

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-LEON
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
CARRERA DE FARMACIA



Trabajo monográfico para optar al título de Licenciado Químico Farmacéutico

**Tema: Identificación cualitativa de compuestos fenólicos en frutos de *Parmentiera edulis*,
Octubre - Noviembre 2015, León-Nicaragua.**

Autor: Br. Francisco Ulises Pereira Reyes

Tutor:

Kelvin Núñez

León, 02 de Diciembre 2015
“A la libertad por la universidad”

Agradecimiento

A Dios

Por brindarme el don de la vida, por darme la capacidad necesaria para alcanzar exitosamente el proceso de culminación de mi trabajo monográfico.

A mi familia

Por su apoyo incondicional y por ser fuente de motivación en alcance de mis metas.

A María Ofelia

Por brindarme su apoyo durante el desarrollo de mi carrera y del presente estudio monográfico.

A Lic. Kelvin Núñez

Tutor de esta tesis monográfica, por ser mi guía y por brindarme nuevos conocimientos además de instarme a desarrollar un nuevo espíritu de investigación.

A Lic. Gloria Herrera

Por el apoyo que me brindo en el uso de equipos áreas de trabajo y reactivos para realizar el presente trabajo.

A mis docentes

Que con su paciencia en el proceso de aprendizaje me alentaron e instruyeron para ser un buen profesional para la sociedad.

El Autor.

Dedicatoria

A Dios

Creador, por ser la fuente de vida y de inspiración, por darme la sabiduría y paciencia necesaria para llevar la culminación de mi profesión.

A mi familia

Por su apoyo incondicional en los momentos difíciles, por estar siempre en todo lo que he necesitado.

A María Ofelia Moreno

Por brindarme su afecto e incentivarme a seguir adelante en todo momento.

A mis maestros

Por la ardua labor que realizan impartiendo y transmitiendo sus conocimientos para formar hombres y mujeres de bien para la sociedad.

Br. Francisco Ulises Pereira Reyes.

ÍNDICE

| Contenido | Página |
|---|--------|
| Introducción | 1 |
| Objetivos | 4 |
| Marco Teórico | 5 |
| 1. Aspectos botánicos | 5 |
| 2. Screenings fitoquímico | 9 |
| 3. Metabolitos secundarios en especies vegetales | 10 |
| 4. Técnicas generales de extracción | 20 |
| 5. Historia de cromatografía en capa fina | 22 |
| 6. Tipos de Cromatografía de capa fina | 23 |
| 7. Cromatografía | 25 |
| 8. Técnicas | 25 |
| 9. Reacciones cromáticas. | 30 |
| 10. Descripción botánica y hábitad de <i>Parmentiera edulis</i> | 35 |
| 11. Usos tradicionales | 36 |
| 12. Fitoterapia | 36 |
| 13. Tóxicos y cuidado | 36 |
| Diseño metodológico | 37 |
| Procedimiento | 39 |
| Resultados y Análisis de resultados | 47 |
| Conclusión | 52 |
| Recomendaciones | 53 |
| Bibliografía | 54 |
| Anexos | 58 |



Introducción

Parmentiera edulis pertenece a la familia Bignonáceae, es propia de Centroamérica. Las flores son grandes, blancas - verdosas y los frutos surcados, de color amarillo, de 5 a 15 cm de longitud y de 3 a 5 cm de diámetro llamados comúnmente cuajilotes. Se encuentra en climas cálidos, semicálidos y templados desde los 2 m hasta los 2,240 m de altura sobre el nivel del mar.

Las plantas como producto de su metabolismo secundario, son capaces de biosintetizar un elevado número de compuestos fenólicos, algunos de los cuales son indispensables para sus funciones fisiológicas y otros son de utilidad para defenderse ante situaciones de estrés que pueden ser producidas por el clima o por animales.

Los compuestos fenolicos presentan una estructura fenólica, un núcleo aromático que contiene un grupo hidroxílico libre o sustituido, y se diferencian de otros compuestos que también poseen esta estructura fenólica como los mono terpenos, en su origen biosintético. Algunos de los compuestos fenólicos que se consideran como principios activos de plantas medicinales se originan a través de rutas mixtas que combinan la vía del sikimato y del acetato, como es el caso de los Flavonoides, o que surgen a través de la combinación de la vía del mevalonato, origen de los compuestos terpénicos, con la vía del sikimato.⁽²⁹⁾

El uso de *Parmentiera edulis* para tratar diferentes patologías se remonta desde Francisco Hernández, en el siglo XVI la relata como: anticatarral, diurético, para la sordera y sordera por el frío. A mediados del siglo XVIII, Ricardo Ossado señala: su acción es directa sobre la vejiga, siendo para el dolor nefrítico muy bueno. En el siglo XX, Maximino Martínez refiere los usos siguientes: anticatarral, antidiabético, catártico, diurético, para la fiebre tifoidea, gastroenteritis, nefritis, otitis externa, como sedante, para la sordera y para lavar las vías urinarias. Unos años después, la Sociedad Farmacéutica de México la reporta como diurético y para la otitis externa.



La medicina tradicional en la actualidad, es ampliamente utilizada en el mundo; por ejemplo, en África su uso está por encima del 80%, en China alrededor del 40%, mientras que en Asia y América Latina, las poblaciones continúan usando la medicina tradicional, como resultado de circunstancias históricas y creencias culturales, incluso muchos países desarrollados utilizan más que la medicina tradicional, la medicina complementaria y alternativa así: 75% en Francia, 70% en Canadá, 48% en Australia, 42% en USA y 38% en Bélgica.^{(1) (17)}

Se estima que alrededor del 80% de la población mundial recurre a la medicina tradicional, la que en gran parte puede aún ser valorada para la atención primaria de la salud (WHO, 1995, 2005; Castañeda-Sánchez, 2008).⁽³⁾

En los siguientes antecedentes se expone que el fruto de *Parmentiera edulis* contiene metabolitos secundarios que podrían ser aprovechados para fines terapéuticos:

- Evaluación del efecto diurético del extracto acuoso de *Parmentiera edulis* D.C. (México, D.F., Julio, 2011). Obtención de la fracción responsable de la actividad farmacológica. Metabolitos secundarios presentes en los extractos acuosos y etanólicos de *Parmentiera edulis* D.C.⁽¹⁶⁾
- Evaluación del efecto antiurolítico del fruto de *Parmentiera aculeata* en rata Wistar (México, D.F., México, 2015). La administración de los extractos hexánico y metanólico de *Parmentiera aculeata* a ratas con urolitiásis inducida experimentalmente, fragmentó los cálculos vesicales, confirmando la información etnobotánica de esta planta. El mecanismo que explica este efecto es aún desconocido, pero aparentemente se relaciona con un efecto diurético que pudiera facilitar la eliminación de electrolitos y evitar así su depósito en la formación de cálculos de gran tamaño, lo que permitiría la eliminación de fragmentos pequeños a través de la orina.⁽¹⁹⁾



Los fármacos se prescriben para tratar diversos padecimientos clínicos, sin embargo tienen gran cantidad de efectos adversos y su costo económico es muy alto para algunos pacientes, por lo que la población recurre al uso de plantas medicinales. Tal es el caso de *Parmentiera edulis*, conocida comúnmente como cuajilote y utilizada popularmente por sus propiedades diuréticas. Cada órgano de la planta son de interés especial, ya que en éstos se pueden encontrar numerosas sustancias químicas con probable actividad farmacológica, pero en el presente trabajo monográfico se decidió el estudio del fruto de *Parmentiera edulis*. En este estudio se pretende identificar algunos compuestos en el fruto de *Parmentiera edulis* de forma culitativa para dar sustento científico a las propiedades atribuidas a esta especie vegetal.



Objetivos

Objetivo General:

- Valorar cualitativamente compuestos fenólicos en el fruto de *Parmentiera edulis*.

Objetivos específicos:

- Identificar cualitativamente compuestos fenólicos en extracto hidroalcoholico del fruto de *Parmentiera edulis* mediante reacciones cromáticas.
- Determinar mediante ensayos de cromatografía capa fina derivados de compuestos fenólicos en extracto hidroalcoholico del fruto de *Parmentiera edulis*.



