y hermanas de la comunidad por sus oraciones, fortaleza y cariño, se que este triunfo lo comparten conmigo.

**Annette Dalila**

## **DEDICATORIA**

A Dios Todopoderoso, por ser el pilar fundamental en mi vida, por darme sabiduría, conocimientos y lo más importante por estar allí siempre y en todo momento.

A la Santísima Virgen de Guadalupe por darme fe y entendimiento en las situaciones más difíciles.

A mis Padres José Oscar y Juanita por quererme tanto y confiar en mí aun en aquellos momentos de fragilidad y derrota, dándome aliento y muchos consejos para poder lograr este sueño, que sin su presencia y sin sus oraciones no hubiera sido posible. Los amo mucho porque se que todos sus sacrificios no fueron en vano y porque me dieron fortaleza para seguir y culminar este propósito

A mis Hermanos Claudia, Oscar, Lenys y Orlando por ser un ejemplo de superación para mi vida, por enseñarme de sus experiencias, por estar allí siempre que los necesite y por apoyarme incondicionalmente. Gracias porque este sueño se haya cumplido, los quiero mucho.

A mi niño lindo Ernesto José, por que con tu presencia has llenado mi vida de mucha alegría y amor cuando más lo necesitaba. Tu inocencia y carisma han hecho de mí una persona diferente.

A mi compañera de tesis Annette Dalila, gracias infinitas por estar siempre conmigo, en las buenas y en las malas. Por creer en mí y por entenderme en esos momentos en los cuales solo una verdadera Amiga puede hacerlo. Tu amistad y cariño me dieron fortaleza y tenacidad para que culmináramos este proyecto.

A la Familia Anzora Vásquez, por brindarnos la confianza y su amistad para poder realizar este proyecto, gracias por todas sus oraciones y muestras de aliento.

A mis Abuelitos que desde el cielo siempre me bendijeron y fortalecieron, siempre estarán presentes en cada momento de mi vida. Los quiero mucho.

A todos mis amigos, ya que siempre con sus muestras de cariño y ánimo me dieron la confianza y la fortaleza para seguir adelante.

**Carmen Elena.**

## INDICE

| Contenido                                  | Pág.  |
|--|-------|
| Resumen                                    |       |
| Capitulo I                                 |       |
| 1.0 Introducción                           | xviii |
| Capitulo II                                |       |
| 2.0 Objetivos                              |       |
| 2.1 Objetivo General                       | 21    |
| 2.2 Objetivos Específicos                  | 21    |
| Capitulo III                               |       |
| 3.0 Marco Teórico                          | 23    |
| 3.1 Clasificación Taxonómica               | 23    |
| 3.2 Generalidades                          | 23    |
| 3.3 El Cultivo del Plátano en El Salvador  | 28    |
| 3.4 Colorantes                             | 29    |
| 3.5 Metabolitos Secundarios de las plantas | 37    |
| 3.6 Métodos Espectroscópicos               | 44    |
| Capitulo IV                                |       |
| 4.0 Diseño Metodológico                    | 48    |
| 4.1 Tipo de Estudio                        | 48    |
| 4.2 Metodología                            | 48    |
| 4.2.1 Investigación Bibliográfica          | 48    |
| 4.2.2 Investigación de Campo               | 49    |
| 4.2.3 Tipo de Muestreo                     | 49    |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| 4.2.4        | Recolección de la Muestra  | 49 |
| 4.2.5        | Preparación de la Muestra  | 50 |
| 4.2.6        | Investigación de Laboratorio   | 51 |
| 4.2.7        | Análisis Fitoquímico de Metabolitos Secundarios                          | 53 |
| 4.2.8        | Preparación del Agente Mordiente   | 57 |
| 4.2.9        | Aplicación del Extracto de la Especie Vegetal a las<br>Muestras Textiles | 58 |
| 4.2.10       | Identificación del Colorante por los Métodos<br>Espectrofotométricos     | 59 |
| Capitulo V   |  |    |
| 5.0          | Resultados e Interpretación  | 62 |
| Capitulo VI  |  |    |
| 6.0          | Conclusiones   | 70 |
| Capitulo VII |  |    |
| 7.0          | Recomendaciones  | 73 |
| Bibliografía |  |    |
| Glosario     |  |    |
| Anexos       |  |    |



## INDICE DE CUADROS

| Cuadro N°  | Pág. |
|--|------|
| 1. Extracción del Colorante de la Cáscara de Plátano.  | 62   |
| 2. Identificación Fitoquímica de Metabolitos Secundarios en extracto Etanólico de la Cáscara de <i>Musa paradisiaca</i> (Plátano). | 63   |
| 3. Capacidad de Tinción del extracto en las Muestras Textiles.   | 64   |
| 4. Análisis del Espectro Infrarrojo de la Muestra.   | 67   |

## INDICE DE FIGURAS

| Fig. N°  | Pág. |
|--|------|
| 1. Mata y Fruto del Plátano.   | 23   |
| 2. Frutos del Plátano.   | 26   |
| 3. Estructura del Tropano alcaloide Atropina de<br><i>Hyoscynamus niger</i>        | 42   |
| 4. Espectro de luz de una flama de mechero.  | 44   |
| 5. Tabla de Correlaciones en espectroscopía Infrarroja.                            | 45   |
| 6. Técnica 1: extracción del colorante   | 51   |
| 7. Técnica 2: extracción del colorante   | 52   |
| 8. Pruebas de identificación de metabolitos secundarios                            | 53   |
| 9. Marcha analítica para la preparación del agente mordiente                       | 57   |
| 10. Espectro Infrarrojo del Extracto Alcalino de la Cáscara<br>de Plátano.         | 67   |
| 11. Espectro Ultravioleta Visible del Extracto Acuoso de<br>la Cáscara de Plátano. | 68   |

## INDICE DE ANEXOS

| Anexo N°   | Pág. |
|--|------|
| 1. Material, Equipo y Reactivos  | 84   |
| 2. Preparación de Soluciones y Reactivos   | 88   |
| 3. Fotografías del Tratamiento, Extracción, Pruebas Fitoquímicas de la Muestra y Capacidad de Tinción del Colorante. | 92   |
| 4. Diagrama de Bloques para el Proceso de Extracción con Solución de Hidróxido de Sodio 0.25 N                       | 107  |
| 5. Cálculos para la preparación de solución de Hidróxido de Sodio 0.25 y 2 N   | 109  |

## ABREVIATURAS

| Abreviatura                                   | Significado                  |
|---|------------------------------|
| °C  | Grados Celsius               |
| Cm  | Centímetro                   |
| cm <sup>-1</sup>                              | Centímetros a la menos uno   |
| FDA   | Food and Drug Administration |
| Fig.  | Figura                       |
| FeSO <sub>4</sub>                             | Sulfato de Hierro            |
| g   | Gramo                        |
| g/mol   | Gramos sobre Mol             |
| g/L   | Gramos sobre Litro           |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                | Acido Sulfúrico              |
| HCl   | Acido Clorhídrico            |
| IR  | Infrarrojo                   |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | Dicromato de Potasio         |
| L   | Litro                        |
| mg  | Miligramo                    |
| min   | Minuto                       |
| mL  | Mililitro                    |
| N   | Normal                       |
| NaOH  | Hidróxido de Sodio           |
| NaCl  | Cloruro de Sodio             |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | Sulfato de Sodio             |

Nm

Nanómetro

N°

Número

Pág.

Página

PM

Peso Molecular

UV

Ultra Violeta

## **RESUMEN**

## RESUMEN

La *Musa paradisiaca* (Plátano verde) es una especie vegetal muy utilizada en el país. Su fruto o pulpa forma parte de la dieta alimenticia de la población Salvadoreña, sin embargo su aprovechamiento no se limita únicamente a este campo. A través de esta investigación se lleva a cabo la obtención de un colorante con aplicación en la industria textil, partiendo de la cáscara de plátano verde, que luego de someterse a un proceso de recolección, separación, secado y extracción, permite conseguir un colorante con las características adecuadas para ser utilizado en las muestras textiles seleccionadas (algodón y manta).

El método empleado para este trabajo es el de reflujo, utilizando Hidróxido de sodio 0.25 N como solvente de extracción, con el cual se obtiene un extracto coloreado al que posteriormente se realiza un análisis, para determinar por medio de Espectroscopia Ultravioleta Visible el máximo de absorbancia y por Espectroscopia Infrarroja las bandas características del grupo causante del color.

Finalmente el colorante se aplicó a las muestras textiles, utilizando cinco clases de sustancias fijadoras del color (Cloruro de sodio, Sulfato de sodio, Sulfato de hierro, Acido tánico y Alumbre). Comprobándose su capacidad de tinción en la mayoría de las aplicaciones, sin embargo se demostró más afinidad del colorante al ser usado en la muestra de algodón y como mordiente solución saturada de ácido tánico, después de ser sometido a repetidas pruebas de lavado.

También se efectuaron pruebas fitoquímicas por lo que fue necesario recurrir nuevamente el método de reflujo y como solvente Alcohol etílico. Dentro de estas pruebas la más importante para esta investigación es la de sesquiterpenlactonas ya que es este metabolito el causante del color en esta especie vegetal.

Por lo que este estudio presenta una forma rentable de obtención y aplicación de colorantes naturales en el área textil, fomentando el aprovechamiento de un recurso que en la actualidad es un producto de desecho.

A su vez se recomienda hacer estudios que se encausen en buscar nuevas alternativas para la aplicación de los colorantes naturales en diferentes industrias como la farmacéutica, cosmética y alimenticia.



**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

El hombre está íntimamente unido a su medio ambiente, en particular a los productos naturales de origen vegetal que son recursos renovables de múltiple uso, a la vez le proporcionan alimento para la subsistencia, fibras textiles para vestirse y material para construir casas. Por lo que en diversas formas han sido factor decisivo en los fenómenos sociales y económicos determinantes de la evolución de la humanidad.

Desde la antigüedad la obtención de colorantes a partir de productos naturales ha sido una práctica común en diferentes culturas, la más conocida en la historia salvadoreña fue la obtención del colorante del añil que los antepasados realizaron y que con el descubrimiento de América, pudo ser introducido en Europa en el siglo XVI.

En la actualidad el país cuenta con un amplio sector industrial y dentro de este se encuentran múltiples productos cuyo consumo depende en gran parte de su aspecto visual o de la presentación que puedan tener (olor, sabor y color). Sin embargo la mayoría de los productos que imparten estas características (colorantes, aromatizantes y saborizantes) son de origen sintético y por lo tanto su costo es muy elevado.

Por lo que esta investigación da a conocer otra alternativa para aprovechar un recurso que hoy en día esta al alcance de todos como es la cáscara de plátano y sin embargo no esta siendo utilizado.

La muestra utilizada para la investigación fue de una sola especie (***Musa paradisíaca***) y se obtuvo del mercado de mayoreo “La Tiendona”; se seco en estufa a 80°C, se molió y pulverizo.

Se desarrollo extrayendo por el método de reflujo un colorante a partir de la cáscara de *Musa paradisiaca* (plátano), posteriormente al extracto obtenido se le realizaron pruebas para determinar el tipo de metabolito y el grupo funcional característico del color. A continuación el extracto fue aplicado a diferentes tipos de tejidos como el algodón y manta.

Finalmente en base a los resultados de las pruebas de coloración se determinó por cual de las muestras textiles presento mayor afinidad.

Confirmando de esta manera la utilidad de este producto natural, de bajo costo y de fácil obtención. Siendo así una nueva opción de fuente de trabajo en el área textil.

La investigación se realizó en la facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El salvador, durante el período de Marzo de 2007 hasta Junio de 2008.

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS**

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General:

Obtener un colorante a partir de la cáscara de la *Musa paradisiaca* (plátano verde) con aplicación a la industria textil.

### 2.2 Objetivos Específicos:

2.2.1 Identificar la especie vegetal en estudio.

2.2.2 Recolectar la muestra de *Musa paradisiaca* (plátano verde) y darle el tratamiento adecuado.

2.2.3 Extraer el colorante por el método de reflujo con solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.25 N.

2.2.4 Determinar metabolitos secundarios por pruebas fitoquímicas.

2.2.5 Analizar el extracto por espectroscopia UV-Vis

2.2.6 Interpretar por espectroscopia Infrarroja (IR) las bandas características del colorante.

2.2.7 Aplicar el colorante en diferentes tipos de telas (algodón y manta).

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

### 3.0 MARCO TEORICO (4,5,11,12,13,14,15,16,17,18,19)

#### 3.1 Clasificación taxonómica. (10)

PLATANO

CLASIFICACION CIENTIFICA

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae



Fig. Nº 1 Mata de Plátano y fruto

#### 3.2 Generalidades. (11,16)

El nombre de plátano, banano, cambur o guineo agrupa un gran número de plantas herbáceas del género ***Musa***, tanto híbridos obtenidos horticulturalmente a partir de las especies silvestres del género ***Musa acuminata*** y ***Musa balbisiana***. Clasificado originalmente por Carlos Linneo como ***Musa paradisíaca*** en 1753, la especie tipo del género ***Musa***.

Dentro de esta familia se incluyen los plátanos comestibles crudos (***Musa cavendishii***) y los plátanos machos o para cocer (***Musa paradisíaca***).

El plátano tiene su origen en Asia meridional, siendo conocido en el Mediterráneo desde el año 650 D.C. La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en el año 1516. El cultivo comercial se inicia

en Canarias a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. El plátano macho es propio del Sudoeste Asiático, su cultivo se ha extendido a muchas regiones de Centroamérica y Sudamérica, así como de África subtropical; constituyendo la base de la alimentación de muchas regiones tropicales. El plátano es el cuarto cultivo de frutas más importante del mundo. Los países latinoamericanos y del Caribe producen el grueso de los plátanos que entran en el comercio internacional, unos 10 millones de toneladas, del total mundial de 12 millones de toneladas. Es considerado el principal cultivo de las regiones húmedas y cálidas del sudoeste asiático. Los consumidores del norte lo aprecian sólo como un postre, pero constituye una parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales.

