

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE TANINOS EN CORTEZA Y HOJAS DE *Tamarindus indica* (TAMARINDO), *Terminalia catappa* (ALMENDRO), *Spondias purpurea* (JOCOTE).

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

VERONICA BEATRIZ GALICIA CHACHAGUA

DINA ELIZABETH NOLASCO MEDRANO

16 DE FEBRERO
DE 1841
PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE 2006

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rectora

Dra. Maria Isabel Rodríguez

Secretaria General

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

Facultad de Química y Farmacia

Decano

Lic. Salvador Castillo Arévalo

Secretaria

MSc. Miriam del Carmen Ramos de Aguilar

COMITE DE TRABAJO DE GRADUCACION

Coordinadora General

Licda. Maria Concepción Odette Rauda Acevedo

Asesora de Area de Control de Calidad de Productos Farmacéuticos,
Cosméticos y Veterinarios

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

Asesora de Area de Gestión Ambiental: Toxicología y Química Legal

Licda. Maria Luisa Ortiz de López

Docentes Directores

MSc. Armando Nelson Genovez Leonor

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

INDICE

Resumen

Capítulo	Página
I. Introducción	xvi
II. Objetivos	19
5.1 Objetivo General	
5.2 Objetivos Específicos	
III. Marco Teórico	21
3.1 Taninos	22
3.2 Monografía de <i>Tamarindus indica</i>	36
3.3 Monografía de <i>Terminalia catappa</i>	40
3.4 Monografía de <i>Spondias purpurea</i>	43
IV. Diseño Metodológico	46
4.1 Tipo de Estudio	47
4.2 Metodología	47
4.2.1 Investigación bibliográfica	47
4.2.2 Investigación de campo	48
4.2.2.1 Universo	48
4.2.2.2 Muestreo dirigido	48
4.2.2.3 Tipo de Muestreo	49
4.2.2.4 Recolección de Muestras	49
4.2.2.5 Forma de Recolección	50
4.2.2.6 Limpieza y Secado de Muestras	50

4.2.3 Investigación de laboratorio	50
4.2.3.1 Extracción de Taninos	49
4.2.3.2 Determinación Cualitativa	51
4.2.2.4 Determinación cuantitativa por el método de LOWENTHAL	51
V. Resultados e Interpretación	53
VI. Conclusiones	62
VII. Recomendaciones	65
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE ANEXOS

ANEXO

- 1 Material, Equipo y Reactivos
- 2 Preparación de Reactivos
- 3 Cálculos para Preparación y Estandarización de KMnO_4 0.1 N
- 4 Flujograma para la Determinación Cualitativa
- 5 Ejemplo del cálculo para la obtención de gramos de taninos
- 6 Fotografías de las diferentes etapas de preparación en cada uno de los órganos de las especies vegetales.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA

1. Estructura química de un tanino hidrolizable
2. Estructura química de un tanino hidrolizable
3. Estructura química de un tanino condensado
4. Estructura química de un tanino condensado
5. Estructura química de un tanino condensado
6. Estructura química de un tanino condensado
7. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en hojas de *Terminalia catappa*. (Almendra)
8. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en hojas de *Spondias purpurea*. (Jocote)
9. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en hojas de *Tamarindus indica*. (Tamarindo)
10. Diferentes etapas de preparación (secado, y triturado) en corteza de *Terminalia catappa*. (Almendra)
11. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en corteza de *Spondias purpurea*. (Jocote)
12. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en corteza de *Tamarindus indica*. (Tamarindo)
13. Molino Thomas Willey Laboratorio Mill model 4
14. Manipulación del Molino Thomas Willey
15. Polvo suelto y granuloso en hojas de *Terminalia catappa* (Almendra) luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.

16. Polvo suelto y granuloso en hojas de ***Spondias purpurea*** (Jocote), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.
17. Polvo suelto y granuloso en hojas de, ***Tamarindus indica*** (Tamarindo) luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.
18. Polvo suelto y granuloso en corteza de ***Terminalia catappa*** (Almendro), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.
19. Polvo suelto y granuloso en corteza de ***Spondias purpurea***. (Jocote), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.
20. Polvo suelto y granuloso en corteza de ***Tamarindus indica***. (Tamarindo), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.
21. Preparación de muestras para prueba colorimétrica.
22. Resultados en la determinación cualitativa.
23. Resultados en la determinación cualitativa.
24. Equipo de reflujo con hojas y corteza de las tres especies vegetales
25. Preparación de la muestra con índigo de carmín antes de valorar. (Parte a)
26. Punto intermedio de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte a)
27. Punto final de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte a)
28. Preparación de la muestra con índigo de carmín antes de valorar. (Parte b)
29. Punto intermedio de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte b)
30. Punto final de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte b)

INDICE DE TABLAS

TABLAS	Páginas
Nº 1. Parte anatómicas y lugar de recolección de cada una de las especies vegetales.	48
Nº 2. Viraje de color de acuerdo a concentración de taninos en el análisis cualitativo.	51
Nº 3. Características físicas y organolépticas en hojas trituradas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.	54
Nº 4. Características físicas y organolépticas en corteza trituradas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.	54
Nº 5. Características físicas y organolépticas en hojas pulverizadas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.	55
Nº 6. Características físicas y organolépticas en corteza pulverizadas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.	55
Nº 7. Resultados obtenidos en la cualificación de taninos por medio de los reactivos: ferricianuro de potasio 0.004M y cloruro férrico 0.008M en medio ácido.	56

Nº 8. Estandarización de Permanganato de Potasio 0.1 N	57
Nº 9. Cantidad de taninos (g) en las hojas trituradas de las tres especies vegetales.	60
Nº 10. Cantidad de taninos (g) en las hojas pulverizadas de las tres especies vegetales.	60
Nº 11. Cantidad de taninos (g) en corteza pulverizada de las tres especies vegetales.	61

ABREVIATURA Y SIMBOLOGIA UTILIZADA

AOAC: Association Official Analytical Chemist

C: Carbono

CENTA: Centro Nacional de Tecnología Agrícola y Forestal

cm: Centímetro

CO₂ : Dióxido de Carbono

Fig №: Figura Número

g: Gramos

H: Hidrógeno

KMnO₄ : Permanganato de Potasio

mts: Metros

M: Molar

meq: Miliequivalentes

mg: Miligramos

mg/Kg: Miligramos por kilogramo

mL: Mililitro

mm: Milímetro

n: Número de electrones

N: Normalidad

NaCl: Cloruro de Sodio

O: Oxígeno

PM: Peso Molecular

UCA: Universidad José Simeón Cañas

UES: Universidad de El Salvador

USAM: Universidad Alberto Masferrer

°C: Grados Centígrados

g_x: Promedio de gramos de taninos

FC_x : Factor de Corrección Promedio

P_x: Porcentaje promedio de taninos

AGRADECIMIENTOS

A nuestros docentes directores: MSc. ARMANDO NELSON GENOVEZ LEONOR y Lic. GUILLERMO ANTONIO CASTILLO RUIZ por depositar su confianza en nosotras, gracias por sus consejos, apoyo, orientación, paciencia, ánimo, amistad, respeto, ayuda en todo momento y que hicieron todo lo que estuvo a su alcance para que este fuese un trabajo satisfactorio y de calidad, que Dios los bendiga.

A todos nuestros docentes que a lo largo de nuestra carrera, compartieron sus conocimientos, técnicas, consejos, amistad, empeño, paciencia, sabiduría y ayuda en la formación de un gran profesional en Química y Farmacia, se los agradecemos mucho.

Al comité de graduación: Licda. Maria Concepción Odette, Licda. Zenia Ivonne de Márquez y Licda. Maria Luisa Ortiz por su colaboración a lo largo de este trabajo de investigación.

Y a todas las personas que de una u otra manera estuvieron presentes a lo largo de nuestra formación académica y coronación, se los agradecemos mucho y que Dios los bendiga

Dina y Verónica

DEDICATORIA

A mi Dios por prestarme la vida, salud y fuerza para culminar y coronarme con este triunfo.

A mi familia por el sacrificio de su trabajo en mi educación, formación y brindarme mucho amor en estos años.

A mi Papi Mario Nolasco por su paciencia, apoyo y ejemplo de responsabilidad en todo momento, este triunfo es especialmente para ti.

A mi Mami Maria del Carmen Medrano por sus oraciones, amor, consejos y regaños los cuales me dieron fuerzas para seguir adelante y no abandonar mis estudios.

A mis hermanas Verónica y Katya por estar en todo momento especialmente en los mas difíciles dándome animo y hacer de estos mas llevaderos.

A mis amigos y compañeros (Silvia, Nena, Danilo y Javier); por compartir juntos a lo largo de esta carrera y no darnos por vencido, apoyándonos unos con otros no dejando que ninguno se quedara. Dios me los bendiga.

A mi compañera Verónica Chachagua, por darme un voto de confianza y permitirme realizar este trabajo junto a ella.

DINA ELIZABETH NOLASCO MEDRANO

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso y a la Virgen Santísima por iluminarme y guiarme por el buen camino y permitirme culminar la etapa más importante de mi vida.

A mi madrecita Lucia Chachagua (Q.D.E.P) que aunque hoy no la tengo, por muchos años me dio su amor y apoyo fue mi ejemplo a seguir y me animo para llegar a superarme en la vida, gracias viejita linda, te extraño mucho, pero se que desde el cielo me cuidas y me das tu bendición, te amo mami.

A mi padre Juan Francisco Galicia, por su amor, cariño y apoyo, este triunfo es gracias a su sacrificio, sin usted papá no lo hubiese logrado, siéntase orgulloso de su niña consentida que ya es licenciada, lo quiero mucho pá.

A mis hermanos Edgardo, Enio por sus consejos y por compartir momentos importantes en mi vida. A mi hermanito José Amilcar por su cariño, apoyo, consejos, paciencia, gracias por confiar en mí, te quiero mucho.

A mis cuñadas: Tita, Roxana, Evelin y mis sobrinos por su cariño y comprensión, a tía Mema por llevarme siempre en sus oraciones.

A mi amiga Claudia Mirrella Herrera por su amistad y cariño, por creer en mí, por su apoyo, confianza, consejos, paciencia, gracias por estar cuando mas te necesite, sin ti no lo hubiese logrado amiga mía, eres especial.

A mi compañera de tesis Dina Nolasco por su amistad, confianza y apoyo para la realización de nuestro trabajo de graduación.

VERONICA BEATRIZ GALICIA CHACHAGUA

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad llevar a cabo un método colorimétrico para la identificación de taninos y un método volumétrico para la cuantificación, utilizando una solución hidroalcohólico para corteza y hojas trituradas como pulverizadas del Tamarindo, Almendro, y Jocote.

El método volumétrico se basa en la oxidación de taninos con KMnO_4 0.1N, utilizando índigo de carmín como indicador; este se realizó en dos partes:

Parte I: Cuantificar los polifenoles totales en el extracto hidroalcohólico por medio de su oxidación con la solución de KMnO_4 0.1 N.

Parte II: Cuantificar los polifenoles residuales después del secuestro de los taninos (usando solución de gelatina 10%), luego una solución de NaCl acidificada reduciendo el exceso de gelatina y Caolín para ayudar a los taninos a sedimentar y facilitar el filtrado, posteriormente se procedió de igual forma en la parte I. La diferencia de volúmenes gastados de KMnO_4 0.1 N y relacionado a los miliequivalentes de ambas partes indica la cantidad de taninos presentes en las muestras. La especie vegetal que presenta mayor concentración de taninos en hojas trituradas y pulverizadas fue el Almendro, posteriormente Tamarindo y por último el Jocote; con respecto a la corteza pulverizada quien presenta mayor concentración de taninos fue el Tamarindo, en segundo lugar el Jocote y el Almendro respectivamente. Comprobándose así que el método de LOWENTHAL utilizado en la presente investigación es un método específico para determinar la cantidad de taninos presentes en las especies vegetales.