Marco Teórico

1. Aspectos botánicos

1.1 Identificación y Autenticación de Plantas Medicinales Cultivadas

Siempre que sea pertinente, la especie o la variedad botánica seleccionada para el cultivo debe ser la misma que se especifique en la farmacopea nacional o que se recomiende en otros documentos nacionales autorizados del país del usuario final. Si no existen tales documentos nacionales, debe considerarse la selección de especies o variedades botánicas especificadas en las farmacopeas u otros documentos autorizados de otros países. ⁽²⁶⁾

En el caso de plantas medicinales de introducción reciente, debe identificarse la especie o la variedad botánica seleccionada para el cultivo y debe documentarse que se trata de la materia prima utilizada o descrita en la medicina tradicional del país de origen. ⁽²⁶⁾

1.2 Identidad Botánica

Debe verificarse y registrarse la identidad botánica

- Nombre científico (género, especie, subespecie o variedad, autor y familia) de cada una de las plantas medicinales que se cultiven.
- Se registrarán también los nombres comunes en el idioma local y en inglés, si existen. En caso pertinente, también se pueden suministrar otros datos de interés, como el nombre del cultivo, el quimio tipo o el fenotipo. ⁽²⁶⁾

1.3 Cosechado

El mejor momento para cosechar (la temporada y horas del día óptimos) debe determinarse en función de la calidad y la cantidad de los componentes con actividad biológica, y no del rendimiento total en materia vegetal de las partes de las plantas medicinales objeto de la producción. Durante la cosecha, debe ponerse cuidado en evitar que materias extrañas, malas hierbas y plantas tóxicas se mezclen con las materias vegetales medicinales cosechadas. ⁽²⁶⁾



Las plantas medicinales deben cosecharse en las mejores condiciones posibles, en ausencia de rocío, lluvia y niveles de humedad excepcionalmente altos. Si la cosecha se realiza en condiciones húmedas, el material cosechado debe transportarse inmediatamente a una planta de secado bajo techo para acelerar el secado y evitar así los posibles efectos perjudiciales de los niveles de humedad altos, que fomentan la fermentación microbiana y el enmohecimiento. ⁽²⁶⁾

Los instrumentos de corte, las cosechadoras y demás máquinas deben mantenerse limpios y a punto para reducir los daños y la contaminación con tierra y otros materiales. Deben guardarse en un lugar seco y no contaminado sin presencia de insectos, roedores, aves ni demás plagas, y al que no puedan acceder los animales de granja ni los domésticos. ⁽²⁶⁾

Debe evitarse, en la mayor medida posible, el contacto con la tierra, a fin de reducir al mínimo la carga microbiana de las materias vegetales medicinales cosechadas.

Las materias primas vegetales medicinales cosechadas deben transportarse sin dilación, en condiciones limpias y secas. Pueden colocarse en recipientes bien aireados y limpios, como cestos, sacos secos, remolques, tolvas u otros, y transportarse a un punto central desde el que se llevarán a la planta de procesado. ⁽²⁶⁾

Todos los recipientes utilizados en la cosecha deben mantenerse limpios y libres de restos de las plantas medicinales cosechadas previamente o de otras materias extrañas. Si se utilizan recipientes de plástico, hay que comprobar, con particular atención, que no queden restos de humedad que puedan facilitar la proliferación de mohos. Durante la cosecha, la inspección pos cosecha y el procesado deben identificarse y desecharse las materias vegetales medicinales descompuestas, con el fin de evitar la contaminación microbiana y la disminución de la calidad del producto. ⁽²⁶⁾



1.4 Recolección

Las prácticas de recolección deben garantizar la supervivencia a largo plazo de las poblaciones silvestres y de los hábitats a los que se asocian. Debe determinarse la densidad de población de la especie de interés en los lugares de recolección, evitándose la recolección de especies que sean escasas o poco comunes. ⁽²⁶⁾

Las materias vegetales medicinales deben recolectarse durante la temporada o período óptimos para asegurar la calidad óptima tanto de las materias primas, como de los productos acabados.

Deben aplicarse, exclusivamente, sistemas de recolección ecológicos y no destructivos, que variarán considerablemente de una especie a otra. ⁽²⁶⁾

No deben recolectarse plantas medicinales en o cerca de zonas en las que se usen o se encuentren concentraciones altas de plaguicidas u otros posibles contaminantes, como en los bordes de las carreteras, las zanjas de drenaje, las escombreras de explotaciones mineras, los vertederos y las plantas industriales que puedan producir emisiones tóxicas. Además, debe evitarse recolectar plantas medicinales en zonas de pastoreo activo y en sus inmediaciones incluidas las márgenes de los ríos aguas abajo de los pastos con el fin de evitar la contaminación microbiana procedente de los residuos de los animales. ⁽²⁶⁾

Si se recolecta más de una especie de planta medicinal o más de una parte de la misma, las diferentes especies o materias vegetales deben recolectarse por separado y transportarse en recipientes independientes. Debe evitarse en todo momento la contaminación cruzada. Los utensilios de recolección, como machetes, tijeras, sierras e instrumentos mecánicos, deben mantenerse limpios y en condiciones adecuadas. Las piezas que entran en contacto directo con las materias vegetales medicinales recolectadas no deben tener lubricante en exceso ni otros contaminantes. ⁽²⁶⁾



1.5 Almacenamiento y Transporte

Los medios utilizados para el transporte a granel de materias vegetales medicinales desde el lugar de producción al de almacenamiento para el procesado deben limpiarse entre la descarga y una nueva carga. Los medios de transporte a granel, por ejemplo barcos o vagones de ferrocarril, deben limpiarse y, en caso necesario, ventilarse bien para eliminar la humedad de las materias vegetales medicinales e impedir la condensación. ⁽²⁶⁾

Siempre que sea necesario y cuando sea posible, las materias vegetales medicinales frescas deben almacenarse a una temperatura de refrigeración adecuada, idealmente de 2 a 8°C; los productos congelados deben almacenarse a una temperatura inferior a -20 °C. ⁽²⁶⁾

Únicamente deben aplicarse tratamientos de fumigación contra la infestación por plagas en caso necesario, y el tratamiento debe realizarlo personal con licencia o con la formación necesaria. Únicamente deben utilizarse sustancias químicas registradas que hayan sido autorizadas por las autoridades reglamentarias del país de origen y de los países de uso final del producto. Deben documentarse todos los tratamientos de fumigación, las sustancias empleadas y las fechas de aplicación. Cuando se utiliza la congelación o la aplicación de vapor saturado para el control de plagas, debe comprobarse la humedad de los productos tras el tratamiento. ⁽²⁶⁾

1.6 Personal

Todo el personal (incluidos los trabajadores del campo) que intervenga en las diversas etapas de la producción de las plantas medicinales

- Propagación y cultivo.
- Cosechado y procesado (pos-cosecha).

Debe mantener una higiene personal adecuada y debe haber recibido formación sobre sus responsabilidades en materia de higiene.

Únicamente deben aplicar sustancias agroquímicas los trabajadores debidamente instruidos, que además llevarán prendas protectoras adecuadas (petos, guantes, casco, gafas y mascarilla). ⁽²⁶⁾



Es imprescindible proteger a todos los trabajadores de las plantas tóxicas o productoras de dermatitis, de los animales venenosos y de los insectos transmisores de enfermedades. Siempre que sea necesario, deberán llevar prendas protectoras, incluidos guantes. ⁽²⁶⁾

2. Screenings fitoquímico

El screening fitoquímico es una de las etapas iniciales del análisis fitoquímico, que comprende las dos primeras etapas del análisis y se realiza con el fin de separar los compuestos químicos que se encuentran en la planta, para luego ser identificados por medio de técnicas cromatografías. ⁽²⁶⁾

En el Screening fitoquímico se usan solventes polares o apolares, según las propiedades físicas y químicas de la muestra, para separar y obtener alcaloides, taninos, flavonoides, cianinas, etc. ⁽²⁶⁾

2.1 Técnicas más Generales en un Análisis Fitoquímico

1) De extracción:

- a. Soxhlet.
- b. Percolación.
- c. Maceración.
- d. Arrastre por vapor.

2) Separación y purificación:

- Cromatografía de papel
 - a. Ascendente.
 - b. Descendente.
 - c. Circular.
 - d. Preparativa.
- Cromatografía de capa delgada
 - a. Analítico.
 - b. Preparativo.
 - c. Bidimensional.
- Cromatografía líquida
 - a. Cromatografía líquida de alta resolución.



3. Metabolitos secundarios en especies vegetales

3.1 Compuestos Fenólicos

Los vegetales acumulan compuestos fenólicos como parte de su adaptación evolutiva a la tierra. Cerca del 40% de los compuestos fenólicos derivan principalmente del metabolismo fenilpropanoide y fenilpropanoide-acetato.⁽²⁷⁾

Los compuestos fenólicos tienen su origen en el mundo vegetal. Son unos de los principales metabolitos secundarios de las plantas y su presencia en el reino animal se debe a la ingestión de éstas. Los fenoles son sintetizados de novo por las plantas y son regulados genéticamente, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, aunque a este nivel también existen factores ambientales. Además, actúan como fitoalexinas y contribuyen a la pigmentación de muchas partes de la planta. Por otro lado, cuando los fenoles son oxidados, dan lugar a las quinonas que dan un color pardo que muchas veces es indeseable.⁽²⁸⁾

Los compuestos fenólicos pueden clasificarse de acuerdo a su esqueleto básico en:⁽²⁷⁾

Tabla N° 1. Clasificación de los compuestos fenólicos según su grado de complejidad.