#### **- La planta.**

El plátano no es un árbol sino una megafobia, una hierba perenne de gran tamaño. Como las demás especies de *Musa*, carece de verdadero tronco. En su lugar, posee vainas foliares que se desarrollan formando estructuras llamadas pseudos tallos, similares a fustes verticales de hasta 30 cm. de diámetro basal que no son leñosos, y alcanzan los 7 m de altura.

Las hojas se cuentan entre las más grandes del reino vegetal; son de color verde o amarillo verdoso claro con los márgenes lisos y las nervaduras pinnadas. Las hojas tienden a romperse espontáneamente a lo largo de las nervaduras, dándoles un aspecto desaliñado. Cada planta tiene normalmente entre 5 y 15 hojas, siendo 10 el mínimo para considerarla madura; las hojas



viven no más de 2 meses, y en los trópicos se renuevan a razón de una por semana en la temporada de crecimiento.

Son lisas, tiernas, oblongas, con el ápice trunco y la base redonda o ligeramente cordiforme, verdes por el haz y mas claras y normalmente glaucas por el envés, con las nervaduras amarillentas o verdes. Dispuestas en espiral, se despliegan hasta alcanzar 3 m de largo y 60 cm. de ancho; el pecíolo tiene hasta 60 cm.

El elemento perenne es el rizoma, superficial o subterráneo, que posee meristemas a partir de los cuales nacen entre 200 y 500 raíces, fibrosas, que pueden alcanzar una profundidad de 1.5 y cubrir 5 m de superficie. Del rizoma también brotan vástagos o “chupones” que reemplazan al tallo principal después de florecer y morir este.

#### **- Las flores.**

Unos 10 a 15 meses después del nacimiento del pseudotallo, cuando este ya ha dado entre 26 y 32 hojas, nace directamente a partir del rizoma una inflorescencia que emerge del centro de los pseudotallos en posición vertical; semeja un enorme capullo púrpura o violáceo que se afina hacia el extremo distal. Al abrirse, revela una estructura en forma de espiga, sobre cuyo tallo axial se disponen en espiral hileras dobles de flores, agrupadas en racimos de 10 a 20 que están protegidos por brácteas gruesas y carnosas de color purpúreo. A medida que las flores se desarrollan, las brácteas caen, un proceso que tarda entre 10 y 30 días para la primera hilera.



**Fig. Nº 2 Frutos del Plátano**

**- El fruto.**

El fruto tarda entre 80 y 180 días en desarrollarse por completo. En condiciones ideales fructifican todas las flores femeninas, adoptando una apariencia dactiliforme que lleva a que se denomine “manos” a las hileras en que se disponen. Puede haber entre 5 y 20 manos por espiga, aunque normalmente se trunca la misma parcialmente para evitar el desarrollo de los frutos imperfectos y evitar que el capullo terminal insuma las energías de la planta. El punto de corte se fija normalmente en la “falsa mano”, una en la que aparecen frutos enanos. En total puede producir unos 300 a 400 frutos por espiga, pesando más de 50 kg.

**Características.**

El fruto es una falsa baya de 7 a 30 cm. de largo y hasta 5 de diámetro, que forma un racimo compacto. Esta cubierta por un pericarpo coriáceo verde en el ejemplar inmaduro y amarillo intenso, rojo o bandeado verde y blanco al madurar. Es de forma lineal, entre cilíndrica y marcadamente angulosa según

la variedad. La pulpa es blanca a amarilla, rica en almidón y dulce; en los plátanos puede resultar algo astringente o gomoso por su contenido en látex, farinoso y seco.

**- Usos.**

El gran tamaño de las hojas del banano y su fuerte fibra hace de ellas una fuente importante de tejidos. Las hojas del plátano se emplean como embalajes y envoltorios sin apenas tratamiento. Se emplean con frecuencia como cobertores naturalmente impermeables para techos de construcciones primitivas, para recubrir el interior de pozos usados para cocinar y como bandejas para la comida.

La fibra extraída del procesamiento de las hojas es resistente y durable. Durante el siglo XIX las islas del Caribe, en especial Jamaica, contaban con una floreciente industria textil, basada en el banano fabricando cuerdas, esterillas y utensilios de transporte con ese material. Se fabrica también línea de pesca a partir de esta fibra. En Filipinas se produce una tela llamada agna, delicada y translúcida, a partir de la fibra tierna de hojas y vainas foliares; se emplea en indumentaria masculina y femenina, en la elaboración de pañuelos y otros usos. Una forma mas basta y rustica se emplea en Sri Lanka para alfombras y alpargatas.

El pseudotallo también se emplea como mobiliario y material de embalaje durante el transporte de la fruta; los restos o la parte interna de éste, se reintegran al medio ambiente para el reaprovechamiento de sus nutrientes. Cortado en tiras y secado se usa como relleno para almohadones y bancos. De la pulpa del pseudotallo se elabora papel mediante un proceso de machacado

lavado y secado; el material resultante es fuerte, y su calidad mejora mezclado con restos de nuez de betel (***Areca catechu***).

La cáscara del fruto es rica en taninos, y se usa en el tratamiento del cuero. Carbonizada se usa como tintura oscura, o por su alto contenido en potasio en la producción de detergentes.

Los efectos medicinales documentados son varios. Las flores se utilizan en emplastos para las úlceras cutáneas, y en decocción para la disentería y la bronquitis; cocidas se usan como alimento nutritivo para diabéticos. La savia, fuertemente astringente, se aplica tópicamente en picaduras de insecto, en hemorroides, y se toma como febrífugo, antidiarreico y antihemorrágico. También es antidiarreico y antidisentérica la ceniza obtenida de quemar las cáscaras y hojas. Las raíces cocidas se consumen para los trastornos digestivos e intestinales.

La pulpa y las cáscaras de los plátanos maduros contienen principios activos efectivos contra microbacterias y hongos; se aplican a veces para tratar una micosis común en la planta de tomate (***Solanum lycopersicum***). El fruto es rico en dopamina, de efecto vasoconstrictor, y serotonina, que regula la secreción gástrica y estimula la acción intestinal.

### **3.3 El Cultivo del Plátano en El Salvador** (7,16, 17,18)

En El Salvador, el área estimada de siembra de este cultivo es de aproximadamente 2800 manzanas, con una producción de 24,790 TM. Los precios a nivel de mayorista y minorista se mantienen prácticamente constantes todo el año, excepto en el mes de abril que experimenta precios más altos.

Los suelos planos y el clima tropical de Cara Sucia, en Ahuachapán, albergan unas 1,515 manzanas cultivadas con plátano. En Lempa Acalhuapa, que comprende zonas de los departamentos de Usulután y de San Vicente, se han sembrado unas 700 y en La Paz existen 85.

#### **- Principales Cultivares:**

Los cultivares de Plátano que mas se siembran en el país son:

**Plátano Criollo ó Usulután:** Se caracteriza por su alto vigor, alcanzando una altura que oscila entre 3.5 a 4,0 mts., con racimos cortos y con un numero promedio de 27 a 30 frutos y un peso de 26 a 30 lbs. La inflorescencia masculina (Pichota) se atrofia y desaparece conforme va madurando el racimo.

**Plátano Enano:** La planta es de una altura media de 2,50 mts., lo que la hace mas resistente al acame, causado por el viento. Posee pseudotallo grueso con abundantes hojas anchas. Los racimos son cortos, con un promedio de 40- 42 frutos y 28 lbs de peso. El período de floración a cosecha es de 80- 85 días. La cosecha se inicia entre 10- 11 meses de la siembra.

### **3.4 Colorantes.** (2, 8,19)

#### **Historia de los Colorantes.** (19)

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, del cual también se obtuvo la Aurina, fabricado por Friedlich Ferdinand Runge, en el año 1834.

### **Definición.**

Son los productos químicos pertenecientes a un extenso grupo de sustancias, empleados para colorear tejidos, tintas y productos alimenticios. En la moderna terminología industrial se amplía el concepto de colorantes a los productos que contienen colorantes orgánicos puros junto con agentes reductores o de relleno que los hacen más manejables. Los colorantes no deben confundirse con los pigmentos, que son sustancias polvorosas de color que precisan mezclarse con agentes adhesivos antes de aplicarse a una superficie.

El color de los compuestos orgánicos depende de su estructura, generalmente, los empleados como tintes son productos químicos orgánicos insaturados. La característica del color es especialmente notable en productos químicos que contienen ciertos grupos insaturados bien definidos. Estos productos químicos, conocidos como cromóforos (portadores de color), tienen diferentes capacidades para dar color.

Los colorantes han de tener la capacidad de penetrar y colorear los tejidos y otros materiales. Los radicales químicos llamados auxocromos, tienen la propiedad de fijar eficazmente el colorante deseado. En algunos compuestos, la presencia de un grupo auxocromo puede colorear compuestos incoloros.

### **Clasificación de los colorantes.**

- **Los colorantes naturales.** Desde tiempos inmemoriales los colorantes se usan para teñir, artesanalmente, fibras textiles. Y para darle color a algunos alimentos; en este último caso hay exigencias más o menos rigurosas relativas a su toxicidad. En la naturaleza se pueden encontrar múltiples fuentes de colorantes, capaces de generar una amplia variedad de matices y de cumplir, algunos de ellos, con los requisitos que la industria textil y alimenticia demanda. Un gran porcentaje de estas fuentes proviene de la agricultura (semillas, materiales de desecho como cáscaras, hojas, etcétera). A estos materiales se les agrega valor mediante su transformación industrial. Por su naturaleza química, los colorantes pueden ser inorgánicos y orgánicos. La importancia de los colorantes de origen vegetal había decaído desde la aparición en el mercado de los colorantes sintéticos derivados del petróleo, del aluminio y del carbón. Sin embargo actualmente se están buscando colorantes naturales como sustitutos de los artificiales debido a que en algunos países se han prohibido los colorantes de origen mineral y sintético porque, en algunos de ellos, se han encontrado indicios de efectos nocivos para la salud. En los últimos años la industria de alimentos ha reducido considerablemente la lista de colorantes permitidos, y por el contrario ha comenzado a utilizar los colorantes

naturales que de acuerdo con la legislación norteamericana no requieren certificación (FDA, 2002).

Los colorantes naturales se dividen en “tintes” (dyes) y “pigmentos” (pigments). Generalmente los tintes se definen como compuestos que interaccionan químicamente con el sustrato coloreado (p. e. con textiles); usualmente se disuelven o dispersan en un solvente y el sustrato se trata en esta solución. Por otro lado, los pigmentos, mas usado en la industria farmacéutica, no forman enlaces químicos con el sustrato, y para que puedan adherirse a su superficie se tienen que mezclar con un adhesivo.

La FDA (Food and Drugs Administration), entidad norteamericana autorizada para regular los alimentos y sus aditivos, ha definido que los colores permitidos para el uso en la industria alimenticia se clasifican en certificables y exentos de certificación. Los certificables son colorantes sintéticos, aprobados para su uso por la FDA. En los Estados Unidos existen ocho colores certificados que son: Amarillo #5, Amarillo #6, Azul #1, Azul #2, Naranja B, Rojo citrus, Rojo #40, Verde #3 Los aditivos colorantes exentos de certificación incluyen los pigmentos derivados de fuentes naturales tales como vegetales o animales, entre ellos se incluyen los colorantes obtenidos de las semillas (“la pepa”) del aguacate y del achiote así como extractos vegetales (FDA, 2002).

- **Los colorantes sintéticos:** La materia prima básica de los colorantes sintéticos son compuestos que, como el benceno, se derivan de la destilación seca o destructiva del carbón. Por eso estos colorantes se conocen a menudo popularmente como colorantes de alquitrán de hulla. A partir de la materia



prima se elaboran productos intermedios mediante diversos procesos químicos que, normalmente, implican la sustitución de elementos específicos o radicales químicos por uno o más átomos de hidrógeno de la sustancia básica.

También pueden clasificarse atendiendo a sus aplicaciones o por su estructura química. La clasificación química suele determinarse por el núcleo del compuesto. Entre los grupos más importantes de colorantes están los azocolorantes, que incluyen el amarillo mantequilla y el rojo congo; los trifenilmetanos, que incluyen el color magenta y el violeta metilo; las ftaleínas; las azinas, que incluyen el color malva, y las antraquinonas, que incluyen la alizarina. El índigo es un colorante de tina que se da en la naturaleza en un glucósido cristalino llamado indicán. Otro grupo importante lo constituyen las ftalocianinas, de color azul o verde, con una estructura química semejante a la clorofila. Los azocolorantes son los más empleados.

#### **- Colorantes en la aplicación textil.** <sup>(2)</sup>

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.

#### **Tipos de 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. Se emplea para preparar otros colorantes con dos grupos azo; 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; el 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.

Ftaleínas: Aunque no se emplea como tintura, la fenoltaleína es el representante más importante de este grupo. Se usa como indicador de reacciones de ácido bases. Su importancia principal es como medicamento base de laxantes. Junto con Iodo (treta iodofenolfaleína), se emplea para el examen radiológico de la vesícula, acumula en la vesícula átomos de Iodo pesado que son opacos a los rayos X.

- **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 molecular 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 magnesio 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.