I. INTRODUCCION

1.0. INTRODUCCION

El empleo de las plantas medicinales con fines curativos es una práctica que se ha utilizado desde tiempos inmemorables. Durante mucho tiempo los remedios naturales, sobre todo las plantas medicinales fueron el principal e incluso el único recurso del que disponían los médicos, por lo que hizo que se profundizara en el conocimiento de las especies vegetales que poseen propiedades medicinales y así ampliar su experiencia en el empleo de los productos que de estos se extraen. ⁽¹²⁾

En muchos de los países, el desarrollo de nuevas formulaciones naturales contribuye a la curación de enfermedades gastrointestinales con elevada tasa de morbilidad y mortalidad y aquellos que implican eventos oxidativos como el cáncer en la población infantil.

Por lo anterior, es de plantearse como un objeto potencial de estudio para los profesionales del área de la salud dar una solución a esta problemática, específicamente en Atención Primaria en Salud, por lo que en la presente investigación se hará un análisis cualitativo y cuantitativo de los extractos en las especies vegetales: *Tamarindus indica* (Tamarindo), *Terminalia catappa* (Almendra), *Spondias purpurea* (Jocote), que según las investigaciones bibliográficas poseen altas concentraciones de taninos por lo que se somete a una identificación botánica, recolección, secado, extracción identificación en hojas y corteza de cada una de las especies vegetales antes mencionadas.

Los taninos por sus propiedades medicinales como la astringencia, son eficaces para el tratamiento de la diarrea y antioxidante reduciendo la aparición de numerosas enfermedades degenerativas; sin embargo el uso de estas plantas en proporciones inadecuadas de sus propiedades, resulta tóxico ya que pueden disminuir la absorción de algunos nutrientes como las proteínas y el hierro.⁽²⁷⁾

De esta forma se podría contar para el futuro con una alternativa terapéutica de origen natural con aplicaciones valiosas en la medicina tradicional y cuya materia prima es abundante y fácil acceso empleando tecnología de bajos niveles de inversión e insumos.

II. OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Determinar taninos en corteza y hojas de *Tamarindus indica* (Tamarindo), *Terminalia catappa* (Almendro), *Spondias purpurea* (Jocote).

2.2 Objetivos Específicos:

- 2.2.1 Recopilar información bibliográfica de *Tamarindus indica* (Tamarindo), *Terminalia catappa* (Almendro), *Spondias purpurea* (Jocote).
- 2.2.2 Identificar, recolectar y preparar las muestras vegetales en estudio.
- 2.2.3 Obtener un extracto hidroalcohólico de cada una de las muestras.
- 2.2.4 Analizar cualitativamente los taninos por medio de reacciones químicas.
- 2.2.5 Analizar cuantitativamente los taninos por medio del método de LOWENTHAL.
- 2.2.6 Dar a conocer con el presente trabajo a la población la cantidad de taninos que se pueden obtener de cada una de las especies vegetales investigadas.



III. MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Taninos

El termino “tanino” se empleo por primera vez en 1796 para denominar ciertas sustancias presentes en extractos vegetales, capaces de combinarse con proteínas de la piel animal, evitando su putrefacción y convirtiéndola en cuero. De acuerdo con esta definición, un tanino es una sustancia detectable cualitativamente mediante un ensayo de curtido (ensayo “goldbeater’s skin”: ensayo de la piel de venza) y se determina cuantitativamente por su absorción sobre un polvo de piel estándar. Esta definición excluye sustancias fenólicas más sencillas, frecuentemente presentes junto a los taninos, como el ácido gálico, catequinas y ácido clorogénico, aunque estos pueden, en determinadas condiciones, dar precipitados con la gelatina y ser parcialmente retenidos por el polvo de piel. Tales sustancias, de peso molecular relativamente bajo, se denominan “Pseudotaninos”. La mayoría de los taninos verdaderos tienen pesos moleculares de 1000 a 5,000 g/ mol aproximadamente. La definición de taninos antes expuesta es antigua, esencialmente práctica y puede ser puramente arbitraria, a luz de posteriores investigaciones, puede inducir a error desde el punto de vista del metabolismo y la bioquímica de las plantas.

Se tiene la evidencia circunstancial en el sentido de que las propiedades características de los taninos derivan de la acumulación, sobre una molécula de tamaño moderado, de un número importante de grupos fenólicos, muchos de

los cuales están situados en el anillo fenilo con la orientación o-dihidroxi, o-trihidroxi.

Los taninos son sustancias de sabor áspero y amargo, por lo que los alimentos en los que se encuentran también presentarán este característico sabor. Están ampliamente distribuidos en las plantas y se encuentran en el jugo celular, con frecuencia en algunas vacuolas. Si se desea estudiar la distribución de los taninos en las plantas, los cortes histológicos deben realizarse en seco, pues los taninos son solubles en agua y en alcohol. Si se realizan así cortes de agallas y se montan en esencias de clavo, pueden observarse placas de tanino. Los cortes que contienen taninos adquieren un color negro azulado o verdoso cuando se montan en solución diluida de cloruro férrico. ⁽⁴⁾

Pero los taninos están presentes además en alimentos como es el caso del té, el café, las espinacas, las pasas negras y algunas frutas como la granada, los caquis, el membrillo o la manzana.

Desde el punto de vista biológico los taninos son sustancias complejas producidas por las especies vegetales que cumplen funciones antisépticas o de conservación.

Los taninos son compuestos polifenólicos muy astringentes y de gusto amargo, Los polifenoles son un conjunto heterogéneo de moléculas, que comparten la característica de poseer en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas; se encuentran en muchas plantas, algunas de uso común y por sus propiedades antioxidantes merecen mayor atención.

Este grupo de compuestos posee propiedades como: antioxidantes, antiinflamatorias, antiagregantes plaquetarios, antimicrobianos, antirradicales, antimutagenicas, anticarcinogénicas, antiteratogénica y quimioprotectoras. Industrialmente se han utilizado sus propiedades para curtir pieles, al eliminar el agua de las fibras musculares.

La importancia de los taninos en el mundo vegetal es su capacidad para proteger las plantas contra las heridas que sufren y el hecho de que les protegen de los ataques exteriores, bien porque resultan tóxicos para los microorganismos o herbívoros, bien porque no son digeribles para estos últimos. Su sabor es muy áspero y producen sequedad en las mucosas de la boca al comerlos. Esta capacidad para secar las mucosas se conoce como astringencia y se dice que las plantas que los contienen son astringentes.

Estas sustancias se producen en diversas partes de las plantas, como son: corteza, frutos, hojas, raíces y semillas; a pesar de tener un origen común, la especificidad de las plantas le da a los taninos diferencias en color, calidad y concentración.

Son compuestos que se oxidan al contacto con el aire, inodoro y de sabor agrio; son combustibles con un punto de inflamación de 199°C, una temperatura de autoignición de 528.5°C; poco tóxico por ingestión o inhalación. ⁽²⁶⁾

Desde el punto de vista biológico son sustancias complejas producidas por las especies vegetales que cumplen funciones antisépticas o de conservación.

Los taninos son solubles en agua, álcalis diluidos, alcohol, glicerina y acetona, pero en general solo ligeramente soluble en otros disolventes orgánicos.

Las soluciones precipitan con metales pesados, alcaloides, heterósidos y gelatina. Con sales férricas, galotaninos y elagitaninos dan precipitados de color azul oscuro y los taninos condensados, verde parduzco. Se encuentran muy repartidos en el mundo vegetal, especialmente en algunas familias (Fagáceas, Rosáceas, Fabáceas, Mirtáceas, etc.) y en diversos órganos: raíces-rizomas, cortezas, leño, hojas, frutos. Se localizan en vacuolas, combinados con alcaloides y proteínas y desempeñan una función defensiva frente a insectos: agallas, maduración de los frutos.

Propiedades medicinales

Los taninos proporcionan a las plantas medicinales las siguientes propiedades:

Curación de heridas y cuidado de la piel: Los taninos cumplen una función cicatrizante al acelerar la curación de las heridas y hemostática, al detener el sangrado. La cicatrización se produce por la formación de las costras al unirse las proteínas con los taninos y crear un medio " seco" que impide el desarrollo de las bacterias. Al constreñir los vasos sanguíneos (vasoconstricción) ayudan a la coagulación de la sangre inhibiendo la transformación de plasminogeno a plasmina evitando así la fibrinólisis y, por tanto, contribuyen a la curación de las heridas. Se pueden aplicar para el tratamiento de hemorroides, úlceras de la boca, etc.

Detención de la diarrea: Por su acción astringente, (que contrae los tejidos y seca las secreciones) resultan eficaces en el tratamiento de la diarrea, contribuyendo a que el organismo pueda realizar deposiciones más secas, debido a que los taninos se unen y precipitan las proteínas presentes en las secreciones evitando la pérdida de líquidos, el efecto antidiarreico lo ejercen en el intestino y, para evitar los ardores de estómago que producirían, se administran combinados con albúmina o gelatina.⁽⁷⁾

Además la astringencia puede detectarse en aquellos alimentos que provocan sequedad, aspereza y rugosidad debido a que los taninos coagulan la mucina, la cual lubrica y da viscosidad a la saliva; tornando a la lengua rasposa.

Antioxidantes: Los taninos se consideran antioxidantes por su capacidad para eliminar los radicales libres, previniendo la aparición de numerosas enfermedades degenerativas, entre ellas el cáncer.

Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón (es) desapareado en capacidad de aparearse, por lo que son muy reactivos.

Estos radicales recorren nuestro organismo intentando robar un electrón de las moléculas estables, con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica.

Una vez que el radical libre ha conseguido robar el electrón que necesita para aparear su electrón libre, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre, por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. Las reacciones químicas de los radicales libres se dan constantemente en las

células de nuestro cuerpo y son necesarias para la salud. Pero, el proceso debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante. Un antioxidante es una sustancia capaz de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres, liberando electrones en nuestra sangre que son captados por los radicales libres convirtiéndose en moléculas inestables. (28)

Antibacterianas: La función antibacteriana de los taninos se produce fundamentalmente al privar a los microorganismos del medio apropiado para que puedan desarrollarse. Esta propiedad está ligada a su capacidad para unirse a las proteínas de la piel (capacidad de combinarse con macromoléculas, en particular con hidratos de carbono y proteínas), que hace que las capas superficiales sean menos permeables y protejan a las capas subyacentes; resultado de los enlaces entre los taninos y las fibras de colágeno de la piel, que le confieren resistencia al agua, al calor y a la abrasión, los cuales se establecen por medio de interacciones hidrófobas y puentes de hidrógeno entre los grupos fenólicos de los taninos y las proteínas interviniendo también enlaces covalentes para asegurar la estabilidad en el tiempo de la combinación entre estos y las estructuras de colágeno. (13)

Antídotos contra los venenos: la capacidad que tienen estos principios de inhibir la absorción de los alimentos en el tubo digestivo es aprovechada, en caso de ingestión de productos venenosos, para impedir que los venenos entren en la corriente sanguínea. El ácido tánico se utiliza como contraveneno para precipitar las sustancias venenosas de los alcaloides y ciertas sales

metálicas. Aunque la utilización de este componente por vía interna pueda producir síntomas gastrointestinales desagradables, su acción positiva en la neutralización de los venenos justifica su uso.

Colesterol: Los taninos reducen el colesterol al inhibir su absorción y expulsarlo a través de las heces. Se ha comprobado como la ingestión de plantas ricas en este componente como la uva o el aceite de oliva ha supuesto una reducción de los niveles de colesterol " malo" (LDL) y triglicéridos y un aumento de "colesterol bueno" (HDL).

Toxicidad: Las plantas medicinales que contienen taninos, utilizadas medicinalmente en las proporciones adecuadas, proporcionan remedios adecuados para el tratamiento de muchas enfermedades.