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| C6 | Fenoles simples |
| C6-C1 | Ácidos Benzoicos y relacionados |
| C6-C2 | Acetofenonas, ácidos fenilacéticos |
| C6-C3 | Fenilpropanoides y relacionados |
| C6-C3 | Cumarinas y relacionados |
| C6-C3-C6 | Flavonoides y derivados |
| C6-C1-C6 | Benzofenonas y Estilbenos |
| C6-C2-C6 | Xantonas |
| (C6-C3)n | Lignanós, ligninas |



3.2 Alcaloides

Se llaman alcaloides (de álcali, carbonatos de alcalinos, y -oide, parecido a, en forma de) a aquellos metabolitos secundarios de las plantas sintetizados, generalmente, a partir de aminoácidos. Los alcaloides verdaderos derivan de un aminoácido, son por lo tanto nitrogenados. Son básicos (excepto colchicina), Sus estructuras químicas son variadas. Se considera que un alcaloide es, por definición, un compuesto químico que posee un nitrógeno heterocíclico procedente del metabolismo de aminoácidos; de proceder de otra vía, se define como Pseudoalcaloides. ⁽²⁶⁾

3.2.1 Clasificación

De acuerdo a la estructura química del núcleo:

Grupo Pseudoalcaloides:

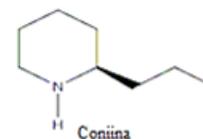


Fig. 1

Grupo Tropano:

El núcleo tropanico comprende

Un heterocíclico nitrogenado bicíclico:

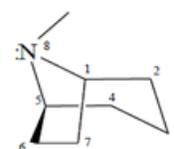
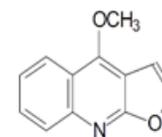


Fig. 2

Grupo Quinolina:

Sub grupo I: Furo quinoleína



Dictamina

Fig.3

Subgrupo II: Cinchona

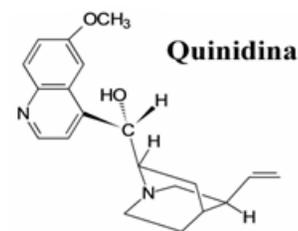


Fig.4



Grupo Isoquinolina

No Opiáceos



Fig.5

Opiáceos

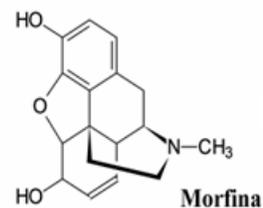


Fig.6

Grupo Indol

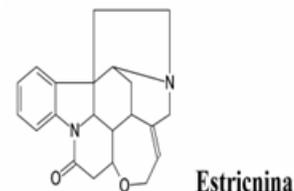


Fig.7

3.2.2 Identificación

Los alcaloides, junto a otras drogas básicas de interés toxicológico, tienen un comportamiento análogo frente a un grupo de reactivos de precipitación que permiten sospechar su presencia. en una pericia toxicológica se hace uso de estas reacciones como primer paso de identificación, ya que una reacción positiva excluye la presencia de estos tóxicos, aunque una reacción positiva no asegura su presencia. ⁽²⁶⁾

- La reacción con el Reactivo de Mayer (tetra yodo mercuriato de potasio) da lugar a la formación de un precipitado amarillento amorfo o cristalino.
- El Reactivo de Dragendorff (yodo bismutato de potasio) forma precipitadas de color rojo anaranjado y en general amorfo.
- El Reactivo de Bouchardat (triioduro) genera precipitados de color rojo pardo.

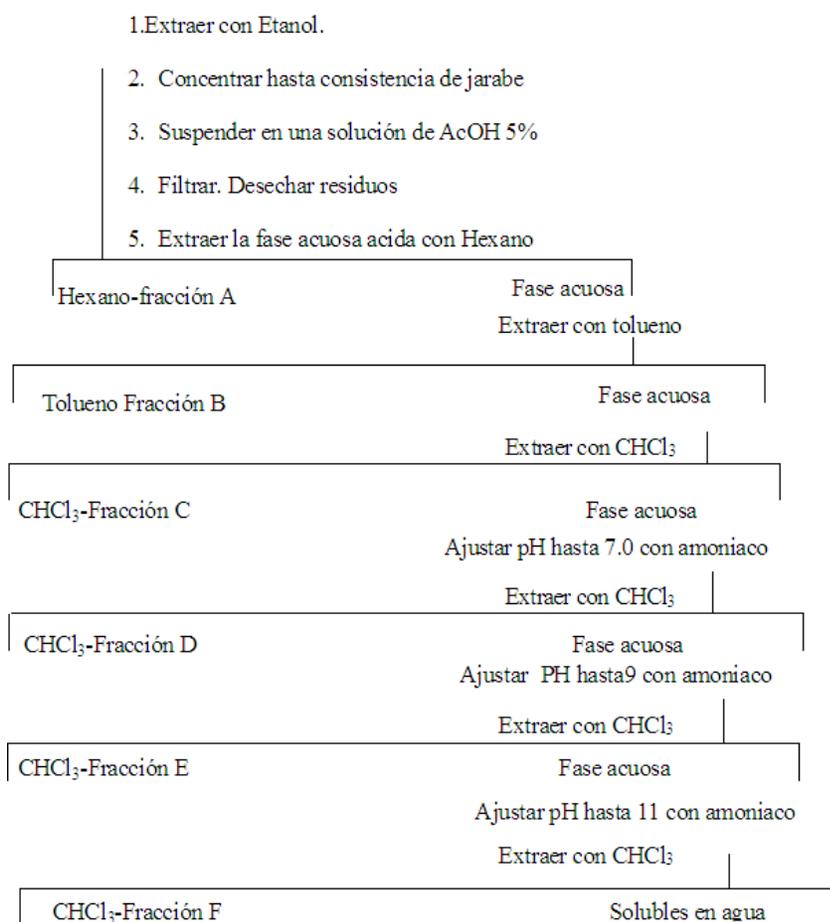


El procedimiento para estos reactivos generales comienza con la evaporación de 2 a 3 gotas del extracto etanólico en vidrio de reloj. Se agregan luego 2 a 3 gotas de ácido clorhídrico 5% hasta solubilizar los residuos. A esta solución se agrega una gota del reactivo correspondiente.

(26)

3.2.3 Extracción general de alcaloides

Tabla N°2. Droga vegetal





3.3 Aceites esenciales

Los Aceites Esenciales o esencias vegetales son productos químicos que forman las esencias odoríferas de un gran número de vegetales. El término aceite esencial se aplica también a las sustancias sintéticas similares preparadas a partir del alquitrán de hulla, y a las sustancias semi sintéticas preparadas a partir de los aceites naturales esenciales.

Los aceites esenciales son líquidos volátiles, en su mayoría insolubles en agua, pero fácilmente solubles en alcohol, éter y aceites vegetales o minerales. Por lo general no son oleosos al tacto. Pueden agruparse en cinco clases, dependiendo de su estructura química: alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas, lactonas y óxidos. ⁽²⁶⁾

3.3.1 Clasificación química de los aceites Esenciales

Químicamente son una mezcla compleja de componentes, que pueden agruparse en:

- Compuestos terpénicos, formados por unidades de isopreno (5 carbonos), que pueden ser monoterpenos (10 carbonos) y sesquiterpenos (15 carbonos). Estos monoterpenos y sesquiterpenos pueden ser a su vez acíclicos, monocíclicos y bicíclicos, y también oxigenados y no oxigenados.
- Compuestos aromáticos derivados del fenilpropano: aldehído cinámico, eugenol, anetol, aldehído anísico y safrol entre otros.
- Otros compuestos presentes en pequeña proporción: ácidos orgánicos (ácido acético, valérico e isovalérico), cetonas de bajo peso molecular y cumarinas volátiles (bergapteno). ⁽²⁶⁾

3.3.2 Características químicas de los aceites esenciales

Los componentes de los aceites se clasifican en terpenoides y no terpenoides.

- **No terpenoides.** En este grupo tenemos sustancias alifáticas de cadena corta, sustancias aromáticas, sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas.
- **Terpenoides.** Los terpenos derivan, de unidades de isopreno (C5) unidas en cadena. ⁽²⁶⁾



Principalmente encontramos en los aceites monoterpenos (C10), aunque también son comunes los sesquiterpenos (C15) y los diterpenos (C20). Pueden ser alifáticos, cíclicos o aromáticos. (26)

Según los grupos funcionales que tengan pueden ser:

- Alcoholes (mentol, bisabolol) y fenoles (timol, carvacrol)
- Aldehídos (geranial, citral) y cetonas (alcanfor, thuyona)
- Ésteres (acetato de bornilo, acetato de linalilo, salicilato de metilo, compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina).
- Éteres (1,8 – cineol) y peróxidos(ascaridol)
- Hidrocarburos (limoneno, α y β pineno)

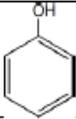
Los aceites esenciales son compuestos formados por varias sustancias orgánicas volátiles, En general son los responsables del olor de las plantas. Se definen, según AFNOR (1998), como: Productos obtenidos a partir de una materia prima vegetal. (26)

3.3.3 Naturaleza química

El contenido total en aceites esenciales de una planta es en general bajo (inferior al 1%) por mediante extracción se obtiene en una forma muy concentrada que se emplea en los diversos usos industriales. La mayoría de ellos, son mezclas muy complejas de sustancias químicas. El término quimiotipo alude a la variación en la composición del aceite esencial, incluso dentro de la misma especie. (26)