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 Metabolitos Secundarios de las plantas.** (4,15)

Un aspecto metabólico que distingue el reino animal del vegetal es la capacidad de las plantas y los hongos para producir sustancias que no son esenciales para su supervivencia. A esas sustancias se les denomina metabolitos secundarios, los animales superiores raramente los producen, si

acaso pueden ser encontrados ocasionalmente en insectos y otros invertebrados.

Los metabolitos secundarios serán los que permitan interacciones ecológicas de la planta con su entorno. Es decir, algunos metabolitos secundarios sólo están presentes en determinadas especies y cumplen una función ecológica específica, como por ejemplo atraer a los insectos para transferirles el polen, o a animales para que éstos consuman sus frutos y así poder diseminar sus semillas; también pueden actuar como pesticidas naturales de defensa contra herbívoros o microorganismos patógenos, incluso como agentes alelopáticos (sustancias que permiten la competición entre especies vegetales), también se pueden sintetizar metabolitos secundarios en respuesta al daño en algún tejido de la planta, así como contra la luz UV y otros agentes físicos agresivos.

### **Principales tipos de metabolitos secundarios en las plantas.** <sup>(15)</sup>

Se pueden clasificar según la presencia o no de nitrógeno en su composición, no obstante, los tres grupos de metabolitos secundarios más importantes en plantas son los **terpenoides** (o isoprenoides) como el isopreno, monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos etc.; **fenilpropanoides** (o compuestos fenólicos) como ligninas, lignanos, suberinas, flavonoides, coumarinas, furanocoumarinas y estilbenos; y los **alcaloides** (este último grupo lleva nitrógeno en su estructura) como piperidinas, tropano, indoles, purinas, esteroides, pirrolidinas, isoquinolinas, etc. Los terpenoides derivan del isopentenil difosfato (IPP) y se conocen unos 25.000. Los alcaloides contienen uno o más átomos de nitrógeno y derivan principalmente de aminoácidos, de

ellos se conocen unos 12.000. Mientras que los aproximadamente 8.000 fenilpropanoides provienen de las llamadas vías biosintéticas del shikimato o del malato/acetato.

### **Importancia.** <sup>(15)</sup>

Las plantas han sido utilizadas por el hombre a lo largo de muchos años como fuente para elaborar medicinas, conservantes, aromatizantes o pigmentos. Además, la madera, que como se ha dicho está principalmente compuesta por lignina, es un material para la construcción muy versátil.

Todos estos metabolitos siguen siendo utilizados hoy en día en medicina, bien en forma de preparados homeopáticos (que consisten básicamente en preparaciones relativamente crudas de la planta), o bien en forma de productos naturales purificados. El empleo de los productos naturales en la medicina ha llevado al surgimiento de una nueva rama de la farmacología llamada farmacognosis, y de la etnobotánica, que se dedica a estudiar activamente el empleo de los extractos de las plantas como compuestos base de los medicamentos.

Además de ser importantes como medicamentos, también hay evidencias de que los metabolitos secundarios son importantes para nuestro estado de salud en general. Algunos tales como los flavonoides y otros compuestos fenólicos, actúan como antioxidantes, capturando especies reactivas de oxígeno previniendo así de la oxidación celular.

Por otro lado, además de utilizarse para dar sabor, aroma y color a nuestros alimentos, surge ahora el interés por utilizarlos como sustitutos de los aditivos artificiales.

A su vez, los aceites esenciales contribuyen en el sabor y aroma de los alimentos y son también componentes importantes de los perfumes y se extraen de las plantas por destilación.

Dentro de los compuestos principales tenemos:

**- Glicósidos Cardiotónicos.** <sup>(4)</sup>

Los heterósidos o glicósidos cardiotónicos, constituyen un grupo de sustancias que se caracterizan por su acción sobre el músculo cardíaco, aumentando su tono, excitabilidad y contractibilidad.

Estos heterósidos o glicósidos, como todos los heterósidos, están constituidos por una parte azucarada denominada **glicón** o cadena glicosídica, y una parte no azucarada denominada **aglicón** o **genina**.

La cadena glicosídica puede estar formada por una, dos o más moléculas de azúcar unidas entre sí, y en el caso de los cardiotónicos por lo general una o más unidas son desoxiazúcares (azúcar que tiene reemplazado el hidróxido de carbono dos por un hidrógeno).

Los heterósidos cardiotónicos se incluyen dentro del grupo de los esteroides porque derivan del ciclopentanoperhidrofenantreno.

**- Glicósidos saponínicos.** <sup>(4)</sup>

Las saponinas al disolverse en agua disminuyen la tensión superficial de ésta, por lo que al sacudir las soluciones forman una espuma abundante y relativamente estable, son amargas, además, por hidrólisis destruyen los



glóbulos rojos. Al hidrolizar las saponinas se obtienen carbohidratos y una aglicona llamada **sapogenina**, la cual puede tener un esqueleto esteroidal o triterpénico.

#### - **Glicósidos Flavonoides.** (4)

Los flavonoides son pigmentos vegetales que tienen el esqueleto carbonado **C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>**. A este grupo pertenecen las flavonas, isoflavonas, flavononas, catequinas, leucoantocianinas, antocianinas, auronas y chalconas.

Los flavonoides se encuentran extensamente distribuidos entre las plantas libres como glicósidos, estos últimos contribuyen a darle color a las flores, frutos y hojas. Se conocen unos 200 flavonoides naturales.

#### - **Glicósidos Antraquinónicos.** (4)

Las agliconas de los glicósidos antraquinónicos se presentan en las plantas, en diferentes niveles de oxidación. Los glicósidos antraquinónicos son fácilmente solubles en agua, mientras que las agliconas son solubles en solventes orgánicos.

#### - **Taninos.** (4)

Son sustancias amorfas no cristalizables, solubles en agua y alcohol, formando soluciones de sabor astringente amargo.

Químicamente son sustancias fenólicas complejas que se clasifican de acuerdo a la naturaleza de sus productos de hidrólisis y de acuerdo a unas reacciones químicas.

Son importantes sobre todo por su aplicación en el curtido de pieles.

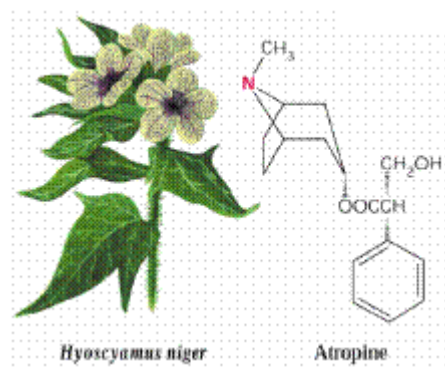
En medicina, debido a sus propiedades astringentes, se utiliza como antidiarreicos y en el tratamiento de quemaduras.

Los taninos tienen la capacidad de precipitar macromoléculas como: gelatinas, alcaloides, celulosa y proteínas, esta capacidad es la base de sus dos principales acciones: curtientes de pieles y su poder astringente.

Son también agentes quelantes capaces de formar complejos coloreados con metales pesados como: cobre, mercurio, plomo, estaño y zinc. Poseen propiedades redox; dan compuestos solubles de color azul oscuro, negro grisáceo con sales férricas, producen color rojo intenso con ferrocianuro de potasio y amoníaco; precipitan al agregarles sales de plomo, cobre y estaño; también dan soluciones acuosas concentradas con dicromato de potasio.

#### - Alcaloides. (4,15)

Son sustancias orgánicas nitrogenadas con carácter básico y mayoritariamente de origen vegetal. Tienen una estructura generalmente compleja y ejercen acciones fisiológicas diversas, incluso a dosis muy bajas.



**Figura N° 3 Estructura del tropano alcaloide atropina de *Hyoscyamus niger***

En general, los alcaloides que carecen de oxígeno, son líquidos a temperatura ambiente y son frecuentemente volátiles, presentando un olor característico. Los alcaloides oxigenados suelen ser sólidos cristalizables y generalmente incoloros o blancos. Todos son en general amargos. En su forma libre son insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos polares (alcohol) y apolares (éter, cloroformo y hexano), aunque hay excepciones como las bases xánticas y las sales de amonio cuaternaria que son solubles en agua. Todos los alcaloides que están en forma de sal son solubles en agua y mezclas hidroalcohólicas e insolubles en disolventes orgánicos apolares.

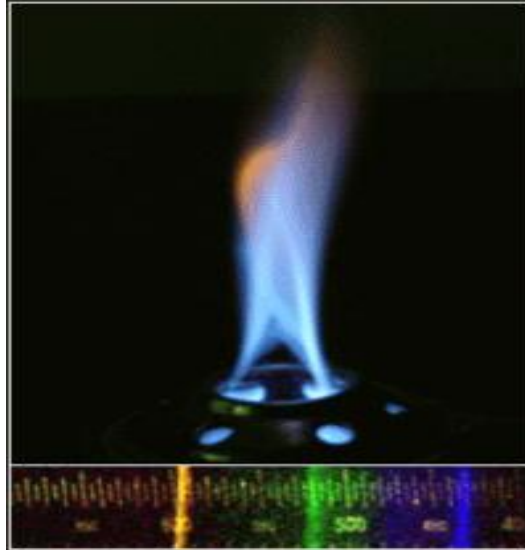
#### **- Sesquiterpenlactonas. (4)**

Las sesquiterpenlactonas, también conocidas como lactonas sesquiterpénicas, derivan biogénicamente del pirofosfato de farnesilo, a través de una serie de reacciones de ciclación, epoxidación, esterificación, etc.

Están formadas por tres moléculas de isopreno, muchos de los cuales aparecen en los aceites esenciales. A su vez muchos actúan como fitoalexinas (antibióticos producidos por las plantas en respuesta al ataque de microorganismos) y como agentes repelentes de herbívoros.

Son sustancias amargas, que se encuentran en todas las partes de la planta, en concentraciones que varían entre 0.01% y 8% del peso seco, encontrándose las mayores concentraciones en las hojas; estas sustancias son bastante solubles en cloroformo y éter etílico.

### 3.6 METODOS ESPECTROSCOPICOS. (5, 9, 10)



**Fig. N° 4 Espectro de luz de una flama de mechero.**

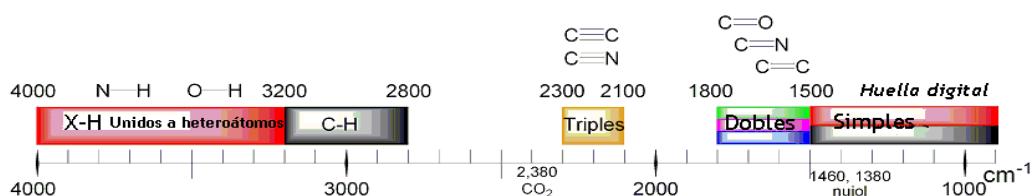
La espectroscopia es la ciencia que estudia las interacciones que suceden entre la radiación y la materia. Los métodos espectroscópicos de análisis miden la cantidad de radiación producida o absorbida por las especies atómicas, moleculares que se analizan y relaciona estas energías con los niveles energéticos implicados en una transición cuántica.

La espectrometría permite determinar el contenido elemental y molecular de los materiales. Sin embargo, es importante observar que cada método espectrometrico tiene sus propios beneficios, inconvenientes, especificidades e interferencias.

#### **Espectroscopia infrarroja** (5, 10, 13).

Espectroscopia infrarroja (Espectroscopia 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 la muestra.



**Fig. Nº 5 Tabla de correlaciones en espectroscopia infrarroja.**

Donde las absorciones se expresan en  $\text{cm}^{-1}$ .

### Espectros de infrarrojo

La longitud de onda a la cual se absorbe energía depende de:

- La identidad de los átomos de la molécula;
- La estructura molecular (por ejemplo, todos los isómeros de una misma molécula como  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ , producen espectros muy diferentes); y
- El enlace entre los átomos.

### Espectroscopia Ultra Violeta-Visible (UV). (5, 10, 14)

El principio de la espectroscopia ultravioleta-visible involucra la absorción de radiación ultravioleta-visible por una molécula, causando la promoción de un electrón de un estado basal a un estado excitado. La longitud de onda comprende entre 190 y 800 nm.

La espectroscopia UV es la más limitada para la información de compuestos.

Los compuestos que contengan un cromóforo o instauraciones son visibles en esta región. Un cromóforo es cualquier grupo de átomos que absorben luz independientemente de que presente color o no, aunque también puede

presentar un grupo auxocromo que es el que amplía la conjugación de un cromóforo mediante la compartición de electrones de no enlace.

La máxima absorción se debe a la presencia de cromóforos en una molécula. Este tipo de espectroscopia sirve principalmente para el análisis de compuestos aromáticos y carboxílicos, principalmente.

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

## **4.0 DISEÑO METODOLOGICO**

### **4.1 Tipo de estudio:**

Retrospectivo: ya que se ha tomado referencia de investigaciones anteriores, relacionadas a este estudio.

Prospectivo: porque se desarrollará en un tiempo determinado y en el presente, llevando un registro de la información obtenida.

Experimental: debido a que la investigación se realizará extrayendo el colorante de la muestra y posteriormente se hará un análisis para su identificación.

### **4.2 Metodología**

Esta se desarrollo en tres etapas:

Investigación bibliográfica

Investigación de campo

Investigación de laboratorio

#### **4.2.1 Investigación bibliográfica:**

Se llevó a cabo a través de consultas en Internet y en los siguientes lugares:

Biblioteca Central, Universidad de El Salvador (UES).

Biblioteca Dr. Benjamín Orozco, Facultad de Química y Farmacia, (UES).

Biblioteca de la Facultad de Ciencias Agronómicas, (UES)

Biblioteca de la Universidad José Simeón Cañas (UCA).

Biblioteca de la Universidad Alberto Masferrer (USAM).



Biblioteca del Jardín Botánico La laguna.