Sin embargo un uso inadecuado de plantas que contienen proporciones inadecuadas de estos componentes resulta tóxico. Los taninos han demostrado tener cierta toxicidad en dosis muy elevadas (cuando los alimentos contienen aproximadamente un 5% de taninos). En las personas los problemas son muy raros, aunque pueden provocar alguna alteración digestiva, en parte porque los taninos afectan al crecimiento de la flora intestinal normal ⁽³⁰⁾. Son sustancias con efectos beneficiosos para la salud, aunque también hay que tener en cuenta que pueden disminuir la absorción de algunos nutrientes.

Los taninos al unirse a las proteínas disminuyen su absorción al igual que el hierro un mineral muy importante para nuestro organismo que al unirse con las

proteínas forman complejos insolubles en agua que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal bloqueando así la absorción de este. (25)

Clasificación

De acuerdo a su estructura molecular los taninos se diferencian en dos tipos: hidrolizables y condensados.

Taninos Hidrolizables.

Son ésteres de ácidos aromáticos carboxílicos, los cuales por hidrólisis ácida o enzimática producen un azúcar y un residuo fenólico de ácido gálico o su dímero, el ácido elágico. Este tipo de taninos parecen ser los de mayor distribución en el reino vegetal. Generalmente constituyen mezclas complejas que contienen diferentes ácidos fenólicos esterificados en diferentes posiciones. Los taninos hidrolizables son generalmente amorfos, higroscópicos, de color amarillo parduzco, se disuelven en agua (especialmente caliente), para formar soluciones coloidales. A mayor estado de pureza son menos solubles en agua y más fácilmente se pueden obtener en forma cristalina. También son solubles en solventes orgánicos polares. De sus soluciones acuosas pueden ser precipitados por ácidos minerales o sales. Las hidrólisis ácidas, básicas o enzimáticas son viables. Estos taninos se denominaron primeramente pirogálicos debido a que, por destilación seca, el ácido gálico y compuestos similares se convierten en pirogalol. Este grupo generalmente se divide en:

1- GALOTANINOS: son ésteres de la glucosa o un polisacárido, con el ácido gálico. (3, 4, 5-trihidroxibenzoico).

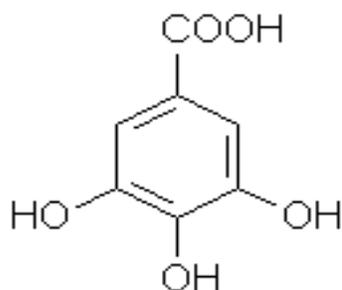


Figura № 1. Estructura química de un tanino hidrolizable

ACIDO GALICO

2- ELAGITANINOS: por hidrólisis ácida producen además del ácido gálico, algunos de sus derivados.

Estas moléculas no están necesariamente combinadas directamente a la glucosa en el tanino original sino que se forman después de la hidrólisis de los precursores por la ruptura y la reformación de los enlaces lactónicos

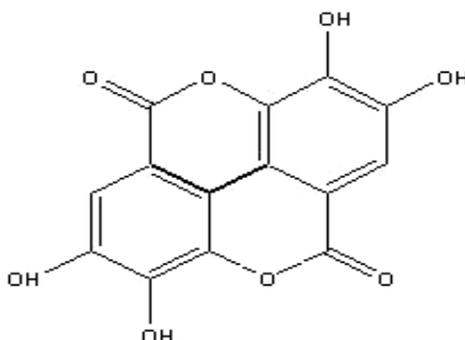


Figura № 2. Estructura química de un tanino hidrolizable

ACIDO ELAGICO

Taninos Condensados (proantocianidinas).

Estos comprenden todos los restantes taninos verdaderos. Sus moléculas son más resistentes a la ruptura que las de los taninos hidrolizables y parecen ser intermediarios en su biosíntesis, las catequinas y los flavan-3,4-dioles. Están por tanto, relacionado con los pigmentos flavonoides con estructura “polímera” flavan-3-ol. Mediante con tratamiento con ácidos o enzimas pueden ser descompuestos en productos rojos e insolubles, llamados flobafenos.

Los flobafenos proporcionan su color rojo característico a muchas drogas, como la corteza de quina roja, que contiene estos flobataninos y sus productos de descomposición.

Por destilación seca originan catecol, por lo que estos taninos se denominan a veces catecol-taninos. Al igual que el propio catecol, sus soluciones toman color verde con cloruro férrico.

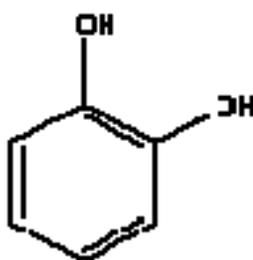


Figura Nº 3. Estructura química de tanino condensado

CATECOL (1,2-di-hidróxibenzeno)

Taninos condensados, están constituidos por unidades flavonoides, las cuales soportan diversos grados de condensación, carbohidratos y restos de aminoácidos.

1- CATEQUINAS (Flavan-3-oles): los miembros más comunes de este grupo difieren solo en el número de hidroxilos en el anillo *B*, los cuales nunca están metilados. El termino catequina se refiere específicamente al flavan-3-ol, el cual tiene dos hidroxilos en el anillo lateral. Todas estas sustancias tienen dos átomos asimétricos (C_2 y C_3 y por consiguiente existen cuatro isómeros ópticos)

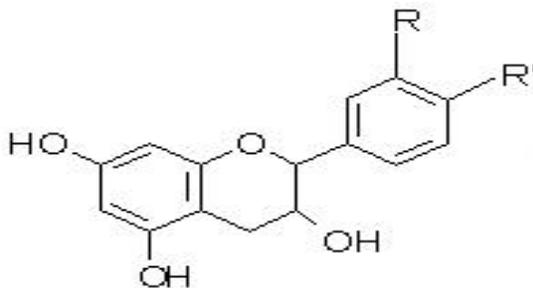


Figura No 4. Estructura química de tanino condensado

CATEQUINA (flavan-3-oles) ($R=OH$, $R'=OH$)

2- LEUCOANTOCIANIDAS (Flavan-3,4-dioles): Término utilizado para denominar aquellos productos naturales que por hidrólisis ácida en caliente generan antocianidinas. La principal diferencia entre esta clase de compuestos y las catequinas reside en que cuando se calienta con soluciones ácidas, las últimas originan productos insolubles de color amarillo oscuro, de alto peso molecular.

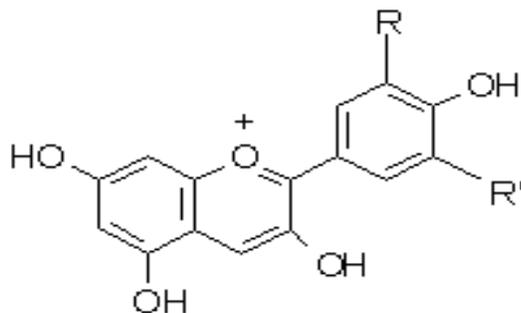


Figura № 5. Estructura química de tanino condensado

R=R'=H: Leucopelargonidina

R=OH, R'=H: Leucoantocianina

R=R'=OH: Leucodelfenidina

3- BIFLAVANOS: estos son dímeros los cuales la molécula de un flavan-3-ol esta unida a un flavan-3,4-diol, algunos los denominan protoantocianidinas, considerándose como intermediarios en la formación de taninos condensados. Los biflavanos con un peso molecular por encima de 500 g/mol, exhiben ciertas propiedades de los taninos, como por ejemplo el poder astringente.

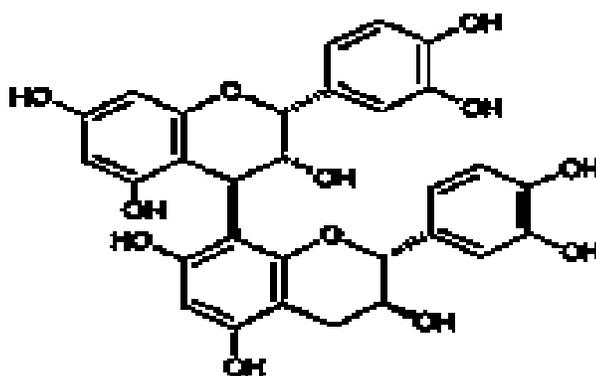


Figura № 6. Estructura química de tanino condensado

Epicatequina-(4β-8)-catequina

Pseudotaninos.

Son compuesto de menor peso molecular que los taninos verdaderos y no dan positivo al ensayo de la piel. Los taninos están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, encontrándose por lo general, en mayor cantidad en células muertas o enfermas.

Ejercen un efecto inhibitor sobre muchas enzimas, debido a la precipitación de las proteínas, contribuyendo, por tanto, a la función protectora en cortezas y leños.

Los taninos comerciales, empleados en la industria de curtidos, se obtienen del quebracho, zarza, castaño y mirobálanos. El tanino farmacéutico (como el ácido tánico) se obtiene a partir de las agallas de roble y, por hidrólisis, da glucosa y ácido gálico. (4)

Ventajas

Los taninos son sustancias con propiedades astringentes y antiinflamatorias. Al ser capaces de secar y desinflamar la mucosa del tracto intestinal, resultan muy eficaces en el tratamiento de la diarrea. Además, gracias a la actividad astringente ayudan también a que la sangre coagule, por lo que los taninos presentan una acción antihemorrágica local, debido a la vasoconstricción que producen, y asimismo resultan beneficiosos en el tratamiento de las hemorroides.

A estos compuestos se les atribuye también una acción antioxidante, ya que son capaces de atrapar los radicales libres.

Un exceso de radicales libres, puede provocar la aparición de enfermedades degenerativas, así como producir el envejecimiento prematuro de la piel como consecuencia de una excesiva exposición al sol.

Sin embargo, a pesar de todas las propiedades que presentan, hay que tener en cuenta que los taninos son considerados sustancias antinutritivas.

Esto se debe a que una concentración elevada de los mismos, puede provocar que la absorción de algunos nutrientes, como las proteínas o el hierro, se vea disminuida. En el caso de las proteínas, su absorción se ve impedida debido a que los taninos son capaces de combinarse con ellas dificultando dicha absorción. En cuanto al hierro, ocurre algo parecido. Los taninos en elevadas concentraciones forman con este mineral complejos insolubles en agua, que no pueden ser absorbidos en el epitelio intestinal, por lo que la absorción de hierro puede verse bloqueada. (27)

3.4 Monografía de *Tamarindus indica*

Tamarindo

Familia: Leguminosas

Nombre común: Tamarindo

Nombre científico:

Tamarindus indica

Sinónimos:

tamarindos officinalis,

tamarindos occidentalis

Etimología: *Tamarindus*, del árabe *tamar hindi* = datil de la India, por el sabor de su fruto y

por su supuesta procedencia. *Indica*, del latín *indicus-a-um*, procedente de la India.

Hábitat: el tamarindo prospera mejor en lugares con clima cálido, semiseco, aunque puede prosperar en lugares con clima cálido y húmedo. Prefiere suelos profundos, con buen drenaje, de textura franco arcillo arenoso y con pH de 6.5 a 7.5.

Propagación: se propaga por semilla o por injerto, por lo cual se deben seleccionar previamente los árboles “madres” que tengan la característica de altos productores, frutos de buena calidad y sanos.



Propiedades e indicaciones: su acidez obedece a la presencia de ácido tartárico, acético y ascórbico.