Tabla N°3. Se muestran los grupos funcionales alusivos a diversos quimiotipos.

| Compuesto | Grupo funcional | Ejemplo | Propiedades |
|---------------|--|-----------------------------|---|
| Alcohol | $\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$ | Mentol, geraniol | Antimicrobiano, antiséptico, tonificante, espasmolítico |
| Aldehído | $\begin{array}{c} O \\ \\ R-C-H \end{array}$ | Citral, citronelal | Espasmolítico, sedante, antiviral |
| Cetona | $\begin{array}{c} O \\ \\ R_1-C-R_2 \end{array}$ | Alcanfor, tuyona | Mucolítico, regenerador celular, neurotóxico |
| Éster | $\begin{array}{c} O \\ // \\ R_1-C \\ \backslash \\ O-R_2 \end{array}$ | Metil salicilato | Espasmolítico, sedativo, antifúngico |
| Éteres | $-C-O-C-$ | Cineol, ascaridol | Expectorante, estimulante |
| Éter fenólico | Anillo - O - C | Safrol, anetol, miristicina | diurético, carminativo, estomacal, expectorante |
| Fenol |  | Timol, eugenol, carvacrol | Antimicrobiano Irritante Estimulante inmunológico |
| Hidrocarburo | Sólo contiene C y H | Pineno, limoneno | Estimulante descongestionante antivirico, antitumoral |

3.4 Carbohidratos

Los carbohidratos se presentan en forma de azúcares, almidones y fibras, y son uno de los tres principales macro nutrientes que aportan energía al cuerpo humano (los otros son los lípidos y las proteínas). Los carbohidratos o hidratos de carbono ó glúcidos constituyen compuestos químicos formados principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Estas biomoléculas ejercen funciones fundamentales en los seres vivos, como: soporte (celulosa), reserva de alimento (almidón), reserva energética (glucógeno), energía inmediata. ⁽²⁶⁾



3.4.1 Clasificación

Los Glicósidos

- **Glicósidos Fenólicos simples**

La aglicona tiene una estructura fenólica simple. Un ejemplo es la *arbutina*. Tiene un efecto antiséptico urinario. ⁽²⁶⁾

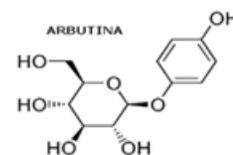


Fig. 8

- **Glicósidos Flavónicos**

Aquí el aglicona es un derivado de los flavonoides. Es un grupo muy grande de glucósidos. Algunos ejemplos son la hesperidina, la *naringina*, la rutina y la quercetina. Estos glucósidos tienen un efecto antioxidante. También se sabe que disminuyen la fragilidad capilar. ⁽²⁶⁾

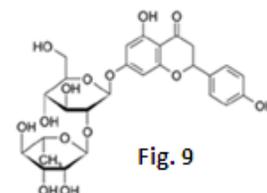


Fig. 9

- **Glicósidos Cardíacos**

En su estructura, la aglicona es un núcleo esteroideo. Se utilizan en el tratamiento de las enfermedades cardíacas como arritmia y fallo cardíaco. ⁽²⁶⁾

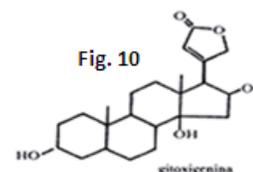


Fig. 10

- **Glicósidos Cumarínicos**

Aquí el aglicona es un derivado de la cumarina. Un ejemplo es la apterina que se utiliza para dilatar las arterias coronarias, así como, para bloquear los canales del calcio ⁽²⁶⁾

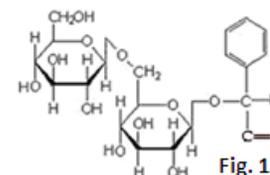


Fig. 11

- **Glicósidos Cianogénicos**

En este caso, la aglicona contiene un grupo cianuro y el glucósido puede generar el venenoso ácido cianhídrico. Un ejemplo de éstos es la amígdalina, un glucósido particular de las almendras. ⁽²⁶⁾



Fig. 12

- **Saponinas**

Las saponinas son glicósidos (combinación de azúcares y agliconas o sapogeninas) que están presentes en gran diversidad de plantas y se caracterizan por su capacidad para formar espuma en soluciones acuosas. Existen dos clases de saponinas: las de tipo esterooidal, generalmente triterpenostetracíclicas, y

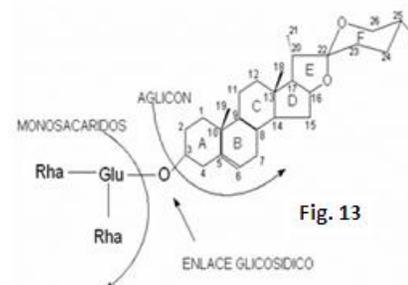


Fig. 13

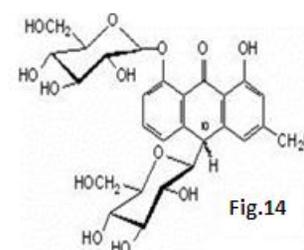


las de tipo triterpenoides pentacíclicos, estas últimas conocidas comúnmente como saponinas triterpenoides.

Las saponinas tienen un amplio rango de actividades biológicas tales como su acción antimicótica, antiviral, anticáncer, hipolesterolemica, hipoglicémica, antitrombótica, diurética, antiinflamatoria y molusquicida. Por hidrólisis de las saponinas se obtienen las saponinas esteroidales, de gran interés para la industria farmacéutica por ser precursores en la síntesis de hormonas y corticoides.⁽²⁶⁾

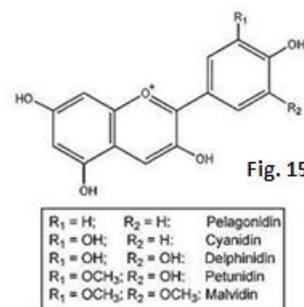
- **Glicósidos Antraquinónicos**

Los glucósidos antraquinónicos contienen una aglicona derivada de la antraquinona. Están presentes en el ruibarbo y los géneros *Aloe* y *Rhamnus*; tienen un efecto laxante y purgante.⁽²⁶⁾



- **Antocianidina**

Son pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos. Desde el punto de vista químico, las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides y son glicósidos de las antocianidinas, constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace glicosídico. Sus funciones en las plantas son múltiples, desde la de protección de la radiación ultravioleta hasta la de atracción de insectos polinizadores.⁽²⁶⁾



3.4.2 Reacciones de identificación de los carbohidratos

- **Reacción de Molisch**

Reacción en la cual el ácido sulfúrico cataliza la hidrólisis de los enlaces glicosídicos de la muestra y la deshidratación a furfural (en las pentosas) o hidroximetilfurfural (en las hexosas). Estos furfurales se condensan con el alfa naftol del reactivo de Molisch (reacción de Molisch) dando un producto coloreado.⁽²⁶⁾



- **Reacción de Benedict**

Una de las reacciones más comunes en la identificación de carbohidrato, esta reacción es específica para azúcares con grupo reductores libres (C=O). Todos los monosacáridos poseen un grupo reductor libre. La coloración dependerá de la concentración de óxido de cobre y ésta a su vez de la reducción del cobre. ⁽²⁶⁾

- **Reacción de Seliwanoff**

Los carbohidratos se clasifican como cetosas o aldosas. En el carbono 2 tienen una función cetona, que en presencia de un ácido fuerte producen rápidamente derivados furfúricos que reaccionan con un fenol llamado resorcina. La sacarosa (un disacárido formado por glucosa y fructosa) y la inulina (un polisacárido de la fructosa) dan positiva la reacción, ya que el HCl del reactivo provoca en caliente la hidrólisis del compuesto liberando fructosa (responsable de la reacción positiva). ⁽²⁶⁾

3.5 Taninos

Los taninos comprenden un grupo de sustancias complejas que están ampliamente distribuidas en los vegetales, suelen localizarse en diferentes partes de la planta, como son: las hojas, la corteza, el tallo y en los frutos inmaduros que generalmente desaparecen en la maduración. Los taninos son compuestos químicos no cristalizables que forman soluciones coloidales de reacción ácida y de sabor astringente. Producen precipitación de soluciones de gelatinas y de alcaloides dando compuestos azules o negros. Con las sales férricas producen compuestos de color rojo. ⁽²⁶⁾

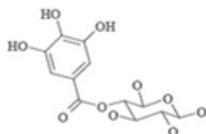
Desde el punto de vista químico se clasifican en:

- **Taninos hidrolizables o hidrosolubles (pirogálicos).** En estos se distinguen los taninos gálicos. Poliésteres de azúcar (Glucosa) o un poliol y de un número variable de ácidos, fenoles. Son hidrolizables por ácidos, álcalis y enzimas.
- **Taninos condensados: no hidrosolubles,** tienen una estructura similar a la de los flavonoides y carecen de osas en su molécula. Destacan los taninos catéquicos (formados por 2 o más moléculas de 3-flavanoles) y los leucoantocianos o procianidoles (formados por 2 o más moléculas de 3,4-flavandioles).