#### **4.2.2 Investigación de campo:**

Universo: plantas de la familia *Musáceas*

Muestra: cáscaras verdes de *Musa paradisiaca* (plátano)

#### **4.2.3 Tipo de Muestreo.**

Este muestreo es Dirigido, ya que se enfocó a una sola especie y en un solo lugar. La especie vegetal se seleccionó partiendo de los antecedentes bibliográficos obtenidos. La muestra se recolectó en el mercado la Tiendona de San Salvador, por ser el mayor centro de distribución de la especie en estudio y porque dicha fruta puede encontrarse en cualquier época del año.

#### **4.2.4 Recolección de muestra.**

Periodo de recolección de muestra:

La recolección de la muestra se llevó a cabo durante la última semana del mes de Septiembre de 2007.

De la especie vegetal se recolectó el fruto verde en buen estado para luego separar la cáscara y someterla a un proceso de preparación para su posterior análisis.

#### **4.2.5 Preparación de la muestra.**

Luego de separar la cáscara del fruto, ésta se trato con una solución diluida de Hipoclorito de Sodio para eliminar impurezas que pudieran interferir en el proceso. A continuación se seco en una estufa durante 24 horas a 60 °C, para poder ser molida y obtener un tamaño adecuado de partícula.

#### 4.2.6 INVESTIGACION DE LABORATORIO. (23)

PESAR 20g DE MUESTRA SECA Y PULVERIZADA  
Y COLOCAR EN BALON DE 500mL

+

200mL DE NaOH 0.25N



REFLUJAR POR 30 MIN Y CONTROLAR  
TEMPERATURA (80<sup>0</sup>C)

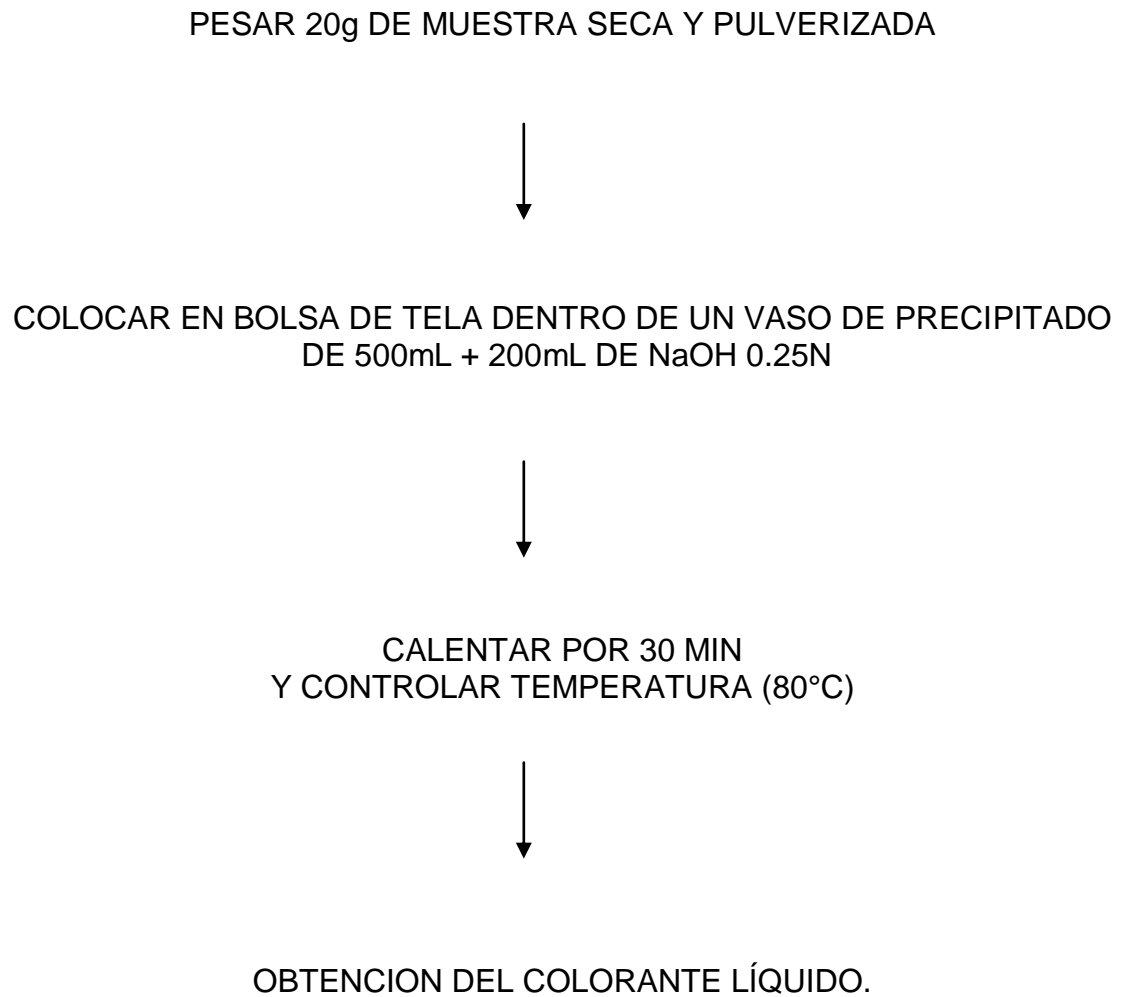


FILTRAR AL VACIO



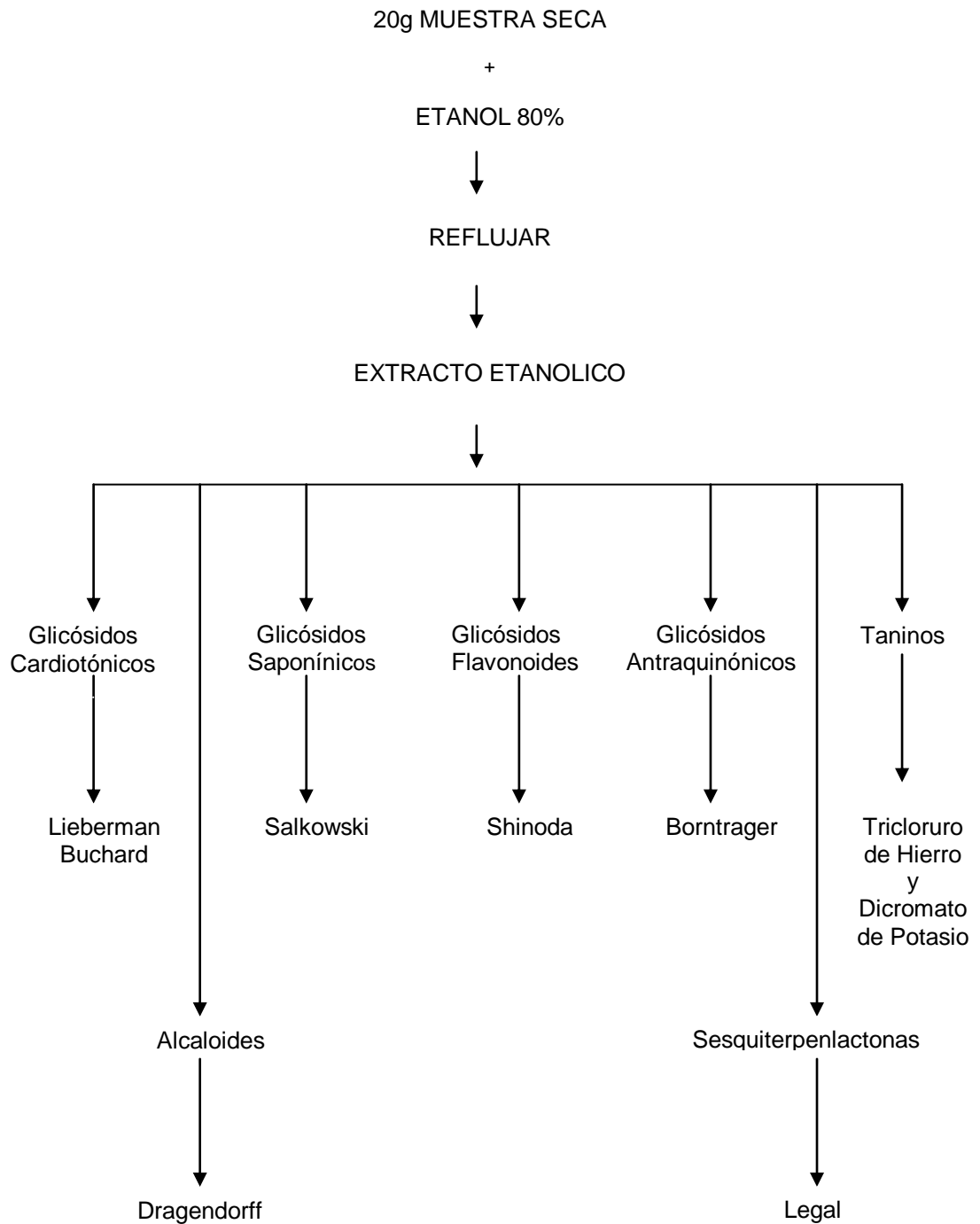
OBTENCION DEL COLORANTE LÍQUIDO.

**Fig. Nº 6 Técnica 1: EXTRACCION DEL COLORANTE.** (23)



**Fig. Nº 7 Técnica 2: EXTRACCION DEL COLORANTE.** (23)

#### 4.2.7 ANALISIS FITOQUIMICO DE METABOLITOS SECUNDARIOS. (6)



**Fig. Nº 8 PRUEBAS DE IDENTIFICACION DE METABOLITOS SECUNDARIOS.**

Para la identificación de los metabolitos secundarios en el ensayo fitoquímico, se realizaron las siguientes pruebas específicas al extracto etanólico:

Glicósidos Cardiotónicos (Lieberman Buchard), Glicósidos Saponínicos (Salkoski), Glicósidos Flavonoides (Shinoda o de la Cianidina), Glicósidos Antraquinónicos (Borntrager), Taninos (Tricloruro de Hierro y Dicromato de Potasio), Identificación de Alcaloides (Dragendorff) y la de Sesquiterpenlactonas (Prueba de legal).

**- Identificación de Glicósidos Cardiotónicos. (6)**

**Prueba de Lieberman-Buchard:**

A 2 mL del extracto, agregar 1 mL de anhídrido acético y 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Mezclar la solución y observar el color desarrollado.

**- Identificación de Glicósidos Saponínicos. (6)**

**Prueba de Salkowski:**

Tomar 3 mL del extracto concentrado y agregar 10 gotas de ácido sulfúrico concentrado, gota a gota por las paredes del tubo y observar cualquier cambio de color inmediato o gradual (formación de anillo).

**- Identificación de Glicósidos Flavonoides. (6)**

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

A 5 mL del concentrado añadir una laminilla de magnesio metálico de 2 a 3 cm. de largo y 0.5 de ancho y 1 mL de ácido clorhídrico concentrado. Observar desarrollo del color.

**- Identificación de Glicósidos Antraquinónicos. (6)**

**Prueba de Borntrager:**

Evaporar a sequedad 10 mL del extracto con ayuda de un hotplate. El residuo se disuelve en 20 mL de agua destilada, calentar y filtrar, el filtrado se agita con 10 mL de benceno en una ampolla de separación y se deja que la mezcla se separe. Eliminar la capa acuosa y a la capa bencénica agregarle 5mL de amoníaco, agitarlo dentro de la ampolla de separación. Observar los cambios de color.

**- Identificación de Taninos. (6)**

A 2 mL del extracto agregar 5 gotas de la solución de tricloruro de hierro.

A 2 mL del extracto agregar 1mL de solución de dicromato de potasio.

Observar los resultados obtenidos.

**- Identificación de Alcaloides. (6)**

Concentrar 10 mL del extracto casi a sequedad, agregar 10 mL de cloroformo y acidificar con 10 mL HCL 10 % hasta pH 1-2, separar las dos fases.

Con la fase ácida realizar la siguiente prueba:

**Prueba de Dragendorff.**

Colocar 1 mL de la capa acidificada en un tubo ensayo y agregar 10 gotas de este reactivo. Observar.

**- Identificación de Sesquiterpenlactonas. (6)**

A 5 mL del extracto concentrado agregar 15 mL de acetato de plomo trihidratado al 5%. Dejar reposar por 12 a 15 horas y filtrar por decantación. Al filtrado hidroalcohólico hacerle dos extracciones con 25 mL de cloroformo y reunir las fracciones clorofórmicas, eliminar el exceso de sub-acetato de plomo con repetidos lavados con agua destilada a la capa clorofórmica en una ampolla de separación. Eliminar la capa acuosa. Secar la capa clorofórmica con sulfato de sodio anhidro y filtrar.