Las hojas jóvenes, las vainas inmaduras y las flores se sirven como verdura en ensaladas sin la necesidad de vinagre ya que son ácidas. La cocción de hojas y semillas es vermífuga. Se usa un cataplasma de las hojas para lavar las heridas y reducir la inflamación. Las hojas se usan también en el tratamiento de llagas y el jugo de las hojas, hervido con aceite se aplica externamente para el tratamiento del reumatismo e hinchazones externas. Las hojas hervidas se usan externamente para el tratamiento de la oftalmia. En la industria las hojas producen un tinte rojo, el cual se usa para dar un matiz amarillo a las telas previamente teñidas con añil. Además tienen utilidad como combustible y para ebanistería. Con sus frutos se preparan dulces y conservas, en medicina popular se utiliza la pulpa del fruto como laxante. ⁽¹⁹⁾

Características botánicas: árbol de 8-10 mts de altura, vigoroso, de copa compacta, redondeada. El tronco es rugoso con corteza gris, hojas alternas paripinnadas de 9-13 pares de folíolos oblongos, subsésiles, 0.9-2 cm de longitud, opuestos de color verde pálido, racimos colgantes con 6-10 flores. Las inflorescencias son amarillas y rojas de aproximadamente de 1 pulgada de diámetro y producida en racimos cortos de 5-10 cm de longitud, flores zigomorfas en forma de canoa, el fruto es una vaina del color café de forma alargada o curva de 2-6 pulgadas de longitud y 0.75-1.0 pulgada de ancho.

Los estrechamientos parciales de la vaina muestra el número aproximado de semillas contenidas en cada fruto.

Los hay de sabor ácido a dulce según la variedad. Se multiplica por semilla, aunque también es posible por acodo aéreo. Se necesita cultivar en zona de climas suaves, necesita una buena exposición solar, no es exigente en el tipo de suelos, su madera es dura aunque muy susceptible al ataque de las termitas.

Su reproducción es por medio de semillas (sexual), regeneración natural y siembra directa, aunque también es posible por medio de cultivo de tejidos, cortes de tallo, brotes o retoños, rebrotes de raíz, injerto de yema y acodo aéreo, que es una técnica de reproducción de árboles y arbustos, mediante la cual se provoca la emisión de raíces en una rama, para cortarla posteriormente y separarla de la planta madre, dando lugar de esta manera a un nuevo árbol independiente idéntico a ella. Para mejorar el éxito de dicha técnica es conveniente, aunque no imprescindible, cubrir con una cinta opaca el trozo de corteza de la ramita que queremos acodar, para provocar su transformación en corteza sin cloroplastos, más parecida a la corteza de las raíces, lo que se llama Etiolación.

Cosecha: En El Salvador la cosecha se efectúa en febrero y abril es cuando los frutos alcanzan su madurez fisiológica manifestando un cambio de color en su vaina, tornándose de un color café claro.

Componentes: La pulpa contiene ácidos orgánicos libres (10% a 15% de tartarico, cítrico y málico), sus sales (alrededor del 8% de tartrato ácido de potasio) un poco de ácido nicotínico y alrededor del 30-40 % de azúcar invertido. En las hojas hay C- heterósido flavonoides (vitexina, isovitexina, orientina e isoorientina. El aceite fijo de las semillas contiene una mezcla de glicéridos de ácidos grasos saturados e insaturados (oleico, linoleico).⁽²¹⁾

3.2 Monografía de *Terminalia catappa*

Almendro

Familia: Combretáceas

Nombre común: Almendro

Nombre científico:

Terminalia catappa

Sinónimos:alcornoque, almendra
almendrillo, almendro, almendro
de Cayena, almendro de Cuba,
almendro de Gambia, almendro
de la India, almendro de las
Antillas, almendro de los trópicos,



almendro de playa, almendro de Singapur, almendro de Tehuantepec, almendro malabar, almendro tropical, almendrón, amendoeira da India, amendoeira tropical, árbol paraguas, avellano índico, castanhola, chapeu de sol, chicharrón, falso kamani, guarda sol, kamani-haole, kamani falso, kamani-hable, mirobalano, parasol, pinha.

Etimología: *Terminalia*, del latín terminalis-e, en los extremos, aludiendo a la forma de crecer sus hojas en los extremos de las ramas. *Catappa*, de su nombre popular malayo katappan.

Hábitat: La especie crece a bajas elevaciones, en climas secos o húmedos. Se caracteriza por ser un árbol cultivado que coloniza sitios costeros.

Necesita para su cultivo climas suaves y suelos drenantes, soportando algo de sal en los mismos. Es planta que resiste muy bien la proximidad del mar.

Propagación: la forma de propagación recomendada y practicada, es la asexual o vegetativa, utilizando para ello ramas productoras. La propagación sexual no se recomienda por la variabilidad genética y el tiempo que transcurre desde la germinación de la semilla hasta su producción.

Propiedades e indicaciones: el aceite de Almendro se usa en la preparación de muchos productos de cosmética y como vehículo de inyectables oleosos. Administrado por vía oral, ejerce una ligera acción laxante. Las esencias de almendras se emplean como agentes aromatizantes. El fruto, por su excelente sabor, se consume en fresco; tiene potencial agroindustrial para la elaboración de jaleas, conservas, almíbar, preparación de bebidas y vinos. Las hojas por su contenido de hierro se pueden consumir en fresco con sal, se recomienda a personas con síntomas de anemia. ⁽⁴⁾

Características botánicas: árbol de 4-5 mts de altura poco ramificado, hojas verde claro con tinte rojizo en el ápice, coriáceas glabras y bastantes grandes, flores pequeñas hermafroditas con espigas amarillentas, fruto ovado-elíptico que contiene una semilla. Los frutos jóvenes tienen un pericarpio blando, arieltrado, cuya parte interna va haciéndose gradualmente esclerenquimatosa a medida que el fruto madura, para formar un endocarpio hueco o cáscaras. Las cáscaras se componen fundamentalmente de células esclerenquimatosas, a veces se muelen para adulterar drogas pulverizadas.

Poseen un atesta fina de color pardo-canela que se desprende fácilmente después de humedecerla en agua caliente.

El Almendro se compone de dos cotiledones grandes, oleosos, plano-convexos y una pequeña plúmula y radícula situada en la punta en el extremo puntiagudo de la semilla.

Cosecha: Cada año la fecha de floración puede variar según las condiciones climáticas, sobre todo las temperaturas para cubrir las necesidades de horas-frío de cada variedad, pero siempre la secuencia de floración de las distintas variedades es aproximadamente la misma.

Componentes: en las hojas se encuentran taninos como: Ácido chebulágico, Corilagina, 1-degaloilEugenia, Geranina, Granatina, Punicalagina, Punicalina, Tercataina, Terflavina, Tergalagina. En su corteza: benzenoides (ácido gentisico), cumarinas (ácido elágico), misceláneas (ácido oxálico). La punicalagina y la punicalina son los componentes más abundantes y poseen la actividad antioxidante más fuerte .(15)

3.3 Monografía de *Spondias purpurea*

Jocote

Familia: Anacardiáceas

Nombre común: Jocote, ciruela de cerco (México), ciruela de huesito (Venezuela), ciruela roja (Perú), jobillo y jobo francés (Puerto Rico).

Nombre científico:

Spondias purpurea

Sinónimos: *Spondias cirouella*

Tussac, *Spondias cytherea*

Sonn, *Spondias Bombin*.



Etimología: Xocotl, su nombre proviene del náhuatl, término genérico de frutos agrios.

Hábitat: se le puede encontrar en postreros, huertos familiares, pastizales.

Suelos: pedregosos, somero, aluvial, amarillo arcilloso, roca caliza.

Es uno de los frutales más rústicos y fáciles de cultivar. Se desarrolla bien en climas cálidos son más exigentes en temperatura y humedad, cultivándose en las exposiciones sur y este. Los frutos y las ramas finas son sensibles a los vientos.

Propagación: se propaga muy fácilmente por reproducción asexual: estacas o esquejes y acodos, por reproducción sexual: semilla, las semillas germinan bien cuando son cubiertas por humus. Tolera bien el corte o poda.

Propiedades e indicaciones: la resina se utiliza en América Central para elaborar pegamentos y gomas, con los frutos se confeccionan vinos y otras bebidas alcohólicas (chicha). El extracto de las hojas y corteza es utilizado como febrífugo. Al sureste de Nigeria se emplea una infusión de hojas para lavar heridas, inflamaciones y quemaduras. El extracto de la corteza cocida es un remedio para la roña, disentería y para la flatulencia infantil. En Filipinas la savia de la corteza se usa para tratar estomatitis en infantes. Fruto (extracto, jarabe): el extracto se utiliza para sanar inflamaciones, el jarabe se usa para curar diarrea crónica. Exudado (resina) se mezcla con jugo de piña para tratar la ictericia.

Hoja: infecciones de encía, salpullido, sarampión. Hoja, corteza: antipirético y antidiarreico. Raíz: erupciones acompañadas de dolor de cabeza y cuello, además se utiliza para enfermedades del intestino y la vejiga y remedio contra la sarna. Fruto: pus en la orina; diurético, antiespasmódico (machacado con alcohol). (23)

Características botánicas: árbol o arbusto caducifolio, de 3-8 mts (hasta 15 mts) de altura, con un diámetro a la altura del pecho hasta de 80 cm.

Copa muy extendida, hojas alternas, pinnadas, de color verde amarillento de 10-20 cm de largo, con 9-25 foliolos elípticos de 1.9-4 cm de largo, con borde ligeramente ondulado.

Tronco corto, se ramifica desde 1.0 mt de altura, ramas gruesas retorcidas frágiles o quebradizas, corteza externa rugosa muy ornamentada y con aspecto muy variable de color gris plomo a moreno verdoso, a veces en fisuras irregulares y protuberancias con textura de corchos pequeños y en ocasiones muy grandes, que incluso pueden confundirse con espinas y costillas panículas finamente vellosas con pocas flores. Las flores son pequeñas de color rojo a rosado de 0.63 cm de diámetro, cáliz diminuto con 5 lóbulos y 5 pétalos. El fruto es una drupa de color rojo purpúreo o amarillo, ovoide de 3 cm. de largo por 1.5 de ancho, pulpa de color amarillo, jugosa y agridulce, con hueso de 0.5-0.75 cm de largo, grande, fibroso por fuera contiene de 1-5 semillas aplanadas de 12 mm de largo.

Cosecha: en El Salvador florece de febrero a mayo, fructifica de mayo a julio.

Componentes: Los frutos frescos indican que el porcentaje de humedad en la pulpa varía de 76-86 por ciento; es muy baja en proteínas y grasa, y contiene cantidades apreciables de calcio, fósforo, hierro y ácido ascórbico.⁽²²⁾

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio:

Retrospectivo: porque el investigador indaga sobre hechos ocurridos en el pasado (antecedentes).

Prospectivo: porque el investigador registra la información, según van ocurriendo los fenómenos.

Experimental: porque parte de la investigación se realizó en el laboratorios haciendo uso de los diferentes equipos, instrumentos y cristalería.⁽¹⁰⁾

4.2 Metodología:

La metodología se desarrolló en tres etapas:

4.2.1 Investigación bibliográfica

4.2.2 Investigación de campo

4.2.2 Investigación de laboratorio

4.2.1 Investigación bibliográfica

Se realizó por medio de visitas a los diferentes centros de documentación entre ellos:

4.2.1.1 Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador (UES).

4.2.1.2 Biblioteca central de la Universidad de El Salvador (UES).

4.2.1.3 Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM).

4.2.1.4 Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA).

4.2.1.5 Escuela Nacional de Agricultura (ENA).

4.2.1.6 Información obtenida de Internet.

4.2.2 Investigación de campo:

4.2.2.1 Universo: plantas medicinales

4.2.2.2 Muestreo dirigido: De las plantas medicinales se tomó como muestras, tres especies vegetales:

- ***Tamarindus indica*** (Tamarindo)
- ***Terminalia catappa*** (Almendro)
- ***Spondias purpurea*** (Jocote)

De las especies vegetales se tomó una muestra de los árboles de tamarindo, almendro y jocote en el cantón Santa María, San José Villanueva, Zaragoza departamento de La Libertad.

Las muestras a analizar se recolectaron bajo la forma:

TABLA N° 1. Parte anatómicas y lugar de recolección de cada una de las especies vegetales.