Según su naturaleza:

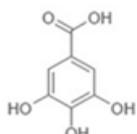
- **Taninos Gálicos:** (ácido gálico o 3,4,5-trihidroxibenzoico)
- **Taninos elágicos:** o ácido elágico.

Estructura de taninos hidrolizables: Taninos gálicos



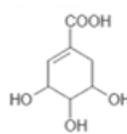
Glucogalina

Fig. 16



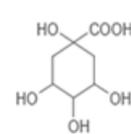
Ácido gálico

Fig. 17



Ácido sikímico

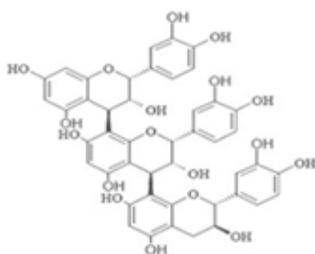
Fig. 18



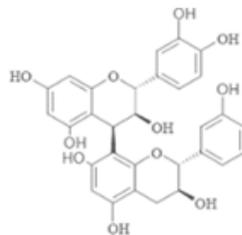
Ácido quínico

Fig. 19

Estructura de taninos condensados o Proantocianidinas



Poliepicatequinas Fig.20



Procianidinas

Fig. 21

4. Técnicas generales de extracción

4.1 Soxhlet.

Se fundamenta: Colocación del solvente en un balón. Ebullición del solvente que se evapora hasta un condensador a reflujo. El condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior. Ascenso del nivel del solvente cubriendo el cartucho hasta un punto en que se produce el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón. Se vuelve a producir este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se va concentrando en el balón del solvente. ⁽¹²⁾



Fig. 22

4.2 Percolación.

Se fundamenta: El percolador es un recipiente cónico con una abertura superior en la cual se puede colocar una tapa circular horadada que permite el paso del líquido y somete a una ligera presión a los materiales colocados en él. Por la parte inferior posee un cierre regulable para permitir el paso del líquido a una velocidad conveniente. El material vegetal se humedece previo a su colocación en el percolador con una cantidad apropiada del menstro colocados en un recipiente bien cerrado y se deja en reposo por espacio aproximado de cuatro horas. Pasado ese tiempo se empaqueta convenientemente en el percolador de manera que permita el paso uniforme del líquido y el total contacto de éste con el material vegetal. Se llena de líquido y se tapa el percolador. Se abre la salida inferior hasta lograr un goteo uniforme y se cierra. Se adiciona más menstro hasta lograr cubrir todo el material y se deja en maceración con el percolador cerrado por 24 horas. Pasado este tiempo se deja gotear lentamente y se adiciona suficiente menstro hasta un volumen proporcional a las 3/4 partes del volumen total requerido para el producto final. Se presiona la masa húmeda residual para extraer el máximo del líquido retenido y se completa con suficiente menstro hasta obtener la proporción adecuada, se filtra o se clarifica por decantación. ⁽¹³⁾

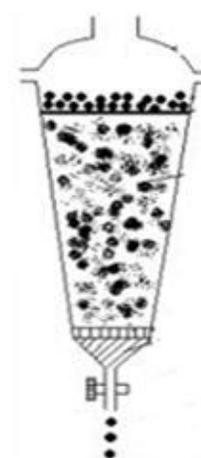


Fig.23

4.3 Maceración.

Se fundamenta: Coloca el material vegetal en forma de trozos o polvo, según sea la conveniencia, en un recipiente lleno del menstro y se deja reposar por tres o más días, con agitación frecuente hasta completar la extracción del material vegetal. Al final de este período se cuela y el resto sólido se exprime hasta lograr quitar el líquido remanente. El líquido así obtenido se clarifica por decantación o filtración. La maceración se realiza a temperatura ambiente y los líquidos que con más frecuencia se utilizan son el agua y el alcohol o combinación de ambos. El tiempo total de maceración está en dependencia del tipo de planta, parte de la misma o del principio activo a extraer. La proporción más usada es de 1:20 vegetal/líquido. ⁽¹⁴⁾



Fig. 24

4.4 Arrastre por vapor.

Se fundamenta: Cuando se usa vapor saturado o sobrecalentado, generado fuera del equipo principal, esta técnica recibe el nombre de “destilación por arrastre con vapor”, propiamente dicha.

También se puede usar el llamado “método directo”, en el que el material está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor. En este caso, se ponen en el mismo recipiente el agua y el material a extraer, se calientan a

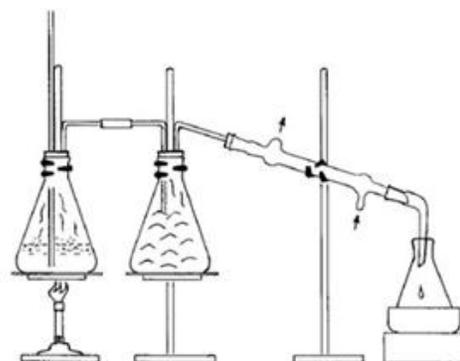


Fig.25 Extracción por arrastre de vapor.

ebullición y el aceite extraído es arrastrado junto con el vapor de agua hacia un condensador que enfría la mezcla, la cual es separada posteriormente para obtener el producto deseado. ⁽¹⁵⁾

5. Historia de cromatografía en capa fina

La evolución de la cromatografía en los últimos 100 años se ha caracterizado por una serie de hitos importantes, cada uno anunciando el comienzo de una rama importante. ⁽²⁶⁾

La cromatografía de adsorción, descubierta por el botánico ruso Michael Tswett en 1903 apropiada principalmente para la separación de sustancias lipófilas, quien encontró que los pigmentos vegetales podían separarse, a través de una columna de carbonato cálcico, observando que en ésta se formaban zonas amarillas y verdes, sin embargo permaneció ignorada hasta el año 1931. La técnica del TLC se utilizó por primera vez de 1937 a 1938 en el Instituto Experimental de Farmacia de la Universidad Estatal de Kharkov, Ucrania, por Nikolai A. Izmailov, el joven director de este instituto, y María S. Shraiber, su estudiante graduado. ⁽²⁶⁾

En 1941 Martin y Synge desarrollaron la cromatografía de reparto. Utilizando columnas de gel de sílice, al que se había incorporado una determinada cantidad de agua. Siendo un método cromatográfico de separación utilizable para compuestos hidrófilos (albuminoides, polisacáridos

y ácidos nucleicos). Consden, Gordon y Martin sustituyen la sustancia soporte silicagel por tiras de papel y crean la cromatografía de papel. Luego la cromatografía en capa fina (TLC) sustituyó prácticamente cromatografía en papel como una de las técnicas cromatográficas más populares de rutina. ⁽²⁶⁾

Meinhard y Hall de la Universidad de Wisconsin utilizaron un aglutinante (almidón de maíz) para mantener el revestimiento sobre la placa de vidrio y añadieron una pequeña cantidad de polvo de celite a las partículas adsorbentes para mejorar la consistencia de la capa para el mejor desarrollo de TLC. En 1951 Justo G. Kirchner comenzó la era moderna de TLC en el Departamento de Agricultura de Estados Unidos y el Laboratorio de Frutas Verduras en el sur de California. Recubriendo una capa de ácido silícico (utilizando almidón como aglutinante) en tiras de vidrio, desarrollo placas en modo ascendente. ⁽²⁶⁾

En esta técnica, las placas manchadas se colocaban en una cámara cerrada, sumergiendo un lado de la placa en el disolvente (la fase móvil) para luego ascender a través de la acción capilar llevando con ella los componentes de la muestra que se separan durante su paso en el plato, a diferencia de sus predecesores que añadían sólo una gota de disolvente para el desarrollo. ⁽²⁶⁾

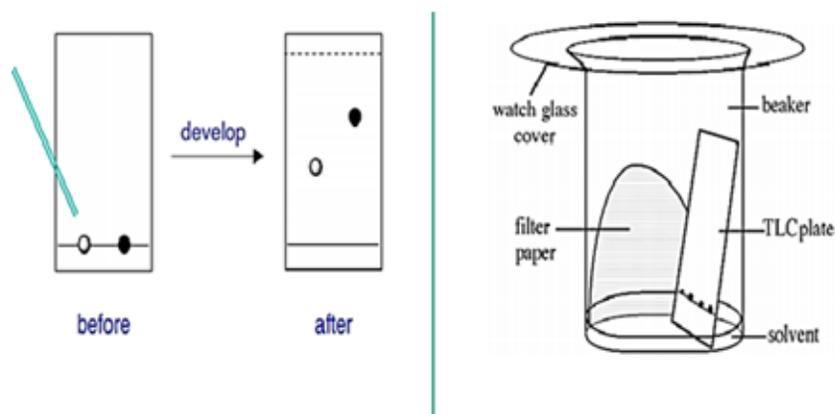


Fig. 26 Cromatografía en capa fina

6. Tipos de Cromatografía de capa fina

- **Descendente:** Aquí la fase móvil está presente en la parte superior, se trata de una caja saturada de vapor de agua, atravesada por un cajetín semicilíndrico lleno con el solvente orgánico. Para sujetar el papel introducimos una varilla a lo largo de la caja. El solvente

comenzará descendiendo pasando por la zona de muestra y arrastrándola, consiguiéndose así la separación. ⁽²⁶⁾

- Ascendente: El solvente se encuentra en la parte inferior de la cubeta y asciende por el papel haciendo que se separe la muestra. ⁽²⁶⁾



Fig.27 Cromatografía ascendente y descendente

- Radial: También es llamado como cromatografía Circular, aquí se toma un papel de filtro circular y la muestra se administra en el centro del papel. Después de secar la mancha el papel de filtro se ata horizontalmente sobre una placa de Petri que contiene disolvente. Así que la mecha del papel se sumerge dentro del solvente. El disolvente se eleva a través de la mecha y el componente se separan en forma de concentrado zona circular.