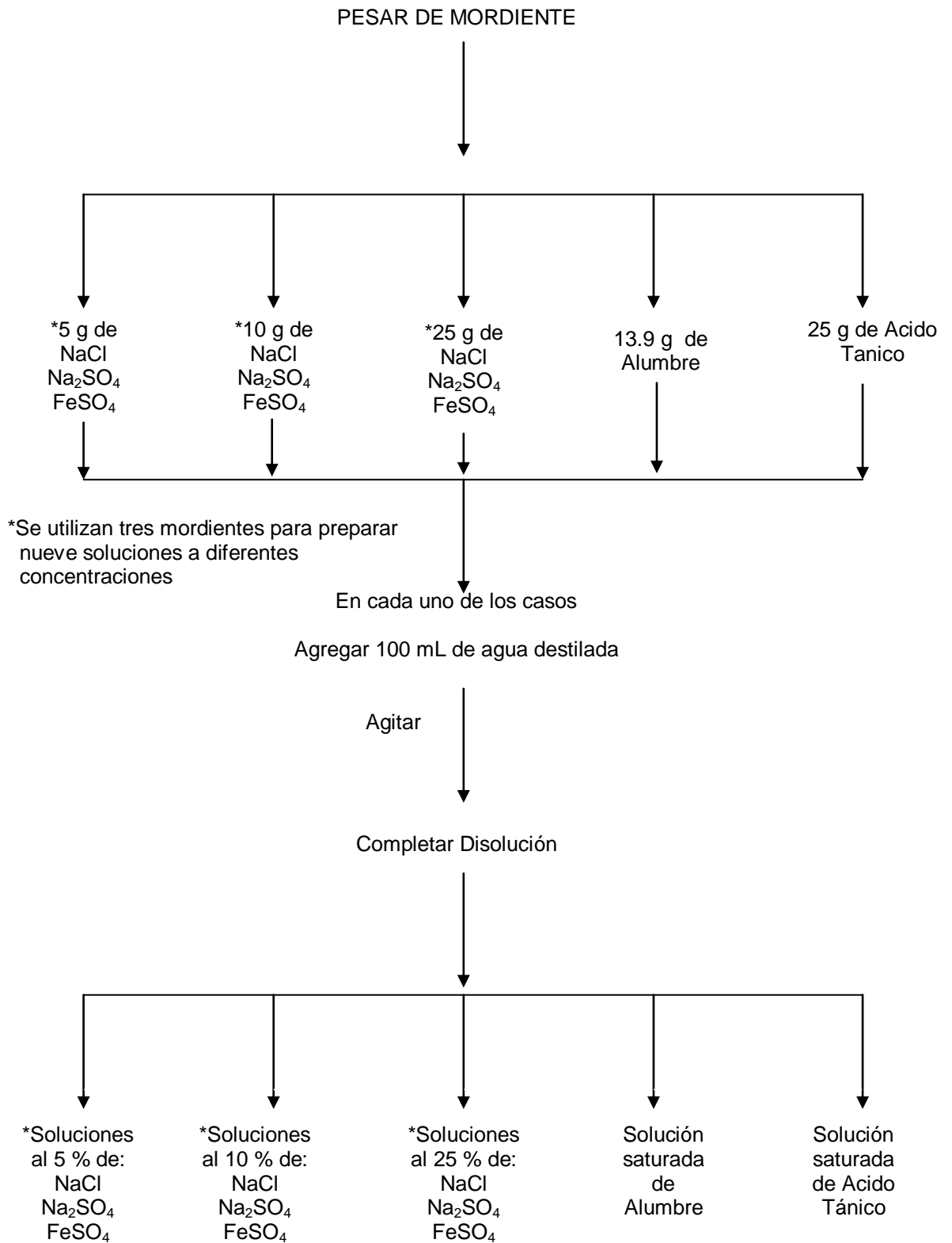
Concentrar la capa clorofórmica hasta 5 mL. Tomar 2 mL de esta y agregarlo a un vaso de precipitado de 10mL para realizar para su identificación por medio de:

**Prueba de Legal:**

Llevar a sequedad la capa cloroformica, agregar 5 gotas de piridina, 5 gotas de solución de nitroprusiato de sodio 0.5 %, 5 gotas de hidróxido de sodio 2N. Las lactonas insaturadas dan positiva la prueba con la formación de una solución coloreada.



#### 4.2.8 PREPARACION DEL AGENTE MORDIENTE. (24)



**Fig. Nº 9 MARCHA ANALITICA PARA LA PREPARACION DEL AGENTE MORDIENTE.**

#### **4.2.9 APLICACIÓN DEL EXTRACTO DE LA ESPECIE VEGETAL A LAS MUESTRAS TEXTILES. (24)**

En cada una de las soluciones mordientes, introducir 2 tiras de tela (una de algodón y otra de manta) y dejar reposar por un periodo de 30 minutos. Esto se hará con el fin de fijar el colorante a las telas.

Luego colocarlas en el beaker que contiene el extracto del colorante y calentar en un hot plate durante 30 minutos. Dejar enfriar a temperatura ambiente.

Retirar las muestras textiles del colorante, escurrirlas y secarlas a temperatura ambiente.

Lavarlas con agua y jabón en forma repetida para comprobar el grado de fijación del colorante en las mismas.

Usar el mismo procedimiento pero utilizando como mordiente una solución saturada de ácido tánico y alumbre.

#### **4.2.10 IDENTIFICACION DEL COLORANTE POR LOS METODOS ESPECTROFOTOMETRICOS. (7)**

##### **- ESPECTRO INFRARROJO.**

Esta determinación se efectuó en los laboratorios del Instituto Químico Biológico (IQB).

Se utilizó un Espectrofotómetro Infrarrojo marca Perkin Elmer, modelo RX1 con celdas de Bromuro de Potasio.

La muestra fue deshidratada, luego se colocó en la celda correspondiente y se realizó de esta manera la lectura. Al finalizar, el equipo imprimió el espectro.

##### **- ESPECTRO ULTRAVIOLETA VISIBLE.**

Para este análisis fue necesario realizar una dilución del extracto concentrado obtenido con Hidróxido de Sodio 0.25N, con el propósito de tener una solución transparente que facilitara el paso del haz de luz del equipo y conseguir así una lectura más exacta.

Se utilizó un espectrofotómetro Ultravioleta marca Perkin Elmer modelo Lambda 35 con celdas de cuarzo.

Se realizó un barrido en la escala de 600 a 190 nm, se colocó el blanco (agua destilada) en las celdas, las cuales se ubicaron en ambos compartimientos (muestra y referencia), debido a que el equipo es de doble haz. Se observó que el espectrofotómetro corrige a un valor de cero de absorbancia a la longitud de onda seleccionada.

Luego se retiró la celda (blanco) que se encuentra ubicada en el frente del compartimiento y se sustituyó con muestra observándose en la parte superior derecha de la pantalla el valor de absorbancia generado por la muestra a la longitud de onda correspondiente. Para la impresión del espectro de absorción, se espero que apareciera la señal en la pantalla del monitor de la computadora la cual indicaba que la lectura había finalizado y se procedió a imprimir el espectro.

**CAPITULO V**  
**RESULTADOS E INTERPRETACION**

## 5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

A continuación se presentan los resultados del análisis realizado a la muestra de plátano verde (extracto) para su posterior identificación.

### CUADRO N° 1 Extracción del colorante de la cáscara de plátano.

| CANTIDAD DE MUESTRA | SOLVENTE | METODO       | TIEMPO  | TEMPERATURA | RESULTADO    |
|---------------------|----------|--------------|---------|-------------|--------------|
| 20 gramos           | 200 mL   | TECNICA No.1 | 30 min. | ±80°C       | CAFE INTENSO |
| 20 gramos           | 200 mL   | TECNICA No.2 | 30 min. | ±80°C       | CAFE         |

Se realizaron dos tipos de extracciones utilizando el mismo solvente. En la técnica No. 1 se empleó el método del reflujo obteniéndose un extracto de color café intenso y en la No. 2 se aplicó la técnica de la percolación, con la cual se obtuvo un extracto de color café de menor intensidad. En ambos casos se conservaron las condiciones de temperatura, tiempo y cantidad de solvente.

De los dos métodos se seleccionó el extracto No. 1, para ser utilizado en las pruebas de coloración, por presentar mayor estabilidad e intensidad de color.

En la técnica No. 1 la reacción de coloración es mucho más rápida ya que entra en contacto de forma directa el solvente con la muestra, a diferencia de la técnica No. 2 en la cual la bolsa de tela limitaba el contacto entre ambos.

**CUADRO N° 2** Identificación fitoquímica de Metabolitos Secundarios en extracto etanólico de la Cáscara de *Musa paradisiaca* (Plátano).

| DETERMINACIÓN            | CANTIDAD DE EXTRACTO | PRUEBA               | RESULTADO                              | CONFIRMACIÓN                 |
|--------------------------|----------------------|----------------------|--|------------------------------|
| Glicósidos Cardiotónicos | 2 mL.                | Lieberman-Buchard    | +                                      | Anillo violeta azulado       |
| Glicósidos Saponínicos   | 3 mL.                | Salkowski            | +                                      | Formación de anillo café     |
| Glicósidos Flavonoides   | 5 mL.                | Shinoda              | Se mantuvo la coloración del extracto. | No hubo cambio de color      |
| Taninos                  | 2 mL.                | Tricloruro de hierro | +                                      | Coloración verde grisáceo    |
| Taninos                  | 2 mL.                | Dicromato de potasio | +                                      | Coloración pardo rojiza      |
| Alcaloides               | 10 mL.               | Dragendorff          | +                                      | Coloración anaranjado rojiza |
| Sesquiterpenlactonas     | 5 mL.                | Prueba de Legal      | +                                      | Solución de color amarillo   |

De las pruebas realizadas para la identificación de metabolitos secundarios en el extracto etanólico, la que presento resultado negativo fue la prueba de shinoda para Glicósidos Flavonoides. La prueba de mayor interés fue la identificación de las Sesquiterpenlactonas que forman parte del grupo de los Terpenos, metabolitos que en esta especie vegetal son los causantes del color.

**CUADRO Nº 3 CAPACIDAD DE TINCIÓN DEL EXTRACTO EN LAS MUESTRAS TEXTILES.**

| CONCENTRACION DEL MORDIENTE            | CONCENTRACION DEL EXTRACTO | MANTA                  | ALGODÓN                |
|--|----------------------------|------------------------|------------------------|
| NaCL 5%                                | 15%                        | Café Claro             | Café Claro             |
|  | 25%                        | Café                   | Café                   |
|  | Puro                       | Café Oscuro            | Café Oscuro            |
| NaCL 10%                               | 15%                        | Café Claro             | Café                   |
|  | 25%                        | Café                   | Café                   |
|  | Puro                       | Café Oscuro            | Café Oscuro            |
| NaCL 25%                               | 15%                        | Café Claro             | Café Claro             |
|  | 25%                        | Café                   | Café                   |
|  | Puro                       | Café Oscuro            | Café Oscuro            |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5%     | 15%                        | Ninguna                | Beige                  |
|  | 25%                        | Beige                  | Café Claro             |
|  | Puro                       | Café                   | Café                   |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%    | 15%                        | Beige                  | Beige                  |
|  | 25%                        | Café Claro             | Café Claro             |
|  | Puro                       | Café                   | Café                   |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 25%    | 15%                        | Ninguna                | Beige                  |
|  | 25%                        | Café Claro             | Café Claro             |
|  | Puro                       | Café                   | Café                   |
| FeSO <sub>4</sub> 5%                   | Puro                       | Café Marrón            | Café Marrón            |
| FeSO <sub>4</sub> 10%                  | Puro                       | Rojizo                 | Rojizo                 |
| Solución Saturada de FeSO <sub>4</sub> | Puro                       | Precipita el colorante | Precipita el colorante |
| Solución Saturada de Acido Tanico      | Puro                       | Café Cocoa             | Café Cocoa             |
| Solución Saturada de Alumbre           | Puro                       | Café Oscuro            | Café Oscuro            |



Utilizando como mordiente una solución de Cloruro de Sodio al 5 %, con el extracto a concentraciones de 15 %, 25 % y de forma pura, el poder tintóreo del colorante en las muestras textiles de manta y algodón produjo tonalidades desde el café claro, café y café oscuro.

Con la solución de Cloruro de Sodio al 10 % y el extracto a concentraciones de 15 %, 25 % y de forma pura, el poder tintóreo del colorante en la tela de manta fue en tonos café claro, café y café oscuro respectivamente. En el caso de la tela de algodón las tonalidades de color fueron café, café y café oscuro.

Empleando una solución de Cloruro de Sodio al 25 % y el extracto a concentraciones 15 %, 25 % y de forma pura, el poder tintóreo del colorante en la muestra de manta y algodón fue en tonos café claro, café y café oscuro para las respectivas concentraciones.

En el caso de las soluciones con Sulfato de Sodio al 5 %, con el extracto a concentraciones de 15 %, 25 % y de forma pura respectivamente, el poder tintóreo del colorante en la manta fue nulo, beige y café, respectivamente. Con la muestra de algodón fue de beige, café claro y café.

Con solución de Sulfato de Sodio al 10 % con el extracto a concentraciones de 15 %, 25 % y de forma pura respectivamente, la intensidad de color en la manta fue de beige, café claro, café y de la misma forma en la tela de algodón.