Planta medicinal	Partes de la planta a estudiar	Procedencia
<i>Tamarindus indica</i> (Tamarindo)	Hojas y corteza del árbol	Zaragoza, La Libertad
<i>Terminalia catappa</i> (Almendro)	Hojas y corteza del árbol	Zaragoza, La Libertad
<i>Spondias purpurea</i> (Jocote)	Hojas y corteza del árbol	Zaragoza, La Libertad

4.2.2.3 Tipo de muestreo

Las especies vegetales se seleccionaron en base a los antecedentes bibliográficos encontrados. Dicha recolección de muestras se realizó en el cantón Santa María, San José Villanueva, Zaragoza, departamento de La Libertad (Ver tabla № 1 pág. 48) debido a que las especies: ***Tamarindus indica*** (Tamarindo), ***Terminalia catappa*** (Almendro), ***Spondias purpurea*** (Jocote), se encontraron en dicho lugar facilitando la recolección de cada una de las muestras.

4.2.2.4 Recolección de muestras

La recolección de muestras equivalentes a 3.0 libras, se llevó a cabo en época de cosecha en el caso del tamarindo y el almendro (febrero y mayo), en el caso del jocote las hojas se recolectaron en época de floración (abril-junio), para la recolección de corteza en las tres especies vegetales se llevó a cabo a principios del mes de abril en la madrugada antes de las época de invierno, debido a que podemos recolectar la mayor cantidad de los principios activos ya que después que sale el sol la savia de los árboles asciende pudiendo interferir en los análisis; asegurándonos así la mayor concentración de taninos.

4.2.2.5 Forma de recolección

Para las tres especies vegetales el método de recolección de hojas se llevó a cabo cortando cuidadosamente cada hoja y depositándolas en una bolsa limpia. Para la corteza, esta se obtuvo en el transcurso de la madrugada, el método consistió en hacer cortes verticales del árbol con un cuchillo de acero inoxidable.

4.2.2.6 Limpieza y secado de las muestras

Las muestras recolectadas equivalente a 3.0 libras, fueron sometidas a un proceso de limpieza, usando como desinfectante una solución diluida de hipoclorito (1%) y luego lavadas con suficiente agua para eliminar el residuo de cloro, eliminar residuos de polvo y suciedad que puedan en algún momento interferir en el análisis. Luego cada una de las muestras se cubrió con papel periódico (papel empaque) y se colocaron en una prensa de madera para luego someterlas a un secado solar.

4.2.3 Investigación de laboratorio

4.2.3.1 Extracción de taninos

Colocar en un balón de fondo redondo de 500 mL, 5.0 g muestra seca de cada una de las especies, previamente lavadas, secadas, molidas y/o pulverizadas agregando un volumen de alcohol etílico 80% para cubrir cada una de las muestras, posteriormente se procedió a reflujar durante dos horas, y filtrar.

4.2.3.2 Determinación cualitativa ⁽¹⁾(ver anexo Nº4)

Pesar 0.7 g de muestra seca y colocar en un matraz, agregar 200.0 mL de solución de ferricianuro de potasio 0.004 M y agitar. Agregar luego 15.0 mL de la solución de cloruro férrico 0.008 M en ácido clorhídrico 0.008 M y agitar, observar los cambios de coloración (ver Figura Nº 21,22 y 23 anexo 6), teniendo en cuenta la tabla colorimétrica con los resultados esperados de la siguiente forma:

TABLA Nº 2. Viraje de color de acuerdo a concentración de taninos en el análisis cualitativo.

COLOR	RESULTADOS
Verde claro	Baja o nula cantidad de taninos
Verde oscuro	Contenido medio de taninos
Azul	Alto contenido de taninos

4.2.3.3 Determinación cuantitativa por el método de LOWENTHAL

PARTE I

Hervir durante 30 minutos 5.0 g de muestra seca en 400.0 mL de agua (ver Figura Nº 24 anexo 6), transferir a un matraz de 500.0 mL y aforar.

Añadir 2.0 mL de esta infusión, 5.0 mL de índigo de carmín 1% y 150.0 mL de agua (ver Figura Nº 25 anexo 6) .Valorar con KMnO_4 0.1 N (previamente titulado para determinar los mL de ácido oxálico 0.1 N equivalente a 1.0 mL de esta solución) hasta que el color vire a verde claro (ver Figura Nº 26 anexo 6)

y continúe la titulación gota a gota hasta que la dilución adquiera un color amarillento brillante (ver Figura Nº 27 anexo 6). Designar a los mL de KMnO_4 0.1 N utilizados como “a”.

PARTE II

Mezclar luego 20.0 mL de la infusión con 10.0 mL de disolución de gelatina 10%, 20.0 mL de la disolución ácida de NaCl 10% y 2.0 g de caolín en polvo, agitar la mezcla durante unos minutos, esperar a que sedimente y decantar a través de un filtro, añadir 5.0 mL de índigo de carmín 1% y 150.0 mL de agua (ver Figura Nº 28 anexo 6) y agitar. Valorar con KMnO_4 0.1 N hasta que el color vire a verde claro (ver Figura Nº 29 anexo 6) y continúe la titulación gota a gota hasta que la dilución adquiera un color amarillento brillante (ver Figura Nº 30 anexo 6) y designar a los mL de KMnO_4 0.1 N utilizados como “b”.

Realizar la diferencia “a-b” que se designan a los mL de KMnO_4 0.1 N requeridos para oxidar taninos de la muestra. (Ver pág Nº 58)

Tener en cuenta de que el punto de equivalencia, es el preciso momento en el que han reaccionado cantidades equivalentes del reactivo y la muestra [1.0 mL de ácido oxálico 0.1 N es equivalente a 1.0 mL KMnO_4 0.1 N que equivale a 0.0042 g de tanino (ácido galotánico)].⁽¹⁷⁾

Ejemplo del cálculo para la obtención de gramos de taninos (Ver anexo Nº5).

V. RESULTADOS E INTERPRETACION

5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION

Las tres especies vegetales estudiadas tanto en hojas (Ver Fig. № 7, 8, y 9 anexo 6) como en corteza (Ver Fig. № 10, 11 y 12 anexo 6), después del secado presentaban un color, aspecto y olor diferente al de su estado fresco. El siguiente cuadro expone las características de cada una de las especies luego del secado solar.

Tabla № 3. Características físicas y organolépticas en hojas trituradas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.

PLANTA MEDICINAL	COLOR	ASPECTO	OLOR
Hoja de Almendro	Café verduzco	Tostadas rugosas y secas al tacto	Característico
Hoja de Jocote	Café verduzco	Tostadas y secas al tacto	Característico
Hoja de Tamarindo	Verde claro	Lisas, tostadas y secas al tacto	Característico

Tabla № 4 Características físicas y organolépticas en corteza trituradas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.

PLANTA MEDICINAL	COLOR	ASPECTO	OLOR
Corteza de Almendro	Mezcla de colores: gris, café claro y oscuro	Parte externa: áspera y rugosa. Parte interna: lisa tostada y seca	Característico
Corteza de Jocote	Mezcla de colores blanco, amarillo y café	Parte externa e interna lisas, tostadas y secas al tacto	Característico
Corteza de Tamarindo	rojiza	Parte externa e interna ásperas, tostadas y secas al tacto	Característico

Al someter las hojas y corteza secadas a una respectiva pulverización en el molino Thomas Willey (Ver Fig. № 13 y 14 anexo 6), estas adquirieron nuevas características físicas y organolépticas que se detallan a continuación:

Tabla № 5. Características físicas y organolépticas en hojas pulverizadas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.

PLANTA MEDICINAL	COLOR	ASPECTO	OLOR
Hoja de Almendro	Polvo de color verde claro	Polvo suelto granuloso al tacto.	Característico
Hoja de Jocote	Polvo con mezcla de colores: verde claro, blanco y café	Polvo suelto granuloso al tacto.	Característico
Hoja de Tamarindo	Polvo con mezcla de colores: verde claro y café	Polvo suelto granuloso al tacto.	Característico

Tabla № 6. Características físicas y organolépticas en corteza pulverizadas de las tres especies vegetales estudiadas en su estado seco.

PLANTA MEDICINAL	COLOR	ASPECTO	OLOR
Corteza de Almendro	Mezcla de colores: amarillo y café	Polvo suelto granuloso al tacto	Característico
Corteza de Jocote	Café claro	Polvo suelto granuloso al tacto	Característico
Corteza de Tamarindo	Café rojizo	Polvo suelto granuloso al tacto	Característico

La pulverización de hojas y corteza de cada una de las especies vegetales se realizó para obtener de forma homogénea el tamaño de partículas y no así con las trituradas (Ver Fig. № 15, 16,17, 18 ,19 y 20 anexos 6). Permitiendo así a cada una de las muestras pulverizadas una mayor superficie de contacto con la solución hidroalcohólica (80%) en la extracción de los principios activos (taninos) por el método de reflujo.

Tabla № 7. Resultados obtenidos en la cualificación de taninos por medio de los reactivos: ferricianuro de potasio 0.004M y cloruro férrico 0.008M en medio ácido.

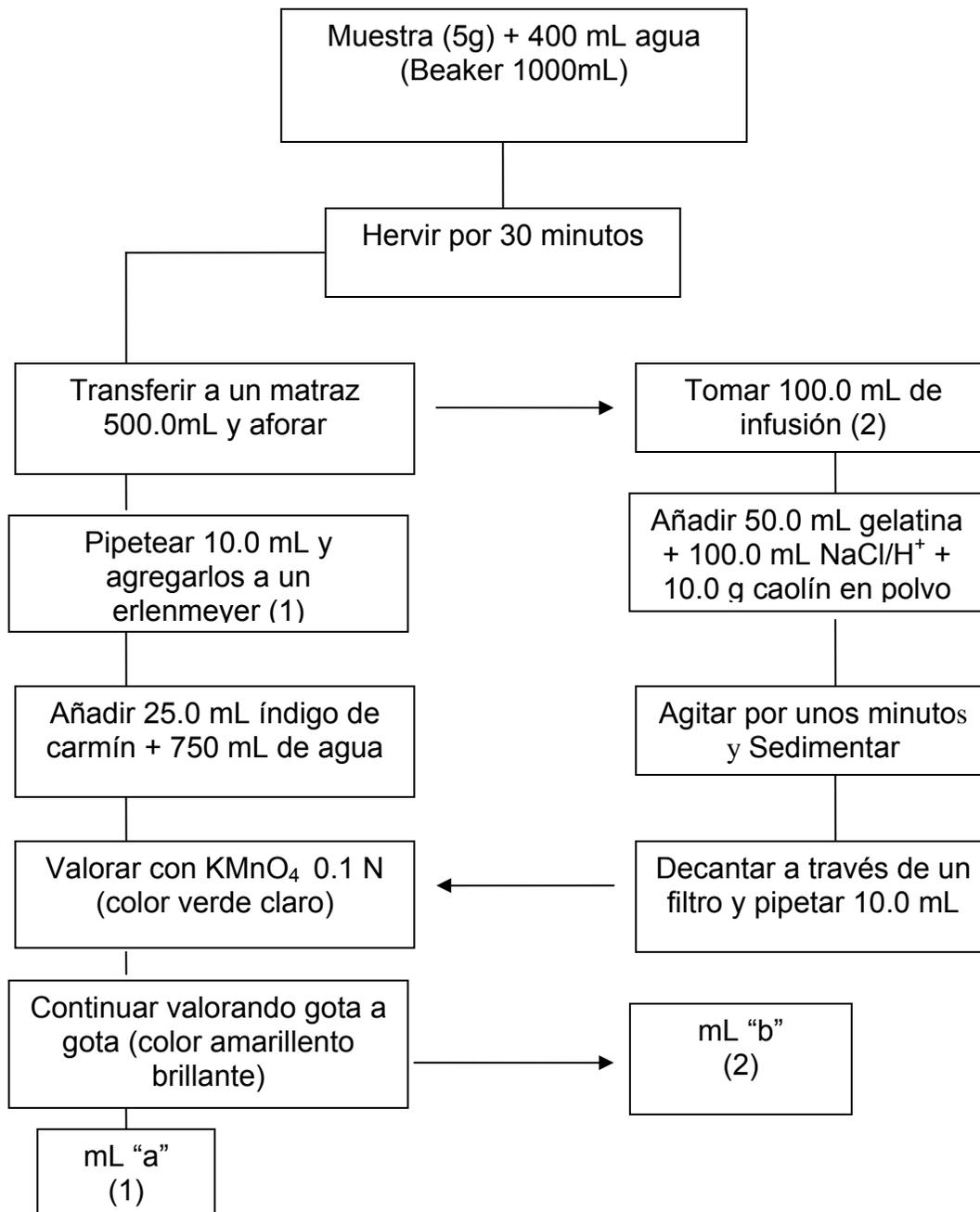
PARTE DE LA ESPECIE A ESTUDIAR	COLOR
Hojas de Almendro	Verde oscuro
Hojas de Jocote	Verde oscuro
Hojas de Tamarindo	Verde oscuro
Corteza de Almendro	Verde oscuro
Corteza de Jocote	Verde oscuro
Corteza de Tamarindo	Verde oscuro