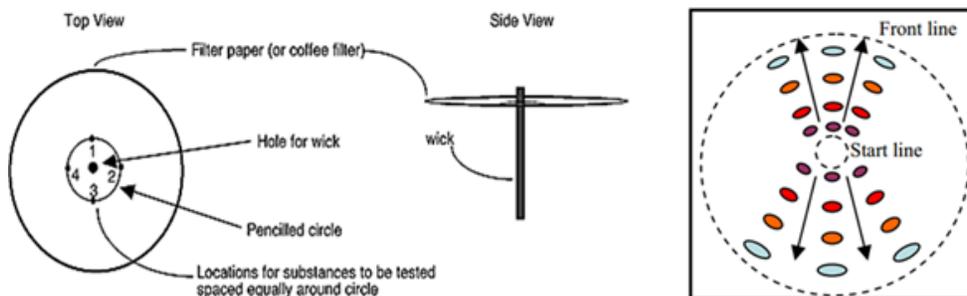


Fig.28 El esquema del experimento cuando se implementa TLC ascendente circular

- Cromatografía bidimensional se refiere al proceso cromatográfico que hace que los componentes migren primero en una dirección y luego en otra perpendicular a ella; las dos eluciones se llevan a cabo con eluyentes diferentes. ⁽²⁶⁾



7. Cromatografía.

La cromatografía es un método físico de separación en el cual los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una de las cuales es estacionaria mientras que la otra se mueve en una dirección definida. La separación ocurre debido a que cada componente de una mezcla tiene una afinidad diferente para la fase estacionaria, y por lo tanto será adsorbido a una mayor o menor medida que los otros componentes.

7.1 Fases de la cromatografía.

Las cromatografías se hacen en dos fases, una estática y otra móvil. En la fase estática o estacionaria, la mezcla se coloca sobre un soporte fijo, en esta fase es en la cual están retenidos los componentes de la muestra, y a través de la cual fluye la fase móvil arrastrando a los mismos. En la fase móvil es la fase que fluye a través de una fase estacionaria, arrastrando con ella a los compuestos de la mezcla. En la fase móvil empezará el proceso de separación de los componentes de la mezcla al moverse a distintas velocidades por el líquido los distintos componentes de la mezcla. ⁽²⁶⁾

8. Técnicas.

Las distintas técnicas cromatográficas se pueden dividir según cómo esté dispuesta la fase estacionaria:

8.1 Cromatografía plana.

La fase estacionaria se sitúa sobre una placa plana o sobre un papel.

Aplicaciones: se utiliza para separar e identificar los componentes de pequeñas muestras de sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas, se usa en determinadas aplicaciones con una finalidad didáctica, también para la separación de muestras clínicas y bioquímicas así como en otras aplicaciones analíticas generales por su gran sencillez y bajo costo. ⁽²⁶⁾

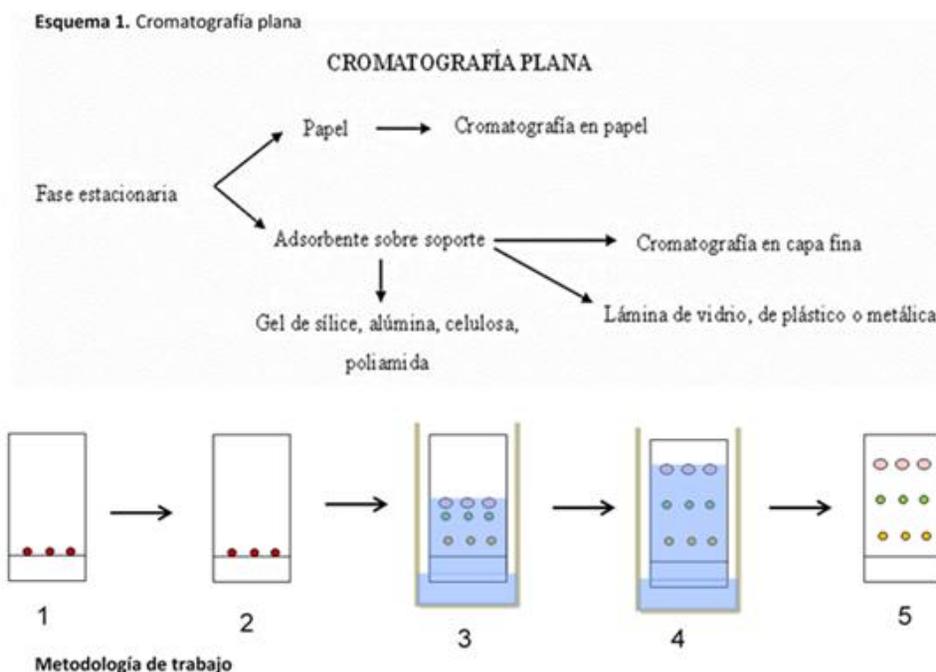


Fig.29 Metodología de trabajo cromatografía plana

- **Etapa 1:** En principio se colocan unas gotas de la mezcla a separar sobre la fase estacionaria.
- **Etapa 2:** que es seguidamente colocada en un recipiente que contiene la fase móvil.
- **Etapas 3 y 4:** al elevarse ésta última por la fase estacionaria va arrastrando la mezcla de modo que los componentes se irán separando de acuerdo a su movilidad.
- **Etapa 5:** Finalmente se saca la fase estacionaria del tanque de fase móvil y se deja secar.

8.2 Cromatografía en papel.

La fase estacionaria está constituida simplemente por una tira de papel de filtro. La muestra se deposita en un extremo colocando pequeñas gotas de la disolución y evaporando el disolvente. Luego el disolvente empleado como fase móvil se hace ascender por capilaridad.

La separación se realiza en función de la afinidad de los solutos con las dos fases, las más solubles en agua se quedarán cerca del punto donde se aplicó la muestra, y las menos solubles en agua y más solubles en el disolvente llegarán más lejos. Las sustancias separadas se identifican mediante diversos procedimientos físicos o químicos. ⁽²⁶⁾

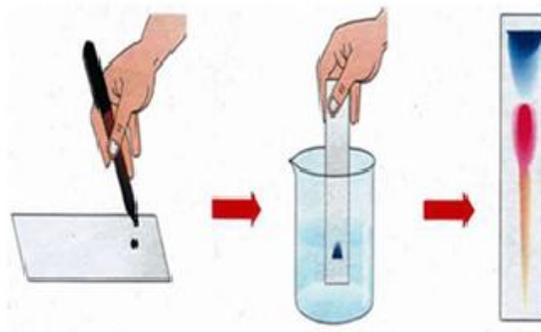


Fig. 30 Realización de cromatografía en papel

8.3 Cromatografía en capa fina.

Es similar a la cromatografía en papel, pero la fase estacionaria es una capa delgada de un sólido tal como alúmina o sílice soportado en una base inerte tal como vidrio, papel de aluminio o de plástico insoluble. La mezcla se “mancha” en la parte inferior de la placa de TLC y se deja secar. La placa se coloca en un recipiente cerrado que contiene disolvente (fase móvil) para que el nivel de líquido esté por debajo del punto. ⁽²⁶⁾

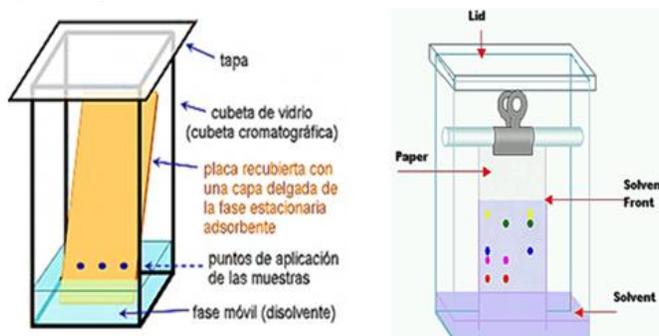


Fig. 31 Realización de cromatografía en capa fina

La cromatografía en capa fina presenta una serie de ventajas frente a otros métodos cromatográficos (en columna, en papel, en fase gaseosa) ya que el utillaje que precisa es más simple. El tiempo que se necesita para conseguir las separaciones es mucho menor y la separación es generalmente mejor. Pueden usarse reveladores corrosivos, que sobre papel destruirían el cromatograma. El método es simple y los resultados son fácilmente reproducibles, lo que hace que sea un método adecuado para fines analíticos. ⁽²⁶⁾



8.3.1 Factores que influyen en una separación por cromatografía de capa fina.

- Temperatura: a menor temperatura las sustancias se adsorben más en la fase estacionaria.
- Las corrientes de aire: se debe tomar en cuenta que el lugar donde se realice la cromatografía no esté en contacto con corrientes de aire ya que pueden dañar el estudio.
- Limpieza de las placas. Muchas placas están contaminadas con grasa o agentes plastificantes o adhesivos. Para el trabajo a pequeña escala, éstas deben limpiarse corriendo primero una mezcla de cloroformo y metanol y después dejar secar completamente antes de aplicar la muestra.
- Pureza de los disolventes.