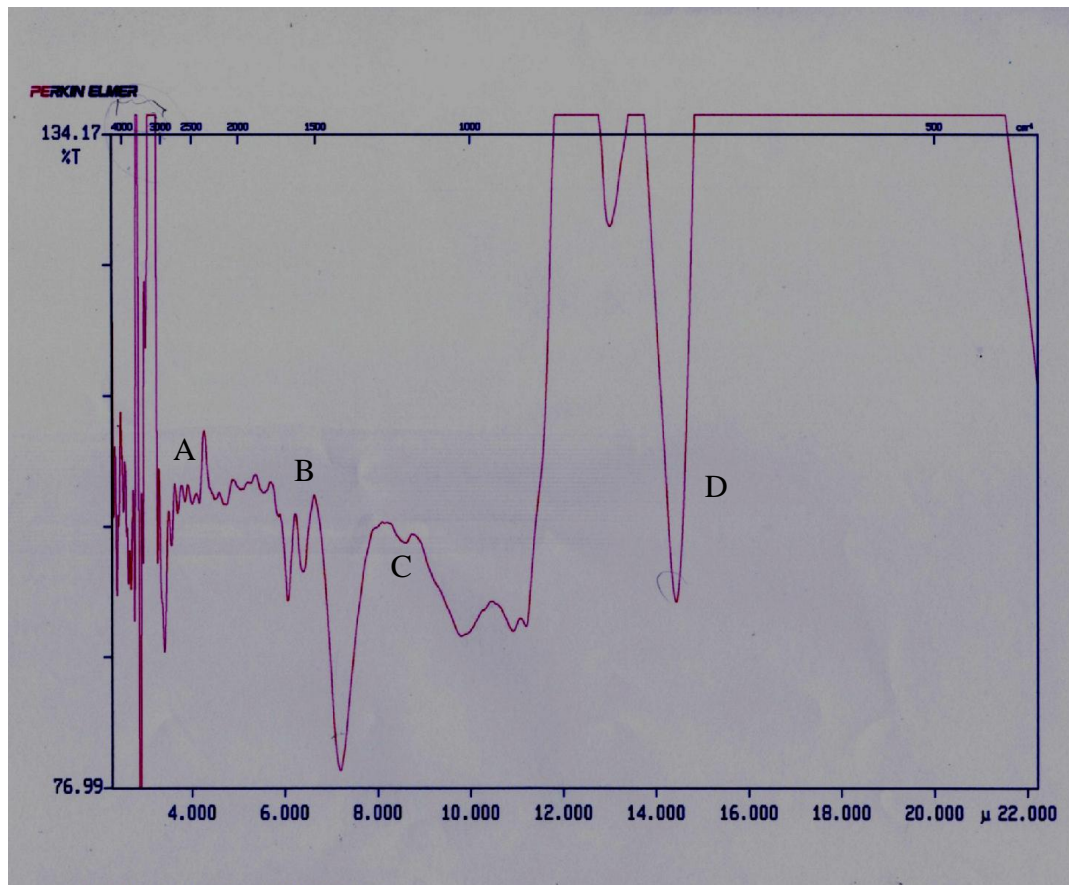
Con solución de Sulfato de Sodio al 25 % con el extracto a concentraciones de 15 %, 25 % y de forma pura respectivamente, en la manta el color fue de café claro y café para las dos últimas concentraciones. Para el algodón fue de beige, café claro y café.

Al utilizar soluciones de Sulfato Ferroso al 5 %, 10 % y de forma saturada, pero usando el extracto en forma pura, para las dos primeras concentraciones del mordiente la coloración tanto en manta y algodón fue de café marrón y rojizo respectivamente. Pero al emplear tanto el mordiente como el extracto de forma concentrada, el colorante precipita.

Con una solución saturada de Acido Tanico y el extracto del colorante de manera pura, el color obtenido tanto en la muestra de manta como en la de algodón fue café cocoa.

Utilizando una solución saturada de Alumbre y el extracto puro, el color obtenido en la manta y el algodón fue café oscuro moteado.

En las diferentes pruebas de aplicación de mordientes y colorante, también se utilizaron muestras de lana, cordel y dacron, proporcionando un resultado negativo de absorción de color en los tres casos.

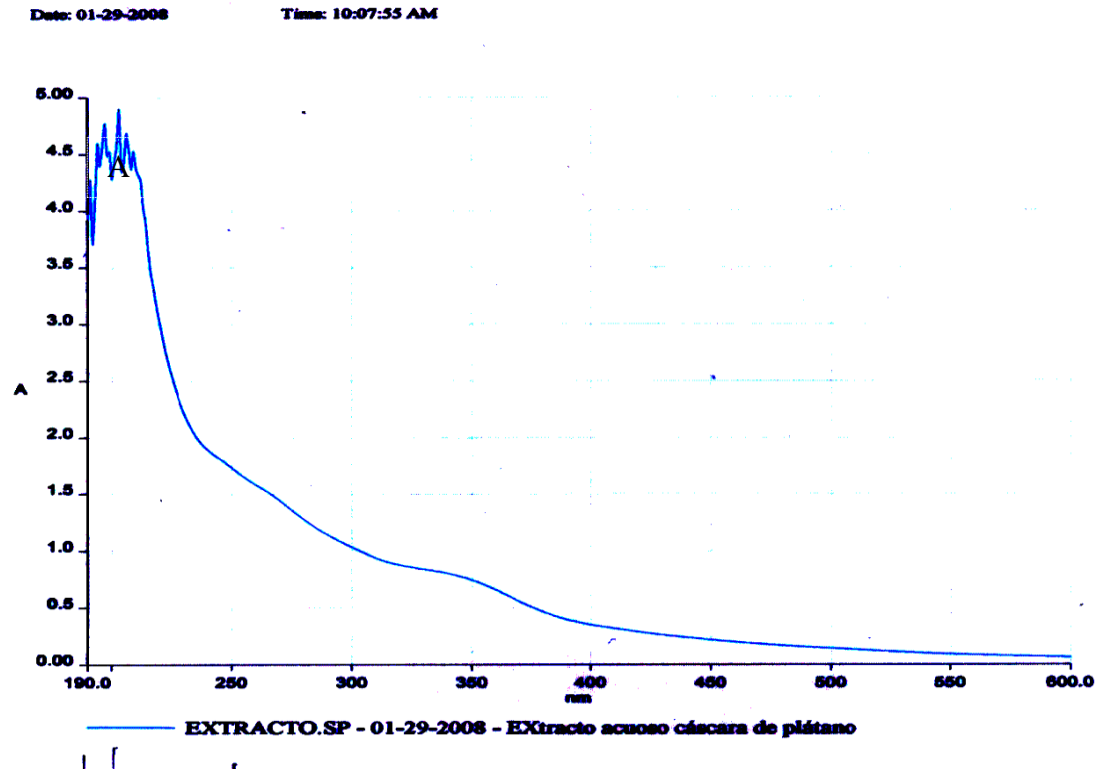


**Fig. N° 10 ESPECTRO INFRARROJO DEL EXTRACTO ALCALINO DE LA CASCARA DE PLATANO.**

En el espectro se determinaron bandas en los siguientes rangos:

**Cuadro No. 4 Análisis del espectro IR de la muestra.**

| FRECUENCIA                 | BANDA | TIPO DE ENLACE      |
|----------------------------|-------|---------------------|
| 3600-2600 $\text{cm}^{-1}$ | A     | O-H de Estiramiento |
| 1800-1650 $\text{cm}^{-1}$ | B     | C=O                 |
| 1450-1200 $\text{cm}^{-1}$ | C     | O-H de Formación    |
| 1400-650 $\text{cm}^{-1}$  | D     | C-O Fuera del plano |



**Fig. N° 11 ESPECTRO ULTRAVIOLETA VISIBLE DEL EXTRACTO ACUOSO DE LA CASCARA DE PLATANO.**

El espectro Ultravioleta Visible de la muestra presenta varias bandas intensas en el rango comprendido entre 200-225 nm (A), las cuales son características del grupo base de las Sesquiterpenlactonas, debido a que esta molécula presenta dobles enlaces y grupos con electrones solitarios.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. En las pruebas de fijación del color, el colorante tiene un mayor efecto tintóreo al ser utilizado de manera pura que en dilución.
2. De los dos tipos de telas (algodón y manta) la que presenta mayor afinidad de absorción de color es la de algodón, puesto que la manta siempre conserva su color natural.
3. De los dos métodos utilizados para la extracción del colorante, la técnica No. 1 es la más conveniente, debido a que permite obtener mayor cantidad de colorante y una tonalidad más intensa.
4. En las pruebas fitoquímicas existe la presencia de metabolitos secundarios, siendo la más importante la de sesquiterpenlactonas, ya que este grupo terpenoides es el causante del color en la especie.
5. La obtención del colorante de la cáscara de ***Musa paradisiaca*** (plátano), es una nueva opción para el aprovechamiento de este recurso, además permite promover el uso de colorantes naturales ante el uso excesivo de colorantes de origen sintético.
6. Para una mejor fijación de color en la muestra textil, el factor tiempo es determinante así como la preparación y la selección del agente mordiente.

7. El mejor mordiente de todos los utilizados es la solución saturada de Acido Tánico, ya que permite una excelente fijación del colorante a la tela, aun después de someterla a una serie de lavadas.
8. El espectro IR nos indica la presencia del grupo base de las Sesquiterpenlactonas.
9. Se determinó que el extracto no posee Glicósidos Flavonoides ya que el resultado de la prueba de Shinoda fue negativo, debido a que se mantuvo la coloración del extracto etanólico.
10. La obtención del colorante de la cáscara de plátano verde por medio del método del reflujo tiene un carácter rentable, debido a que con poca cantidad de muestra se pudo conseguir abundante extracto.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**



## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar nuevas investigaciones para que se pueda aislar el colorante del plátano y así poder dilucidar la estructura molecular del compuesto causante del color, por RMN y Espectroscopía de Masas.
2. Investigar un nuevo método y el solvente adecuado para utilizar el colorante en otro tipo de industrias (alimentos, farmacéutica, etc.).
3. Experimentar el poder tintóreo de este colorante con diferentes tipos de muestras textiles y otra clase de mordientes incluyendo aquellos de origen natural.
4. Trabajar con diferentes especies de **Musa** que son consumidas en el país para un mejor aprovechamiento de este tipo de desecho natural y así fomentar nuevas fuentes de empleo a nivel industrial.
5. Fomentar 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.

6. Justificar con este tipo de investigaciones la promoción y búsqueda de financiamiento a través de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para la obtención del equipo adecuado y mejorar el desarrollo de estos trabajos.
  
7. No utilizar fibras de tipo sintético, así como también lana y cordel, ya que debido a su naturaleza no permiten una completa absorción del color.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ayala C., y otros. 2003, Estudio proximal comparativo de la cáscara y pulpa del plátano (**Musa paradisiaca**) para su aprovechamiento completo en la alimentación humana y animal, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
2. Bukele, A., 1969, Introducción a la química textil (Algunas consideraciones básicas y su adaptabilidad a nuestro medio), trabajo de graduación, Doctor en Química Industrial, San Salvador, El Salvador.
3. Castillo, S., y otros. 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. Domínguez, X., 1973, Métodos de Investigación Fitoquímica, 1ª. Edición, México, editorial Limusa, págs. 98-99, 244-245-246.
5. Franco, G., y otros, 2003. Elaboración de una guía práctica para la preparación de reactivos químicos y estándares de uso frecuente en el análisis químico.

6. Facultad de Química y Farmacia, Manual de Farmacognosia, Universidad de El Salvador. Ciclo I-2006.
7. Facultad de Química Y Farmacia, Manual de Química analítica III, Universidad de El Salvador. Ciclo I-2006.
8. García, M., y otros, 1993, Estabilización del colorante del achiote (**Bixina**) en formas cosméticas, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
9. Guzmán, D., 1950, Especies Útiles de la Flora Salvadoreña, 2ª edición, El Salvador, Pág. 88.
10. González, J., Botánica Medicinal Popular. Etnobotánica medicinal de El Salvador, Única Publicación, Jardín Botánico La Laguna, pág. 166.
11. Martínez, G., 1980, Diseño de métodos de síntesis a nivel de laboratorio de colorantes de interés industrial y su caracterización por espectroscopía Infrarroja y Ultravioleta, trabajo de graduación, Licenciatura en Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.
12. Rubinson, J., y otros, 2000, Química Analítica Contemporánea, México, editorial Pretince Hall, págs. 352, 354, 431, 432, 434.

13. Skoog, D., y otros, 2003, Química Analítica, 7ª edición, México, editorial Mc Graw-Hill, pág. 567, 581-582,587.
14. [www.es.wikipedia.org/wiki/Musa\\_paradisíaca](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Musa_paradisíaca) (17/02/07).
15. [www.es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia) (17/02/07).
16. [www.es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia\\_infrarroja](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_infrarroja) (17/02/07).
17. [www.es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia\\_ultravioleta](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_ultravioleta) (17/02/07).
18. [www.psicostasia.com](http://www.psicostasia.com) (22/05/07).
19. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
20. [www.mag.gob](http://www.mag.gob)
21. [www.elsalvador.com](http://www.elsalvador.com)
22. [www.rincondelvago.com/colorantesyconservantes.htm](http://www.rincondelvago.com/colorantesyconservantes.htm). (14/03/07)
23. [www.eafit.edu.co/investigacion/cuadernosdeinv.htm](http://www.eafit.edu.co/investigacion/cuadernosdeinv.htm)
24. [www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/tenidodetelas.PDF](http://www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/tenidodetelas.PDF).

## **GLOSARIO** (4, 5, 9, 10,12)

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

**Alpargata:** o esparteña, es un tipo de calzado de lona con suela de esparto o cáñamo, que se asegura por simple ajuste o con cintas. Se utiliza principalmente en España y Francia.

**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.

**Astringente:** es cualquiera de las sustancias que con su aplicación externa local (tópica) retraen los tejidos y pueden producir una acción cicatrizante, antiinflamatoria y antihemorrágica.

**Auxocrómo:** 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.

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

**Diploides:** células diploides, son las que tienen un número doble de cromosomas que un gameto, es decir que poseen dos series de cromosomas.

**Dopamina:** es una catecolamina que cumple funciones de neurotransmisoras en el sistema nervioso central.

**Emplasto:** es una preparación medicinal consistente en aplicar una o varias hierbas sobre la parte externa del cuerpo. Se utilizan fundamentalmente para aliviar el dolor o limpiar heridas.

**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 los flavonoides.

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

**Herbáceas:** viene de hierba, que es una planta que no presenta ni tallos ni raíces leñosos. Los tallos son verdes y mueren generalmente al acabar la buena estación.

**Horticultura:** procede de las palabras del latín hortus (que significa jardín, huerta, planta) y de cultura (cultivo); clásicamente significa como el cultivo en huertas. El término se aplica también a la producción de hortalizas e incluso a la producción comercial moderna.