Según los resultados que muestra la tabla № 7, tanto en hojas como en corteza las tres especies vegetales presentan una concentración media de taninos dentro de su composición química (según Tabla № 2), basada en los cambios de coloración de cada muestra obtenida en el laboratorio. (Ver Fig. № 21,22 y 23 anexo 6). Para luego así cuantificar dichos taninos por el método de LOWENTHAL.

Tabla № 8. Estandarización de Permanganato de Potasio 0.1 N

Valoración	Volumen gastado (mL)	Normalidad	Factor de corrección
1	1.2	0.099	0.99
2	1.1	0.108	1.08
3	1.2	0.099	0.99
4	1.2	0.099	0.99
Promedio		0.101	1.01

Se realizaron 4 valoraciones para estandarizar la solución de permanganato de potasio 0.1N con oxalato de sodio, obteniendo a partir del volumen gastado la normalidad práctica dividiéndola con la normalidad teórica, resultando así un promedio tanto para ésta, como también, para el factor de corrección. (Ver anexo 3).

MARCHA ESQUEMATICA PARA EL METODO DE LOWENTHAL⁽¹⁾

CALCULO PARA OBTENCION DE GRAMOS DE TANINOS

Para este ejemplo, en base a la Tabla № 9 se tomó un volumen gastado de KMnO_4 0.1N de las cuatro valoraciones realizadas.

$$a = 7.7 \text{ mL}$$

$$b = 4.1 \text{ mL}$$

$$a-b = 7.7 - 4.1 = 3.6 \text{ mL}$$

$$V = a-b \times FC$$

$$V = 3.6 \text{ mL} \times FC$$

$$V_{\text{Real}} = 3.6 \text{ mL} \times 1.01 = 3.636 \text{ mL}$$

Gramos de taninos:

$$1 \text{ mL de } \text{KMnO}_4 \text{ 0.1 N} \longrightarrow 0.0042 \text{ g}$$

$$3.636 \text{ mL de } \text{KMnO}_4 \text{ 0.1 N} \longrightarrow X$$

$$X = 0.015 \text{ g de taninos en 5.0 gramos de muestra}$$

$$0.015 \text{ g de taninos} \longrightarrow 5.0 \text{ gramos de muestra}$$

$$X \longrightarrow 100.0 \%$$

$$X = 0.30 \% \text{ de taninos}$$

Por lo que de esta forma se procedió para cuantificar los gramos de taninos presentes en cada una de las especies vegetales.

Tabla № 9. Cantidad de taninos (g) en las hojas trituradas de las tres especies vegetales.

Planta medicinal	Volumen gastados mL ("a")	Volumen gastados mL ("b")	V=(a-b) (mL)	V _{Real} = Vx FC (mL)	Gramos de taninos	% de taninos
Tamarindus indica (Tamarindo)	V ₁ = 7.7	V ₁ = 4.1	3.6	3.636	0.015	0.30
	V ₂ = 7.1	V ₂ = 4.1	3.0	3.030	0.013	0.26
					g _x = 0.014	P _x =0.28
Terminalia catappa (Almendro)	V ₁ = 9.6	V ₁ = 4.6	5.0	5.050	0.021	0.42
	V ₂ = 9.3	V ₂ = 4.9	4.4	4.444	0.019	0.38
					g _x =0.020	P _x =0.40
Spondias purpurea (Jocote)	V ₁ = 7.1	V ₁ = 4.1	3.0	3.030	0.013	0.26
	V ₂ = 7.6	V ₂ = 4.3	3.3	3.333	0.013	0.26
					g _x =0.013	P _x =0.26

g_x= promedio de gramos de tanino.

FC= 1.01

P_x= Porcentaje promedio de taninos

Tabla № 10. Cantidad de taninos (g) en las hojas pulverizadas de las tres especies vegetales.

Planta medicinal	Volumen gastados mL ("a")	Volumen gastados mL ("b")	V=(a-b) (mL)	V _{Real} =Vx FC (mL)	Gramos de taninos	% de taninos
Tamarindus indica (Tamarindo)	V ₁ = 10.3	V ₁ = 4.6	5.7	5.757	0.024	0.48
	V ₂ = 10.2	V ₂ = 4.2	6.0	6.060	0.025	0.50
					g _x =0.025	P _x =0.49
Terminalia catappa (Almendro)	V ₁ = 13.4	V ₁ = 5.2	8.2	8.282	0.034	0.68
	V ₂ = 13.2	V ₂ = 5.0	8.2	8.282	0.034	0.68
					g _x = 0.034	P _x =0.68
Spondias purpurea (Jocote)	V ₁ = 8.5	V ₁ = 4.9	3.6	3.636	0.015	0.30
	V ₂ = 8.3	V ₂ = 5.0	3.3	3.333	0.014	0.28
					g _x = 0.015	P _x =0.29

Tabla № 11. Cantidad de taninos (g) en corteza pulverizada de las tres especies vegetales.

Planta medicinal	Volumen gastados mL ("a")	Volumen gastados mL ("b")	V=(a-b) (mL)	V _{Real} = Vx FC (mL)	Gramos de taninos	% de taninos
Tamarindus indica (Tamarindo)	V ₁ = 11.2	V ₁ = 3.6	7.6	7.676	0.032	0.64
	V ₂ = 11.3	V ₂ = 3.3	8.0	8.080	0.033	0.66
					g _x = 0.033	P _x =0.65
Terminalia catappa (Almendro)	V ₁ = 7.1	V ₁ = 3.7	3.4	3.434	0.014	0.28
	V ₂ = 7.6	V ₂ = 3.8	3.8	3.838	0.015	0.30
					g _x = 0.015	P _x =0.29
Spondias purpurea (Jocote)	V ₁ = 9.8	V ₁ = 4.0	5.8	5.858	0.025	0.50
	V ₂ = 9.8	V ₂ = 4.2	5.6	5.656	0.024	0.48
					g _x = 0.025	P _x =0.49

Según los resultados obtenidos en la cuantificación de taninos en hojas de las tres especies (ver tabla 9 y 10). Para las hojas trituradas el Almendro posee mayor cantidad de taninos siguiéndole el Tamarindo y luego el Jocote.

En el caso de las hojas pulverizadas (tabla №10) siguen el mismo orden en la cantidad de taninos que presentan cada una de las especies, con la diferencia que estas poseen mayor cantidad de taninos que las hojas trituradas.

En el resultado obtenido según la tabla № 11 en corteza pulverizada la especie vegetal que presenta mayor cantidad de taninos es el Tamarindo, le continúa el Jocote y por último el Almendro.

En el análisis de corteza triturada, esta no aparece en los resultados debido a que en el momento de cuantificar no hubo ningún cambio de coloración en la valoración.

VI. CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis cualitativo en los órganos (hojas y corteza) de las tres especies vegetales investigadas, estas poseen taninos (principios activos).
2. En base a la tabla № 2 (página 51), el análisis colorimétrico en cada una de las especies vegetales tanto en hojas como en corteza, indica que estas poseen un contenido medio de taninos.
3. Por el resultado colorimétrico se verifica la existencia de taninos en las tres especies vegetales (hojas y corteza), especificando para cada una de ellas la presencia de taninos no hidrolizables (catecólicos).
4. Debido al tratamiento de pulverización a las que fueron sometidas las hojas de las tres especies vegetales, la mayor cantidad de taninos se encuentran en las muestras pulverizadas que en las trituradas; ya que las pulverizadas poseen mayor superficie de contacto con la solución hidroalcohólica (80%) extrayendo mayor cantidad de principio activo.
5. En la extracción realizada a la corteza triturada de las tres especies vegetales, la cantidad de taninos no son apreciables para que sufran una

oxidación, por lo que no se pudo observar el viraje de color característico en la reacción.

6. La cantidad de taninos presentes en hojas no es la misma con respecto a la que contiene la corteza a pesar de que cada órgano pertenece a la misma especie vegetal.
7. En los resultados cuantitativos se obtuvo que la especie vegetal que mayor cantidad de taninos posee es el almendro luego le sigue el tamarindo y por último el jocote, ya que cada órgano que forma la planta contiene diferente composición química.
8. Se comprueba una vez más que la valoración oxido-reducción (método de LOWENTHAL) utilizado en la presente investigación se puede considerar un método específico para determinar la cantidad de taninos presentes en especies vegetales secas.
9. Por la presencia confirmativa de taninos en las tres especies vegetales, estas pueden ser usadas para el tratamiento de afecciones diarreicas, basado en una de las propiedades químicas que presentan dicho principio activo, como lo es la astringencia.

VII. RECOMENDACIONES

7.0. RECOMENDACIONES

1. Que el uso y cantidad de taninos presentes en cada uno de los órganos investigados de las tres especies vegetales, como una alternativa terapéutica de origen natural para el tratamiento de diarreas.
2. Recolectar las especies vegetales preferiblemente en época seca, ya que en estas condiciones facilita el secado y conservación de la droga (principios activos), debido a que estos varían de acuerdo al órgano donde se encuentran, edad de la planta, época del año y en la hora en que se lleva a cabo la recolección.
3. Conservar adecuadamente durante el proceso de secado cada una de las especies vegetales, ya que en ellos sobreviene el proceso de deshidratación el cual varía según la textura de los órganos, temperatura y humedad del ambiente.
4. Obtener y almacenar los extracto de cada uno de los órganos de la planta en estudio en condiciones adecuadas de: temperatura, luz y humedad, para obtener resultados satisfactorios.

5. Emplear el método de LOWENTHAL, el cual es apropiado para el análisis cuantitativo de taninos que nos puede proporcionar la cantidad de estos y así usar en las concentraciones adecuadas para uso humano para proponer en un futuro una nueva forma farmacéutica para afecciones diarreicas y otras patologías que según las propiedades medicinales que estos presentan pueden ser aplicadas.
6. Reducir las cantidades teóricas dadas por la AOAC (Association Official Analytical Chemists) para el método de LOWENTHAL de acuerdo a las escalas que posee el equipo y material disponible en el laboratorio donde se lleve a cabo los análisis.
7. Utilizar el método colorimétrico como una prueba de identificación para orientar el posterior análisis cuantitativo de taninos. Ambas pruebas coherentes para la obtención de resultados fidedignos.
8. Incentivar el cultivo de las especies vegetales de difícil acceso como lo son el jocote y el tamarindo.
9. Ampliar el empleo del producto extraído (taninos) en cada órgano de las tres especies vegetales investigadas, para desarrollar como Químicos Farmacéuticos nuevas formulaciones, obteniendo así, especialización e interés social en Atención Primaria en Salud para contar en un futuro con una alternativa terapéutica de origen natural ayudando y poniéndolo al alcance de la población salvadoreña.