8.3.2 Determinación de Rf en cromatografía capa fina.

La retención se puede explicar en base a la competencia que se establece entre el soluto a separar y la fase móvil por adsorberse a los centros activos polares de la fase estacionaria. Así, las moléculas de soluto se encuentran adsorbidas en la fase estacionaria y a medida que se produce la elución van siendo desplazadas por la fase móvil. ⁽²⁶⁾

La retención y la selectividad en la separación dependen de los valores respectivos de las constantes de los diferentes equilibrios químicos que tienen lugar, que están en función de:

- La polaridad del compuesto, determinada por el número y naturaleza de los grupos funcionales presentes. Los solutos más polares quedarán más retenidos puesto que se adsorben más firmemente a los centros activos de la fase estacionaria, mientras que los no polares se eluirán con mayor facilidad.
- Naturaleza del disolvente. Así, para un mismo compuesto, un aumento en la polaridad del disolvente facilita su desplazamiento en la placa.
- La relación entre las distancias recorridas por el soluto y por el eluyente desde el origen de la placa se conoce como Rf, y tiene un valor constante para cada compuesto en unas condiciones cromatográficas determinadas (adsorbente, disolvente, tamaño de la cubeta, temperatura, etc.). Debido a que es prácticamente imposible reproducir exactamente las condiciones experimentales, la comparación de una muestra con otra debe realizarse eluyendo ambas en la misma placa. ⁽²⁶⁾

Para calcular el Rf se aplica la siguiente expresión: ⁽²⁶⁾

$R_f = \text{distancia recorrida por el compuesto (X)} / \text{distancia recorrida por el eluyente (Y)}$.

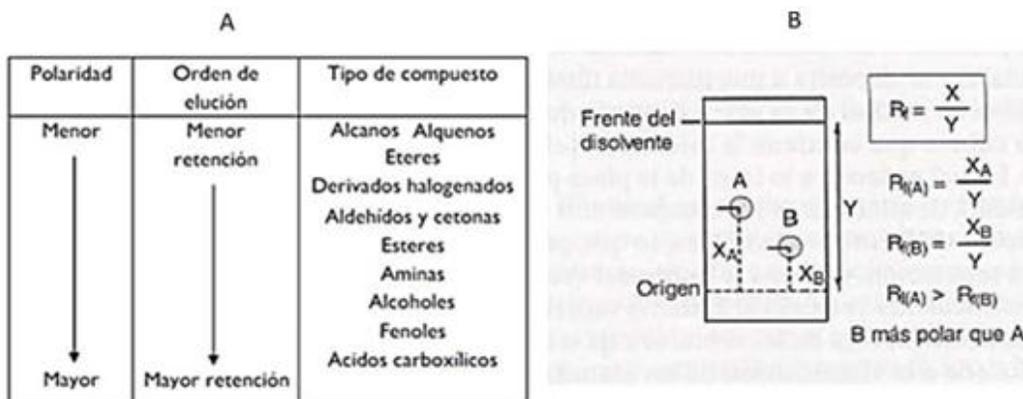


Fig.32

Polaridad y orden de elución de algunos compuestos
Representación del cálculo de Rf

La distancia recorrida por el compuesto se mide desde el centro de la mancha. Si ésta es excesivamente grande se obtendrá un valor erróneo del Rf.

Se recomienda elegir un eluyente en el que los componentes de la mezcla presenten un Rf medio en torno a 0.3-0.5. Para compuestos poco polares, se debe utilizar un disolvente apolar como el hexano.

En el caso de compuestos con polaridad media, se aconseja utilizar mezclas hexano/acetato de etilo en distintas proporciones. Los productos más polares, requieren disolventes más polares como mezclas de diclorometano/metanol en distintas proporciones. ⁽²⁶⁾

8.3.3 Elección del eluyente.

Al realizar la elección del eluyente se debe tener en cuenta el tamaño de las partículas del adsorbente, cuanto más finamente dividido esté mayor será su adhesión al soporte, aunque también se le puede añadir un adherente. ⁽²⁶⁾

En la elección del eluyente influyen varios factores:

- Precio.
- Pureza.



- No utilizar mezclas de eluyentes (reproducibilidad).
- No utilizar compuestos muy volátiles.
- Evitar que contengan trazas de metales (catalizadores).

La elección del eluyente se realiza de forma empírica. Hay que estudiar la polaridad del componente y probar con eluyentes cada vez menos polares.

9. Reacciones cromáticas.

9.1 Folin - Ciocalteu para fenoles.

En un erlenmeyer de 1500 ml, introducir 100 g de tungstato de sodio, 25 g de molibdato de sodio, 700 ml de agua, 50 ml de ácido fosfórico y 100 ml de ácido clorhídrico. Calentar a reflujo la mezcla suavemente durante aproximadamente 10 horas y agregar 150 g de sulfato de litio, 50 ml de agua y unas pocas gotas de bromo. Calentar a ebullición la mezcla, sin refrigerante, durante aproximadamente 15 minutos o hasta expulsar el exceso de bromo. Enfriar, diluir con agua a 1 litro y filtrar: el filtrado no tiene tinte verdoso. Antes de usar, diluir 1 parte del filtrado con 1 parte de agua. Realizar una disolución 2:3. Muestra: Agua destilada, Tomar una alícuota de 2 ml de la dilución 2:3, Adicionar 1 ml de Reactivo de Folin y 1 ml de carbonato de Calcio. ⁽⁹⁾

9.2 Índice de espuma.

Número de mililitros en que se ha disuelto 1 g de saponina para producir 1 cm de altura de espuma. Colocar en 10 tubos de ensayo de igual diámetro de 1 a 10 ml de solución de saponina y completar la diferencia con agua destilada hasta 10 ml en cada uno de los tubos. Agitar por 1 minuto y dejar en reposo por 30 minutos. Observar que tubo presenta 1 cm de altura de espuma y anotarlo. ⁽²⁴⁾



9.3 Hidrocarburos aromáticos.

9.3.1 Agua de bromo.

Mediante esta prueba se detectan anillos bencénicos sustituidos con grupos activantes (anilinas, fenoles, etc.).

Reactivo: Solución de bromo en agua al 1%

Disolver o suspender 5 gotas o 50 mg de sustancia en agua (si la muestra es insoluble disolver en una pequeña cantidad de etanol) y agregar gota a gota agua de bromo hasta que persista el color de ésta Agitar enérgicamente durante unos minutos. Observar si hubo formación de precipitado (resultado positivo) y el aspecto del líquido. ⁽¹¹⁾⁽¹⁸⁾

9.4 Fenoles.

9.4.1 Cloruro férrico.

La mayoría de los fenoles presentan complejos coloreados con cloruro férrico.

Reactivo: Solución acuosa de FeCl_3 al 2,5%.

Agregar 2-3 gotas de reactivo sobre 50 mg de sustancia en 1 ml de agua o etanol-agua en un tubo de ensayo. Una coloración roja, violácea, azul o verde indica un resultado positivo. Dicho color no es permanente, por lo que debe observarse en el momento en que se añaden las gotas de FeCl_3 . Si se usa cloroformo como solvente y piridina el ensayo es mucho más sensible. ⁽¹¹⁾⁽¹⁸⁾

9.4.2 Reacción de Schotten Baumann

Con precaución añada unas cuantas gotas de cloruro de acilo a 1ml de muestra y toque si hay desprendimiento de calor en forma similar ensaye el comportamiento de cloruro de benzoilo. ⁽¹¹⁾

Solución de Permanganato de potasio: Añada una solución de permanganato de potasio al 2% gota agota con agitación hasta que persista el color purpura del permanganato de potasio. ⁽¹¹⁾



9.5 Glucósidos

9.5.1 Ensayo de Fehling

Los aldehídos alifáticos reducen el reactivo de Fehling formando un precipitado rojo de óxido cuproso: $RCHO + 2 Cu^{2+} + NaOH + H_2O \rightarrow R-COONa + Cu_2O + 4 H$

Reactivo:

- Solución 1 – Disolver 34,64 g de $CuSO_4$ en agua y agregar algunas gotas de H_2SO_4 diluido. Llevar a 500 ml.
- Solución 2 – Disolver 60 g de NaOH puro y 173 g de tartrato de sodio y potasio en agua;

Llevar el filtrado y los lavados a 500 ml. El reactivo se prepara mezclando iguales volúmenes de las soluciones 1 y 2 justo antes de usar. A 2 gotas (o 50 mg) de sustancia se le agregan 2-3 ml de reactivo de Fehling. Calentar en baño de agua durante 3 ó 4 minutos. Observar. ⁽¹⁸⁾

9.6 Caracterización de Antraquinonas

9.6.1 Reacción de Bornträger

9.6.1.1 Bornträger directa

Es siempre extrayendo primero con benceno y extrae las antraquinonas libres

El fin de la reacción de Bontragger directa es sólo extraer las antraquinonas libres con benceno una vez en fase bencénica, enfrente con NaOH y observo aparición de color rojo el color rojo se debe a la formación de estructuras resonantes (positivo). ⁽⁵⁾⁽⁶⁾

9.6.1.2 Bornträger indirecta

Es siempre hidrolizando previamente el material (sea droga vegetal, extracto seco o marco) el fin de la reacción de Bontragger indirecta es romper las uniones glicosídicas y liberar las antraquinonas de los heterósidos antraquinónicos.