**Indigotina:** o carmín de índigo, es el único representante de la familia de los colorantes conocida como indigoides que se puede utilizar legalmente para colorear los alimentos. En Estados Unidos donde también está autorizado, tiene el código FD&C blue #2.

**Índigo:** tinte extraído de un arbusto llamado añil o índigo (del genero 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.

**Manta:**

1. f. Prenda de lana o algodón, tupida y ordinariamente peluda, de forma rectangular, que sirve para abrigarse en la cama.
2. f. Pieza, por lo común de lana, que sirve para abrigarse ocasionalmente las personas, especialmente a la intemperie o en los viajes.
3. f. Ropa suelta que usa la gente del pueblo para abrigarse, y en algunas provincias es considerada como parte del traje y se lleva en todo tiempo.
4. f. C. Rica, El Salv. y Méx. Tela ordinaria de algodón.

**Serotonina:** es una sustancia sintetizada en las neuronas serotogénicas del sistema nervioso central y en células enterocromafin en el tracto gastro intestinal que produce 90% del total. Actúa sobre todo como neurotransmisor que se distribuye por todo el organismo y que ejerce múltiples funciones. Ejerce una gran influencia sobre el sistema psiconervioso, por lo que frecuentemente se le denomina "hormona del humor".



**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.

**Terpenoides:** son compuestos formados por repeticiones de una molécula de cinco átomos de carbono llamada isopreno. Así pues, los terpenoides se clasifican por el número de unidades de isoprenos que los componen.

## **ANEXOS**

**ANEXOS I**  
**MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS**

**Materiales:**

Ampollas de Separación

Agitadores de Vidrio

Balón de fondo plano de 500 mL

Beaker plástico de 100 mL

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

Capsula de porcelana

Embudos de vidrio

Embudo Buchner

Espátula

Frasco de plástico de 250 mL

Frasco de vidrio ámbar

Goteros

Gradilla

Kitazato

Mangueras

Mascarilla

Probetas de 10, 25, 50 y 100 mL

Pipeta volumétrica de 5.0 mL

Pizeta

Pinzas de Sostén

Pinzas de Extensión

Papel toalla

Papel filtro

Papel Parafilm

Trípode

Toallas

Tirro

Termómetro

Vidrio de reloj

**Equipo:**

Aparato de Reflujo

Bomba al vacío

Balanza Analítica

Balanza Semi-analítica

Balanza Granataria

Estufa

Espectrofotómetro Infrarrojo

Espectrofotómetro Ultra Violeta Visible

Hot Plate

Molino

**Reactivos:**

Agua Destilada

Amoniaco

Acetato de Plomo

Acido Sulfúrico Concentrado

Acido Clorhídrico Concentrado

Acido Tanico

Alumbre

Benceno

Cloroformo

Cloruro de Sodio

Dicromato de Potasio

Etanol 80%

Hidróxido de Sodio 0.25N

Hidróxido de Sodio 2N

Laminas de Magnesio Metálico

Niropusiato de Sodio 0.5%

Piridina

Reactivo de Dragendorff

Sulfato Ferroso

Sulfato de Sodio

Tricloruro de Hierro

## **ANEXO 2**

## **PREPARACIÓN DE SOLUCIONES. (5)**

### **AGENTES MORDIENTES:**

- Solución de NaCl 5 %: Pesar 5 g de NaCl en una balanza analítica luego transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada.  
Agitar hasta completa disolución.
- Solución de NaCl 10 %: Pesar 10 g de NaCl en una balanza analítica, luego transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada.  
Agitar hasta completa disolución.
- Solución de NaCl 25 %: Pesar 25 g de NaCl en una balanza analítica, luego transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada.  
Agitar hasta completa disolución.
- Solución de Sulfato Ferroso al 5 %.  
Pesar 5.0 g de Sulfato Ferroso en una balanza analítica, luego transferirlo a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completa disolución.
- Solución de Sulfato Ferroso al 10 %.  
Pesar 10.0 g de Sulfato Ferroso en una balanza analítica, luego transferirlo a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completa disolución.
- Solución Saturada de Sulfato Ferroso.  
Tomando en cuenta que la solubilidad del Sulfato Ferroso es de 48.6 g/L.;  
pesar 4.86 g de  $\text{FeSO}_4$  en una balanza analítica, transferir a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada, agitar hasta completa disolución.
- Solución de Sulfato de Sodio al 5 %.



Pesar 5 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  en balanza analítica, transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completar disolución.

- Solución de Sulfato de Sodio al 10 %.

Pesar 10 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  en balanza analítica, transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completar disolución.

- Solución de Sulfato de Sodio al 25 %.

Pesar 25 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  en balanza analítica, transferirlos a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada. Agitar hasta completar disolución.

- Solución Saturada de Acido Tanico.

Tomando en cuenta que la solubilidad del Acido Tanico es de 250 g/L.; pesar 25 g de ácido en una balanza analítica, transferir a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada, agitar hasta completa disolución.

- Solución Saturada de Alumbre.

Tomando en cuenta que la solubilidad de éste es de 139 g/L.; pesar 13.9 g de alumbre en una balanza analítica, transferir a un beaker de 250 mL y agregar 100 mL de agua destilada, agitar hasta completa disolución.

## **REACTIVOS.** (5)

- Hidróxido de Sodio 2 N.

Pesar cuidadosamente 8 g de hidróxido de sodio en lentejas (con rapidez por ser higroscópico) en un beaker plástico. Disolver las lentejas con agua destilada y luego transferir la solución a un balón volumétrico de 100 mL.

Llevar a volumen, envasar en envase plástico y almacenar.

- Hidróxido de Sodio 0.25 N

Pesar cuidadosamente 2.5 g de hidróxido de sodio en lentejas (hacerlo de forma rápida por ser higroscópico) en un beaker. Disolver poco a poco las lentejas con agua destilada, hasta completar disolución. Envasar en un frasco plástico y almacenar.

- Reactivo de Lieberman Buchard.

Agregar 1 g de sodio o nitrato de potasio a 10 mL de ácido sulfúrico en frío, agitar para absorber los vapores café.

- Reactivo de Dragendorff.

Disolver 1 g de subnitrato de bismuto en 3 mL de ácido clorhídrico 10 M en caliente. Diluir a 20 mL con agua y disolver 1 g de yoduro de potasio en la mezcla. Si se oscurece el triyoduro de bismuto separa, añadir ácido hidrociorhídrico 2 M y más yoduro de potasio para disolver este.

## **ANEXO 3**

## TRATAMIENTO DE LA MUESTRA



**Fig. N° 12 PLATANOS VERDES SELECCIONADOS**



**Fig. N° 13 CASCARA LAVADA CON SOLUCION DE HIPOCLORITO DE SODIO**



**Fig. N° 14 CASCARA DE PLATANO SECA**



**Fig. N° 15 CASCARA DE PLATANO MOLIDA**

## PROCESO DE EXTRACCION DEL COLORANTE



Fig. N° 16 APARATO DE REFLUJO



Fig. N° 17 PROCESO DE FILTRACION AL VACIO DEL COLORANTE

**DETERMINACION DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN EL EXTRACTO ETANOLICO DE LA CASCARA DE PLATANO VERDE**

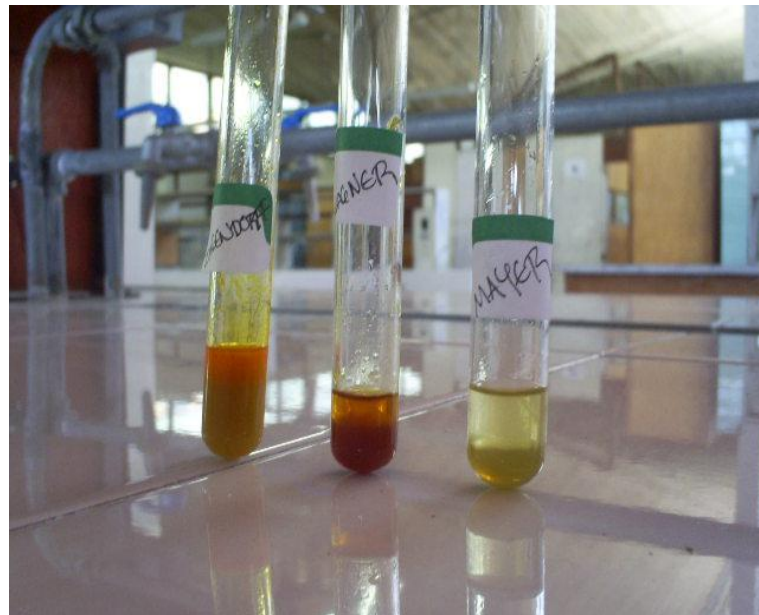


**Fig. N° 18 PRUEBA DE SALKOWSKI PARA GLICOSIDOS SAPONINICOS.**



**Fig. N° 19 IDENTIFICACION DE TANINOS CON ACETATO DE PLOMO Y GELATINA**





**Fig. N° 20 IDENTIFICACION DE ALCALOIDES CON LOS REACTIVOS DE DRAGENDORFF, WAGNER Y MAYER**





**Fig. N° 21 PRUEBA DE LAS SESQUITERPENLACTONAS DEL EXTRACTO ETANOLICO DEL COLORANTE**



**Fig. N° 22 EXTRACTO DEL COLORANTE OBTENIDO POR MEDIO DE LA TECNICA DEL REFLUJO**

## PRUEBAS DE TINCION EN LAS MUESTRAS TEXTILES



**EXTRACTO AL 15%**

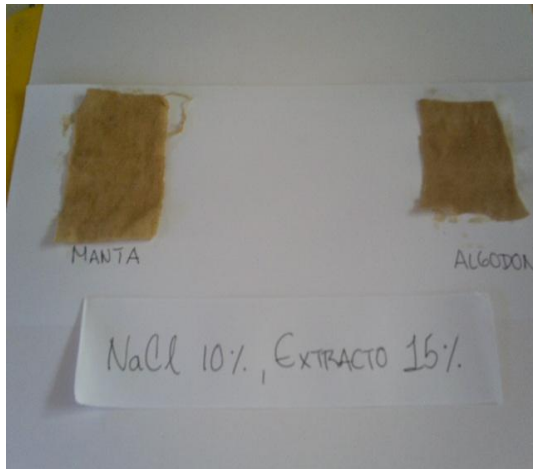


**EXTRACTO AL 25%**

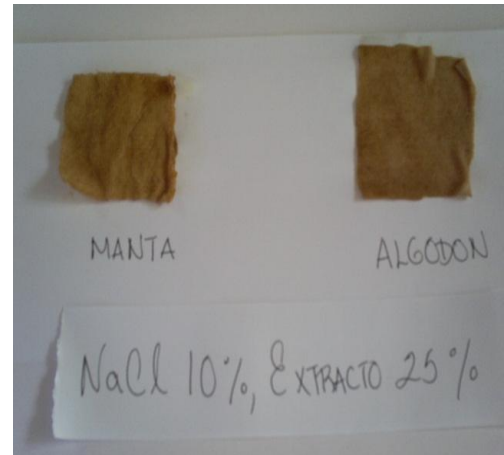


**EXTRACTO PURO**

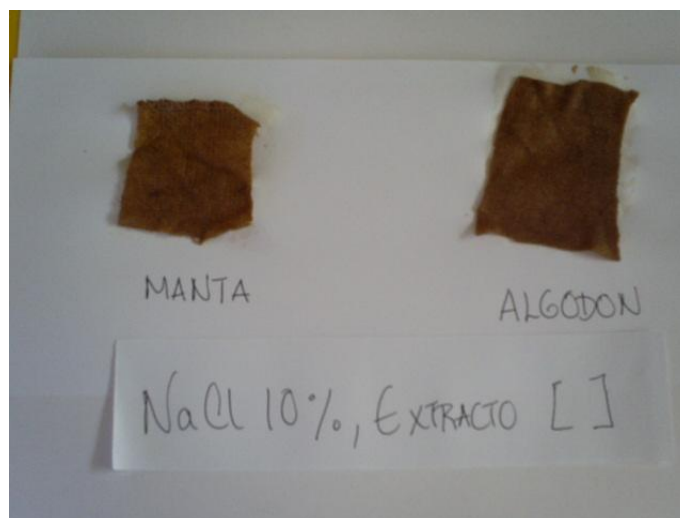
**Fig. N° 23 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION DE CLORURO DE SODIO AL 5 % Y EL EXTRACTO A SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES.**



**EXTRACTO 15%**

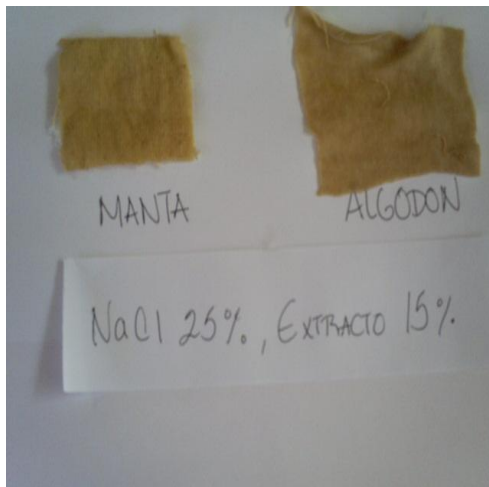


**EXTRACTO 25%**



**EXTRACTO PURO**

**Fig. N° 24 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION DE CLORURO DE SODIO AL 10 % Y EL EXTRACTO A SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES.**