BIBLIOGRAFIA

1. AOAC. Association Official Analytical Chemists 1984, Methods of Analysis, Preface to First Edition.
2. Baires Franco, G.R. y otros. 2003. Elaboración de una guía práctica para la preparación de reactivos químicos y estándares de uso frecuente en el análisis químico. Págs. 44, 57, 59,65.
3. Chávez Quezada C. del C. Abril.1981. “Estudio etnobotánico y farmacognosico de quince plantas medicinales de El Salvador zona oriental.
4. Evans.W.Ch.Farmacognosia.1989.13Edición Editorial Interamericana, México. Págs. 60-61, 341-342, 347-348.
5. Font Quer. P. 1993. Diccionario de Botánica. tomo I y II. España. Editorial labor S.A.
6. Guido Ramirez, M. L. Febrero.1981 “Estudio etnobotánico y farmacognósico de quince plantas medicinales de la zona central de El Salvador (Panchimalco.)
7. Kuklinski C. 2000. “Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural”. España. Editorial Omega. Pág. 16
8. Lozano Castro, G. O. 1981 “Estudio etnobotánico y farmacognósico de quince plantas medicinales de la flora salvadoreña en la zona occidental del país.”

9. Mosby. 1996. Diccionario de Medicina. España. Editorial Océano.
10. Polit.D.F.Hungler.B.P.2000."Investigación científica en las ciencias de la salud".sexta edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana.
11. Stedman.1993. Diccionario de Ciencias Médicas. 25° Edición. Editorial Médica Panamericana.
12. The Pharmacopeia Convention, Twentieth Edition USP27.2004.The National Formulary. Twenthy seven Edition, Estados Unidos.
13. Villar del Fresno, A. M^a. 1999. "Farmacognosia General". España. Editorial Síntesis. Pág.220.
14. UES (Universidad de El Salvador), OEA (Organización de los Estados Americanos, MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social). Planter Obtención y aprovechamiento de extractos vegetales de la flora salvadoreña. octubre, 1989. volumen I. El Salvador.
15. www.fundaciondoctordependo.com/ (fecha: 10-03-06)
16. GLOSARIOS%20y%20VOCABULARIOS/Nomenclatura%20Botánica-TTT.htm (fecha: 28-04-06)
17. taninos.tripod.com/metodologiataninos.htm (fecha: 23-04-06)
18. www.linneo.net/plut/T/terminali_catappa/teraminalia_catappa.(fecha:08-04-06)
19. www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/22-legum52.pdf – www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/tamarindo.pdf (fecha: 10-03-06)

20. www.arbolesornamentales.com/Tamarindusindica (fecha:15-04-06)
21. www.podernatural.com/Plantas20Medicinales/Plantas_T/p_tamarindo.htm
(fecha: 03-04-06).
22. www.bvs.sld.cu/revistas/ibi/vol20_1_01/ibi03101.htm. (fecha: 8-03-06).
23. www.camagro.com/Frutales/pubs/Oportunidades_de_Inversion/Jocote_de_Corona.asp.(fecha:03-04-06)
24. scielo.sld.cu/scielo.php?PID=S0864_sci_arttext (fecha: 03-04-06).
25. www.botanical-online.com/medicinalestaninos.htm (fecha: 15-04-06)
26. www.semarnat.gob.mx/pfnm/Taninos.html (fecha: 23-04-06)
27. www.diccionario.elmundo.es/diccionarios/cgi/lee_diccionario.html (fecha: 03-05-06)
28. [www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/0/4DE2A2030B26B6F0C1256A790048D68C/\\$File/235.pdf](http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/0/4DE2A2030B26B6F0C1256A790048D68C/$File/235.pdf)
(fecha: 13-07-06)
29. www.cuerpomente.com/titular.jsp?TEMA=20723&a=2&numatra=20689 - 19k
(fecha: 13-07-06)

GLOSARIO (4, 7, 8, 11, 23,26)

Aciculada: que tiene acicalas. Por extensión dicese también de los órganos que parecen estrías finas como hechos por una acicala.

Absorción: paso de sustancias a través de los tejidos y en dirección a los mismos como ocurre con las partículas alimentarias digeridas que van hacia las células intestinales.

Afieltrado: tomentoso, de consistencia de fieltro.

Agallas de roble: son formaciones patológicas, excrecencias q se originan por la puesta de huevo de un insecto (*Cynips gallae tinctoriae*) sobre lo brotes jóvenes de los robles. Estas agallas son de forma globulosa y presentan unas protuberancias en la parte superior, su interior es acorchado y esponjoso y el color suele ser pardo rojizo a oscuro. En su composición química como componente mayoritario destacan los taninos hidrolizables

Analgésico: compuesto capaz de producir analgesia, es decir, de aliviar el dolor mediante la alteración de la percepción de los estímulos nociceptivos sin producir anestesia ni pérdida de la conciencia.

Antidiarreico: propiedad de oponerse a la diarrea, o de corregirla.

Antiespasmódico: previene o cura las convulsiones o las afecciones espasmódicas.

Antimicrobiano: sustancia que destruye las bacterias o inhibe su crecimiento o reproducción.

Antimutagenico: sustancia que disminuye la velocidad de las mutaciones espontáneas o que contrarrestar o invierte la acción de un mutágeno.

Antipirético: sustancia o procedimiento que disminuye la fiebre.

Antiséptico: agente que tiende a inhibir el crecimiento y la reproducción de los microorganismos.

Asexual: no tiene sexo, se verifica sin el concurso de los sexos.

Caducifolio: árboles y arbustos que no se conservan verdes todo el año, porque se les cae la hoja al empezar la estación fría o seca.

Cáncer: neoplasia caracterizada por el crecimiento incontrolado de células anaplasicas que tienden a invadir el tejido circundante y metastatizar a puntos diferentes del organismo.

Carbohidratos: hidratos de carbono, compuesto formado por combinación del agua con otro cuerpo.

Cataplasma: papilla o magma blando preparado por humedecer varios polvos u otras sustancias absorbentes con líquidos aceitosos o acuosos, a veces medicados, y en general se aplica caliente sobre la superficie del cuerpo.

Cicatrizante: agente que causa o favorece o la cicatrización

Cloroplasto: plastidio en el que se contiene la clorofila, y, por consiguiente, de color verde franco o mas o menos enmascarados por otros pigmentos en diversos grupos de algas.

Colesterol: alcohol esteroideo cristalino liposoluble que se encuentra en las grasas y aceites y la yema de huevo, y que esta ampliamente distribuida por el organismo.

Diarrea: eliminación frecuente de heces sueltas y acuosas, generalmente debido al aumento de la motilidad del colon.

Diurético: fármaco u otra sustancia que tiende a promover la formación y excreción de orina.

Drupa: fruto carnoso con un hueso en su interior.

Ebanistería: arte y oficio de hacer muebles o de trabajar en ébano y maderas finas.

Ébano: árbol cuya madera es muy apreciada para la fabricación de muebles.

Endocarpio: capa interna del pericarpio, que suele corresponder a la epidermis interna o superior de la hoja carpelar.

Estomatitis: trastorno inflamatorio de la boca producida por una infección bacteriana, vírica o fúngica, deficiencias vitamínicas o enfermedades inflamatorias sistémicas.

Exudado: líquido más o menos fluido o denso, que, por exudación, sale de los órganos de las plantas en condiciones patológicas, o al ser lesionadas.

Flatulencia: presencia de una cantidad excesiva de gas en el estomago e intestinos.

Fieltro: hipertrofias atribuidas antiguamente a hongos y que son debidas a ácaros-parásitos, de la familia de los eriofidos.

Flobafeno: producto de color pardorrojizo u obscuro, que resultan por oxidación de los taninos.

Foliolo: lamina foliar articulada sobre el raquis de una hoja o sobre las divisiones del mismo.

Glabro: desprovisto absolutamente de pelo o vello.

Hemostático: procedimiento, dispositivo o sustancia que interrumpe el flujo de la sangre.

Laxante: catártico suave que tiene la acción de aflojamiento de los intestinos.

Hermafrodita: plantas o flores en que concurren los dos sexos.

Mesocarpo: en el pericarpio, la parte media del mismo, comprendida entre el epicarpio y el endocarpo.

Oftalmia: inflamación grave de la conjuntiva o de las partes mas profundas del ojo.

Panicula: inflorescencia compuesta, de tipo racimoso, en la que los ramitos van decreciendo de la base del ápice, por lo que toma aspecto piramidal.

Paripinnada: hoja pinnada cuyo raquis carece de folíolo terminal, por donde resulta que el número de elementos que la componen es par.

Pinnada: hoja que posee foliolos mas o menos numerosos a ambos lados del raquis.

Pericarpio: parte del fruto que rodea la semilla y la protege contra la inclemencia del cielo y de los animales.

Primina: tegumento externo del rudimento seminal.

Plúmula: en el embrión de los antofitos, la yemesia apical situada entre ambos cotiledones de las cotiledóneas.

Polímero: integrado por varias partes: gineceo polímero, constituido por diversos carpelos.

Proteína: compuesto nitrogenado natural de carácter orgánico complejo, constituido por muchos aminoácidos, que contienen carbón, hidrogeno, nitrógeno, oxígeno, a menudo azufre y, algunas veces, fósforo, hierro, yodo u otros componentes esenciales de las células vivas.

Pulpa: parte mollar de la fruta que esta bajo la cáscara o el pellejo.

Radícula: rudimento radical del embrión de las plantas superiores, que empalma en su base con el hipócotilo y tiene el ápice dirigido hacia el micrópilo.

Reumatismo: procesos inflamatorios de las bolsas y ligamentos articulares, de las articulaciones mismas y de los músculos, caracterizados por dolor, limitación del funcionamiento normal y degeneración estructural de una o varias partes del sistema músculo esquelético.

Subsésil: casi sésil, con un pecíolo, pedúnculo o pedicelo muy corto.

Tanino: principios inmediatos vegetales, de sabor astringente, que precipitan con las sales férricas y dan productos de color azul, negro o verde.

Testa: cubierta externa de la semilla, que puede o no corresponder a la primina del rudimento seminal.

Toxicidad: grado de virulencia de una toxina o sustancia venenosa.

Valvas: cada una de las divisiones profundas de las cápsulas propiamente dichas de las legumbres, y de otros frutos secos y decientes, generalmente en número igual al de los carpelos.

Vacuola: hueco o cavidad que se produce en la masa citoplasmática de una célula que se llena de jugo celular.

Vasoconstricción: estrechamiento de la luz de un vaso sanguíneo, especialmente de las arteriolas y venas de los reservorios sanguíneos de la piel y de las vísceras abdominales.

Zigomorfo: órgano o parte orgánica, y aun un organismo entero, que tiene simetría bilateral.

ANEXO 1

MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS

Materiales y equipo

Materiales de vidrio:

- Agitadores
- Beaker de 1000 mL
- Bureta de 50mL
- Embudo de vidrio
- Erlenmeyer de 100mL
- Frascos color ámbar
- Goteros
- Pipetas volumétricas de 20.0 y 25.0mL

Otros materiales:

- Espátulas
- Malla de asbesto
- Mangueras
- Papel filtro
- Papel toalla
- Pizetas
- Pinzas de extensión
- Pinzas de sostén
- Toallas
- Trípode

Equipos:

- Balanza analítica Mettler Toledo
- Hot plate Corning marca Thermolyne
- Molino THOMAS-willey, laboratorio Mill Model 4

Reactivos:

- Acido Sulfúrico Concentrado
- Caolín en polvo
- Gelatina 10% (p/v)
- Indigo de carmín 1%
- Solución de Acido Clorhídrico 0.008 M
- Solución de Cloruro Férrico 0.008 M
- Solución de Cloruro de Sodio Acidificado 10%
- Solución de Ferricianuro de Potasio 0.004 M
- Solución de Permanganato de Potasio 0.1N

ANEXO 2

PREPARACION DE REACTIVOS ⁽²⁾

Ácido Clorhídrico 0.008 M

Medir con gotero 14 gotas de Ácido Clorhídrico al 36% P/P de pureza y $d=1.18$ g/mL, colocar en un beaker en baño de agua fría, aproximadamente 500.0 mL de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen, envasar en un frasco de vidrio.

Gelatina 10.0%

Pesar 1.0 g de Gelatina en un beaker, disolverla con agua destilada. Transferir a un balón volumétrico de 100.0 mL, y completar volumen con agua destilada, envasar en frasco de plástico.

Índigo Carmín 1.0%

Pesar 1.0 g de Índigo Carmín en un beaker, disolverla con agua destilada, luego transferirla a un balón volumétrico de 100.0 mL y llevar a volumen con agua destilada, envasar en frasco de vidrio ámbar.

Solución ácida de Cloruro de Sodio 10.0%

Pesar 10.0 g de Cloruro de Sodio en un beaker, disolverla con 10.0 mL de Ácido Clorhídrico 2.0 N, transferirla a un balón volumétrico de 100.0 mL, llevar a volumen y envasar en un frasco de vidrio ámbar.

Solución de Cloruro Férrico 0.008 M

Pesar con cuidado 0.72 g de la sal 100% pura, en un beaker adecuado, luego disolverla con suficiente agua destilada, transferir la solución a un balón

volumétrico de un litro de capacidad, lavar el beaker para arrastrar residuos y aforar, envasar en frasco de vidrio ámbar.

Solución de Ferricianuro de Potasio 0.004 M

Pesar 1.32 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla con agua destilada, transferir la solución a un frasco volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen y envasar en un frasco de vidrio ámbar.

Solución volumétrica de Permanganato de Potasio 0.1 N ⁽¹⁰⁾

Disolver 3.3 g de Permanganato de Potasio en 1000.0 mL de agua en un erlenmeyer, ebulir la solución por 15 minutos. Dejar reposar por lo menos dos días, filtrar.

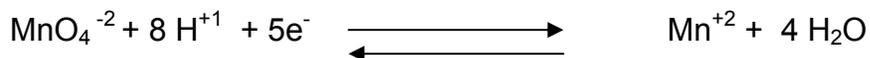
Estandarización de solución volumétrica de Permanganato de Potasio 0.1N ⁽¹⁰⁾

Pesar aproximadamente 200.0 mg de Oxalato de Sodio previamente secado a 110 °C hasta peso constante, disolver en 250.0 mL de agua, adicionar 7.0 mL de ácido sulfúrico, calentar a 70 °C. Lentamente adicionar la solución del Permanganato de Potasio desde una bureta con agitación constante hasta obtener un color rosa, el cual persistirá por 15 segundos.

La temperatura de la titulación final deberá ser no menos de 60°C. Calcular la normalidad. Cada 67.0 mg de Oxalato de Sodio es equivalente a 1.0 mL de Permanganato de Potasio 0.1N

ANEXO 3
CALCULOS PARA PREPARACION Y ESTANDARIZACION
DE KMnO_4 0.1 N

**Preparación de Solución Volumétrica de
Permanganato de Potasio 0.1N₍₁₁₎**



N = Normalidad

N requerida: 0.1

N = # equivalente / L de solución

equivalente = masa / peso equivalente

Peso equivalente = PM/n

n = número de electrones que participan en la reacción

Peso equivalente = 158 / 5 = 31.6

N = $\frac{\text{masa} / \text{peso equivalente}}{\text{L de solución}}$

N x L de solución = masa / peso equivalente

N x L de solución * peso equivalente = masa de KMnO_4

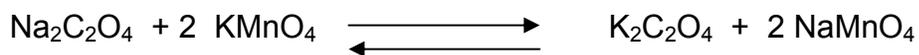
0.1 x 1 L x 31.606 = 3.16 g de KMnO_4

Aproximadamente igual a 3.2 g de KMnO_4

Pesar 3.2 g de KMnO_4 y diluirlo con un litro de agua.

**Cálculos de Estandarización de la
Solución de Permanganato de Potasio 0.1N**

Normalidad práctica del KMnO_4



	Formula	Peso molecular	(g) a pesar	V (mL)
Titulante	KMnO_4	158.09	3.3	1000.0
Patrón primario	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	134.0	0.08	100.0

La normalidad del KMnO_4 se calcula mediante la fórmula:

$$N_{\text{KMnO}_4} = \frac{(\text{g})\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 / \text{alícuota tomada}}{V_{(\text{mL})} \text{KMnO}_4 \times \text{meq. Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}$$

El miliequivalente gramo de oxalato de sodio se calcula a partir de la siguiente reacción:



$$\text{miliequivalente gramo Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \frac{\text{PM Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{\text{N}^\circ \text{ de e}^- (2 \text{ e}^-) \times 1000}$$

$$\text{miliequivalente gramo Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \frac{134.0 \text{ g}}{2 \times 1000} = 0.067 \text{ meq}$$

$$\text{Peso Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 / \text{alícuota tomada: } 0.08 \text{ g} / 10 \text{ mL} = 8 \times 10^{-3} \text{ g/mL}$$

$$\text{mL}_{\text{KMnO}_4} = 1.2 \text{ mL}$$

$$N_{\text{KMnO}_4} = \frac{8 \times 10^{-3} \text{ g}}{1.2 \text{ mL} \times 0.067 \text{ meq}} = 0.099 \text{ g/mL} \times \text{meq}$$

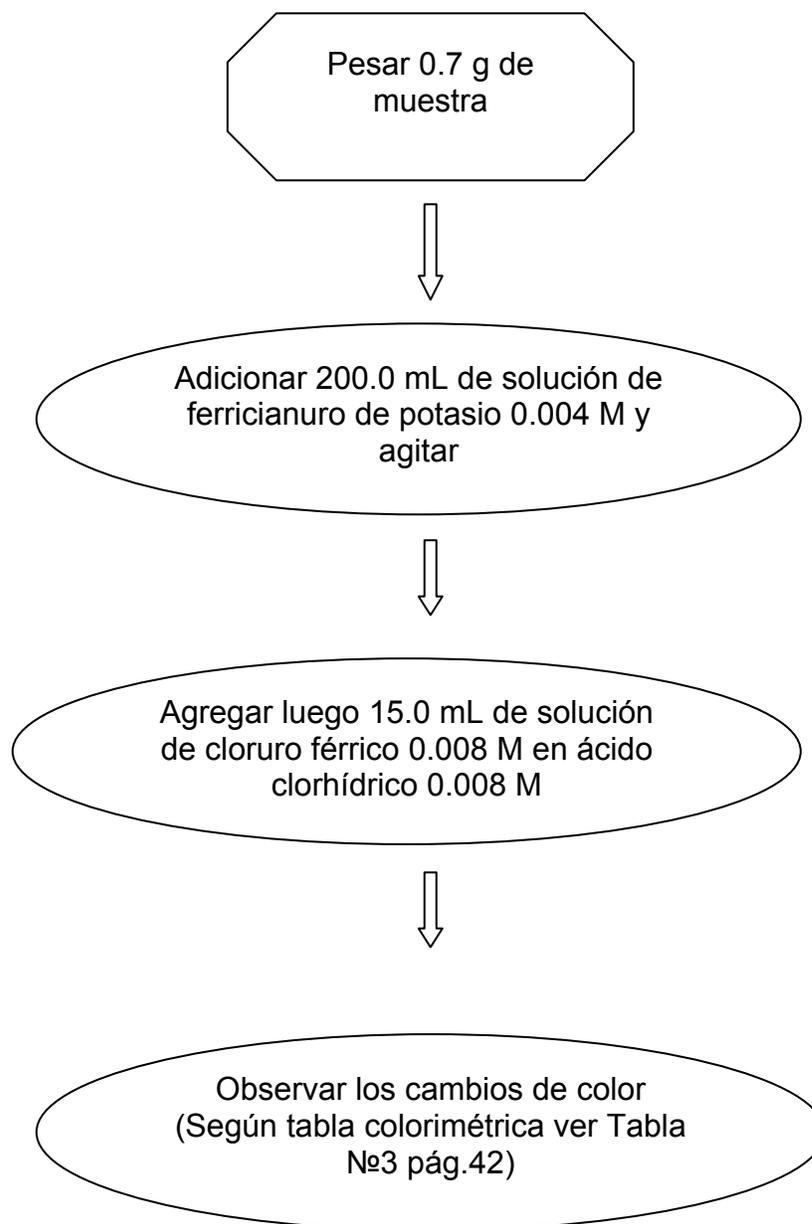
$$\text{Factor de corrección} = \frac{N_{\text{Práctico}}}{N_{\text{Teórico}}} \quad \text{FC} = \frac{0.099}{0.1} = 0.99$$

Posteriormente cada factor de corrección se suma y se saca el promedio

$$\text{FC}_x = 1.01$$

ANEXO 4

DETERMINACION CUALITATIVA₍₁₎



ANEXO 5

EJEMPLO DEL CÁLCULO PARA LA OBTENCIÓN DE GRAMOS DE TANINOS

Gramos de taninos:

1 mL de KMnO_4 0.1 N \longrightarrow 0.0042 g

0.224 mL de KMnO_4 0.1 N \longrightarrow X

X = 0.000941 g de taninos

ANEXO 6

**FOTOGRAFIAS DE LAS DIFERENTES ETAPAS EN LA PREPARACION DE
CADA UNO DE LOS ORGANOS DE LAS ESPECIES VEGETALES**



Figura № 7. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en hojas de *Terminalia catappa*. (Almendro)



Figura № 8. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en hojas de *Spondias purpurea*. (Jocote)



Figura № 9. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en hojas de *Tamarindus indica*. (Tamarindo)



Figura № 10. Diferentes etapas de preparación (secado, y triturado) en corteza de *Terminalia catappa*. (Almendro)



Figura № 11. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en corteza de *Spondias purpurea*. (Jocote)



Figura № 12. Diferentes etapas de preparación (secado y triturado) en corteza de *Tamarindus indica*. (Tamarindo)



Figura № 13. Molino Thomas Willey Laboratorio Mill model 4.



Figura № 14. Manipulación del Molino Thomas Willey.



Figura № 15. Polvo suelto y granuloso en hojas de *Terminalia catappa*. (Almendra), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.



Figura № 16. Polvo suelto y granuloso en hojas de *Spondias purpurea*. (Jocote), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.



Figura № 17. Polvo suelto y granuloso en hojas de, *Tamarindus indica*. (Tamarindo), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.



Figura № 18. Polvo suelto y granuloso en corteza de *Terminalia catappa*. (Almendra), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.



Figura № 19. Polvo suelto y granuloso en corteza de *Spondias purpurea*. (Jocote), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.



Figura № 20. Polvo suelto y granuloso en corteza de *Tamarindus indica*. (Tamarindo), luego de la pulverización con el molino Thomas Willey.



Figura № 21. Preparación de muestras para prueba colorimétrica.



Figura № 22. Resultados en la determinación cualitativa.



Figura № 23. Resultados en la determinación cualitativa.



Figura № 24. Equipo de reflujo con hojas y corteza de las tres especies vegetales.



Figura № 25. Preparación de la muestra con índigo de carmín antes de valorar.
(Parte a)



Figura № 26. Punto intermedio de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte a)



Figura № 27. Punto final de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte a)



Figura № 28. Preparación de la muestra con índigo de carmín antes de valorar.
(Parte b)



Figura № 29. Punto intermedio de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte b)



Figura № 30. Punto final de la valoración con KMnO_4 por método de LOWENTHAL. (Parte b)