**EXTRACTO 15%**

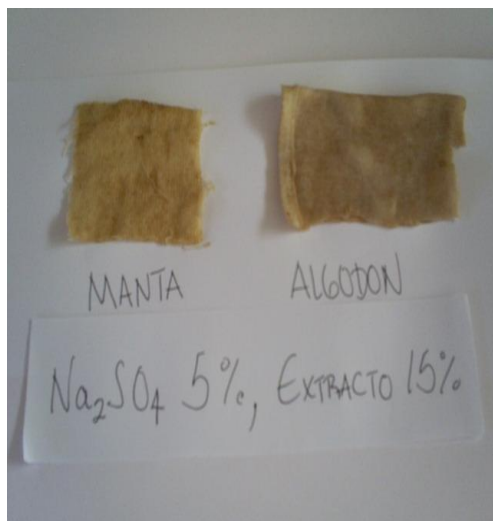


**EXTRACTO 25%**

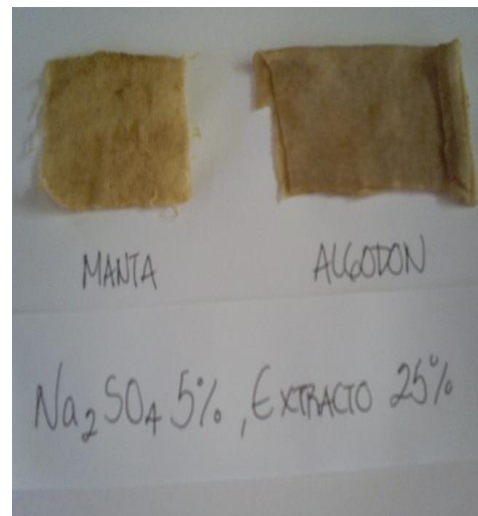


**EXTRACTO PURO**

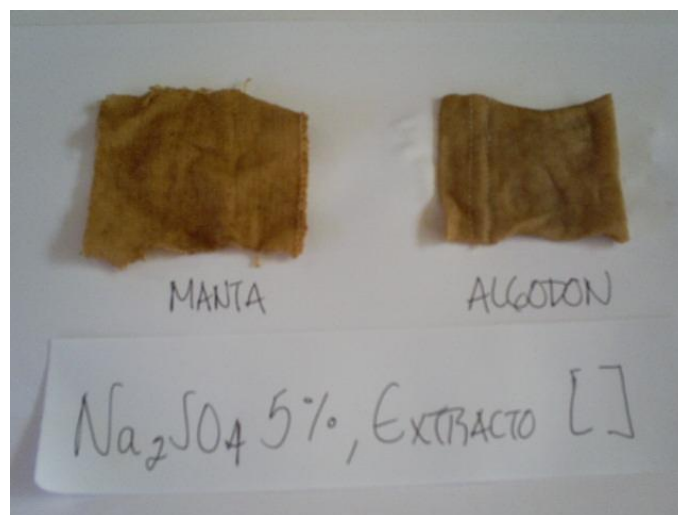
**Fig. N° 25 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION DE CLORURO DE SODIO AL 25 % Y EL EXTRACTO A SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES.**



**EXTRACTO 15%**

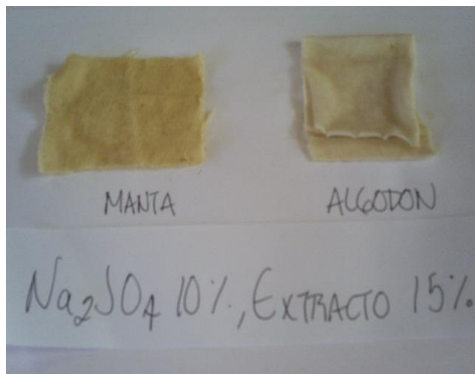


**EXTRACTO 25%**

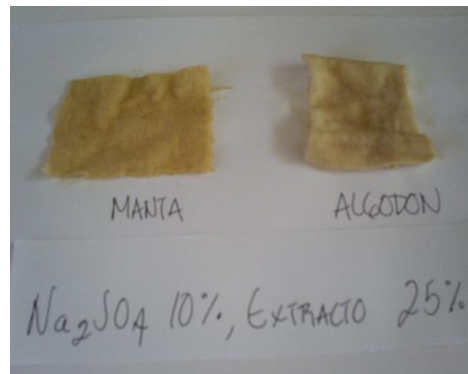


**EXTRACTO PURO**

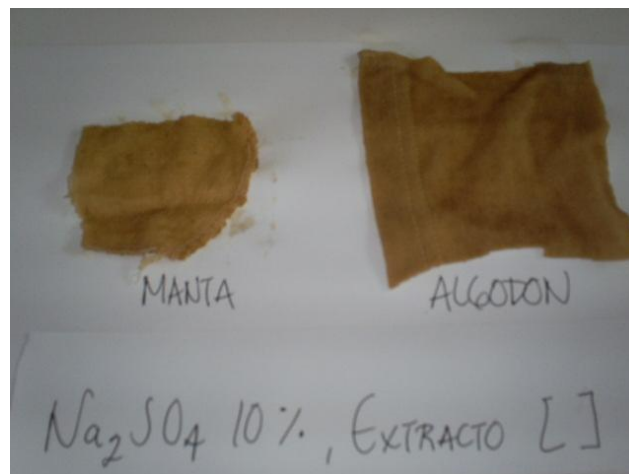
**Fig. N° 26 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 5 % Y EL EXTRACTO A SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES.**



**EXTRACTO 15%**

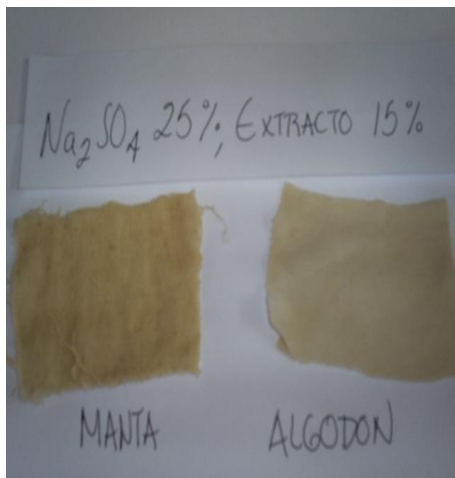


**EXTRACTO 25%**

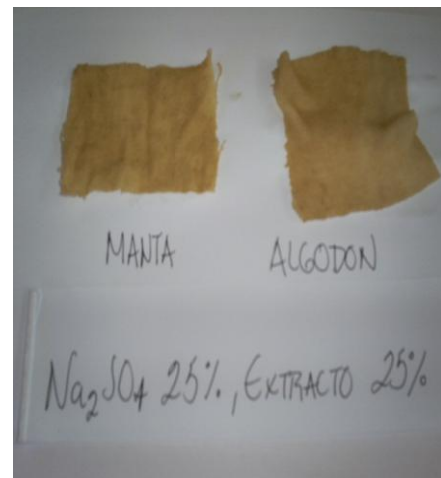


**EXTRACTO PURO**

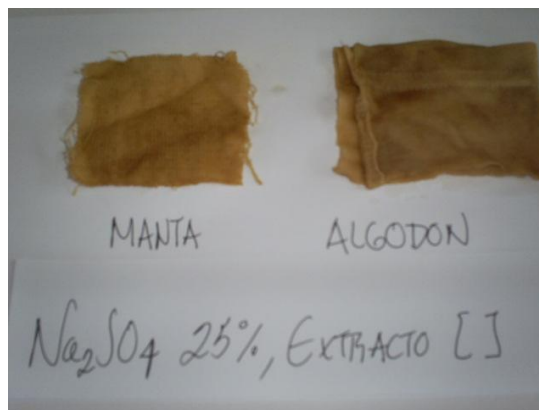
**Fig. N° 27 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 10 % Y EL EXTRACTO A SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES.**



**EXTRACTO 15%**



**EXTRACTO 25%**



**EXTRACTO PURO**

**Fig. N° 28 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION DE SULFATO DE SODIO AL 25 % Y EL EXTRACTO A SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES.**





**Fig. N° 29 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION DE SULFATO FERROSO AL 10 % Y EL EXTRACTO PURO.**





**Fig. N° 30 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION SATURADA DE ACIDO TANICO Y EL EXTRACTO PURO.**



**Fig. N° 31 PRUEBAS DE TINCION DE LAS MUESTRAS TEXTILES (MANTA Y ALGODON) CON SOLUCION SATURADA DE ALUMBRE Y EL EXTRACTO PURO.**



**Fig. N° 32 PRENDA DE ALGODON TEÑIDA CON EL COLORANTE DE LA CASCARA DE PLATANO UTILIZANDO COMO MORDIENTE SOLUCION SATURADA DE ACIDO TANICO**

**ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICO DEL EXTRACTO DE LA CASCARA  
DE PLATANO VERDE**



**Fig. N° 33 DILUCION DE LA MUESTRA (5 EN 100) PARA LA  
LECTURA DEL ESPECTRO ULTRAVIOLETA VISIBLE**



**Fig. N° 34 ESPECTROFOTOMETRO ULTRAVIOLETA VISIBLE**

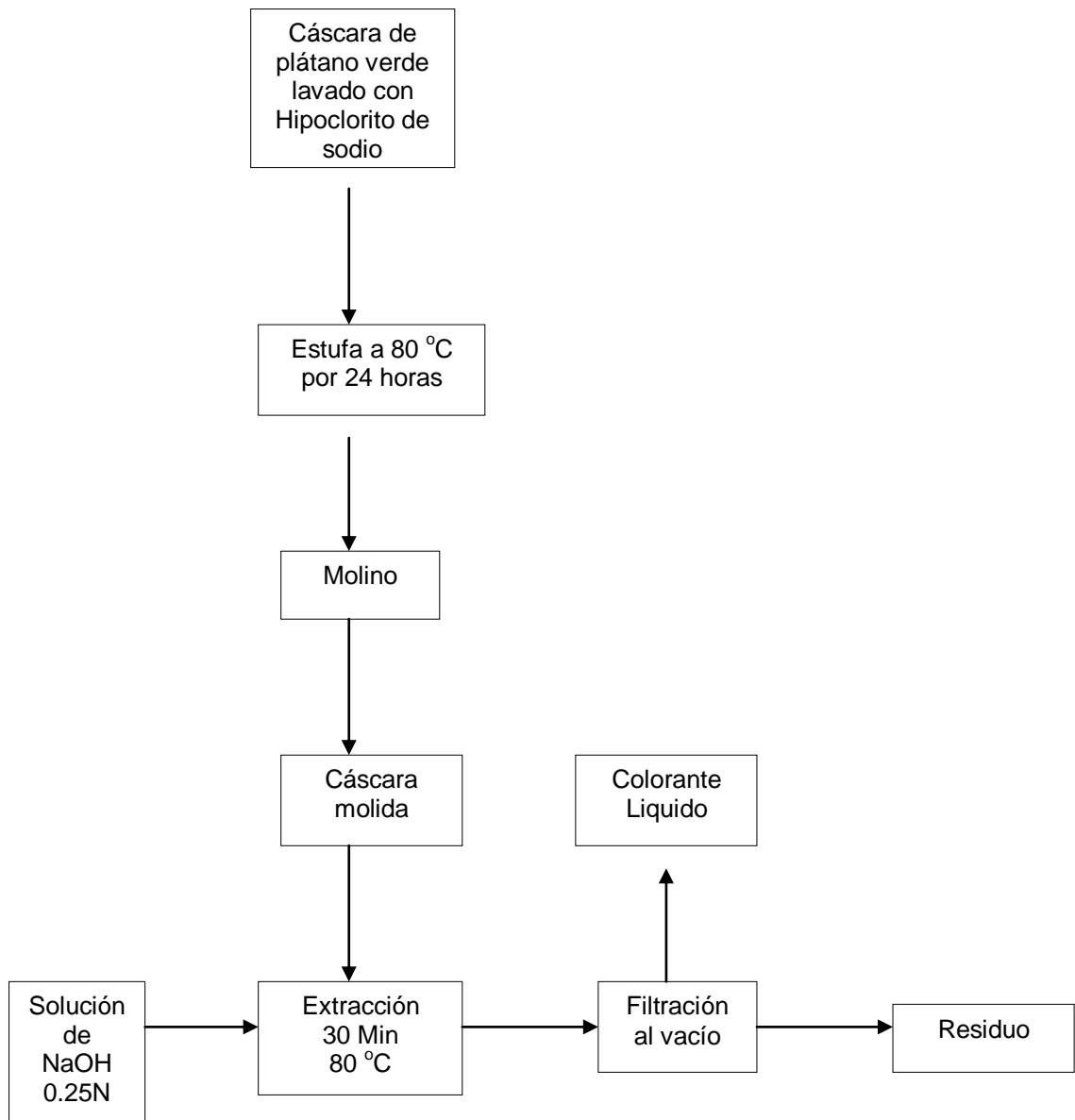


**Fig. N° 35 ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO**



**Fig. N° 36 ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO**

## **ANEXO 4**



**Fig. N° 37 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL PROCESO DE EXTRACCION CON NaOH 0.25 N. (23)**

## **ANEXO 5**

## **CALCULOS PARA LA PREPARACION DE HIDROXIDO DE SODIO 0.25 N <sup>(5)</sup>**

Calculo para 500 mL de solución.

Formula: NaOH

PM= 40 g/mol

V= 0.5 L

N= 0.25

Gramos= N x PM x V

Gramos= 0.25 N x 40 g/mol x 0.5 L

Gramos= 5 g de NaOH

## **CALCULOS PARA LA PREPARACION DE HIDROXIDO DE SODIO 2N**

Calculo para 100 mL de solución.

Formula: NaOH

PM= 40 g/mol

V= 0.1 L

N= 2

Gramos= N x PM x V

Gramos= 2 N x 40 g/mol x 0.1 L

Gramos= 8 g de NaOH