Una vez liberadas y por estar solubles en medio básico, debe volverlas insolubles para poder pasarlas a una fase bencénica, separándolas de otros componentes coloreados que podrían dar falsos positivos.

Para ello agrego un ácido que va a protonar los OH fenólicos impidiéndoles formar estructuras resonantes y por lo tanto, haciéndolas insolubles en agua. Por último extraigo a las antraquinonas en benceno y ahora sí, enfrento con NaOH para observar la aparición de color rojo (positivo).⁽⁵⁾⁽⁶⁾

9.7 Identificación de Agliconas y Heterósido

9.7.1 Reacción de Schouteten.

Hidrolizando previamente el material (sea droga vegetal, extracto seco o marco) el fin para ello agrego un ácido que va a protonar los OH fenólicos impidiéndoles formar estructuras resonantes y por lo tanto, haciéndolas insolubles en agua. Por último se extrajo a las antraquinonas en benceno y enfrentar con borato sódico, las formas reducidas dan fluorescencia azul o azul-verdosa.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

9.7.2 Reacción de Tsukida.

Hidrolizando previamente el material (sea droga vegetal, extracto seco o marco) el fin para ello agrego un ácido que va a protonar los OH fenólicos impidiéndoles formar estructuras resonantes y por lo tanto, haciéndolas insolubles en agua. Por último se extrajo a las antraquinonas en benceno...y enfrentar con 4-nitrosodimetilanilina disuelta en piridina da color azul violeta.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

9.7.3 Agua de bromo

Hidrolizando previamente el material (sea droga vegetal, extracto seco o marco) el fin Para ello agrego un ácido que va a protonar los OH fenólicos impidiéndoles formar estructuras resonantes y por lo tanto, haciéndolas insolubles en agua. Por último se extrajo a las antraquinonas en benceno...y enfrentar con Agua de bromo. Reacción de precipitación para todos los antracenosidos siempre que tengan OH en 1 y 8. Con agua de bromo dan derivados bromados que precipitan.⁽⁵⁾⁽⁶⁾



9.8 Salicilatos

9.8.1 Identificación de salicilatos I

La presencia de salicilatos se evidencia al calentar a punto de ebullición 2 ml de muestra, agregando luego 0.5 ml de cloruro férrico al 10%; de este modo vira hacia un color rojizo. ⁽²⁰⁾

9.8.2 Identificación de salicilatos II

Homogenizar previamente la muestra. En un tubo de ensayo colocar 3 ml. de muestra y agregar 1 ml de cloruro férrico al 10%. Calentar un poco para eliminar cuerpos cetónicos. La aparición de un color morado violeta persistente es positiva para salicilatos. Agregar unas gotas de H_2SO_4 , si desaparece el color se confirma la prueba. Si no desaparece el color es indicativo de ácido acetilsalicílico, salicilato de sodio, fenilo y metilo, o de derivados fenólicos. ⁽²¹⁾

9.8.3 Reactivo de Trinder, propuesto por Bauer, Ackermann y Toro.

Este método colorimétrico se basa en la formación de un complejo de color violeta con los salicilatos por iones ferrosos, después de la precipitación de las proteínas por la sal de mercurio, midiendo la absorbancia a 540 nm.

Reactivo: Se disolvieron por calentamiento 40 g de cloruro mercúrico químicamente puro en 900 ml de agua destilada, se enfrió y agrego 10 ml de ácido clorhídrico concentrado y 40 g de nitrato férrico, diluir a 1 litro. Se filtró la solución. ⁽²²⁾



10. Descripción botánica y hábitad de *Parmentiera edulis*

Nombre científico: *Parmentiera edulis*.

Familia: Bignoniácea.

Sinónimos: Cuajilote, Cuajote, Chote, Guachilote o Platanillo, Cacao de mono. Chaca, Chino, Torote (Chih., Tarahumara), Aceitillo hoja de lanza (Gro.), Cuajilote blanco (Gro.), Cuajote blanco (Gro.).⁽⁸⁾

Sinónimos científicos: *Bursera fagarioides* Engl., *Parmentiera aculeata*, *Elaphrium lancifolium* Schltld.⁽⁸⁾

Descripción

Árbol de 4 a 12m de altura, de tronco grueso con corteza agrietada y hojas divididas con espinas. Sus flores salen del tronco o en los extremos de las ramas, y originan frutos alargados. Árbol pequeño, hasta de 5 m de alto y 36 cm. de diámetro, ramificándose a baja altura, robusto y de copa muy amplia; corteza externa lisa, rojiza con capas papiráceas desprendibles; corteza interna rojiza, grosor total de la corteza de 32 mm; hojas dispuestas en espiral, imparipinnadas, de 28 a 36 cm. de largo, compuestas por 6 a 7 pares de folíolos opuestos o alternos, de 4.5 a 7 cm. de largo por 3 a 3.5 cm. de ancho, obovados a ligeramente lanceolados, margen entero, ápice obtuso a mucronado, base obtusa a ligeramente atenuada: verde rojizos en el haz y verde claros en el envés; panículas de hasta 27 cm. de largo.⁽⁸⁾



Fig. 33

Flores hermafroditas y pequeñas, con corolas hasta de 2 mm de diámetro, pétalos de color amarillo-cremoso; drupas dispuestas en panículas hasta de 27 cm. de largo, aplanadas y brillantes, de un color dorado cuando maduras, elípticas de 8 a 10 mm; las semillas se encuentran rodeadas por una ligera resina. Habita en clima cálido: semi-cálido y templado. Crece en huertos y está asociado con la selva tropical caducifolia y perennifolia; matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, de encino y pino.⁽⁴⁾⁽⁸⁾



Fig. 34



11. Usos tradicionales

Este árbol se utiliza como laxante y diurético en varias regiones del centro y sur del país, principalmente en el Estado de México, el Distrito Federal, Hidalgo y Puebla. Se recomienda, también, para tratar padecimientos de riñón y su tratamiento incluye al fruto, la corteza, las flores y la raíz, mismas que se hierven e ingieren como té. En otros casos como cálculos y vías urinarias, resulta eficaz moler el fruto e ingerir el extracto o asarlo y comerlo. Además la cocción de la flor, la raíz o el fruto, resulta un buen diurético. También se emplea para otras enfermedades como asma, garraspera, gripa y tos; se hierven las flores con tejocote y se endulzan para beberlo tibio en ayunas durante dos semanas. ⁽⁸⁾

12. Fitoterapia

Recetas y posología (modo de empleo por litro o por miligramos): En casos como cálculos y vías urinarias, resulta eficaz moler el fruto e ingerir el extracto o asarlo y comerlo. Además la cocción de la flor, la raíz o el fruto, resulta un buen diurético. También se emplea para otras enfermedades como asma, carraspera, gripa y tos; se hierven las flores con tejocote y se endulzan para beberlo tibio en ayunas durante dos semanas. La resina tiene propiedades vomitivo-purgantes. ^{(2) (8)}

13. Tóxicos y cuidado

El exudado resinoso, conocido como "goma archipín" se emplea como pegamento. ⁽⁸⁾



Diseño metodológico

Tipo de estudio: Experimental Cualitativo.

Población de estudio: *Parmentiera edulis*. Recolectados en la región del barrio de Sutiaba de la ciudad de León – Nicaragua.

Muestra: 71.1 g Frutos de *Parmentiera edulis* recolectados en la región del barrio de Sutiaba de la ciudad de León - Nicaragua.

Unidad de análisis: Extracto hidroalcoholico fluido del fruto de *Parmentiera edulis*.

Área de estudio: Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Farmacia, Laboratorios de farmacognosia.

Variables de estudio:

- Identificación de compuestos fenólicos por Cromatografía en capa fina.
- Presencia de compuestos fenólicos por reacciones cromáticas.

Factores de exclusión: Frutos de *Parmentiera edulis*, que presenten ennegrecimiento por oxidación o daños.

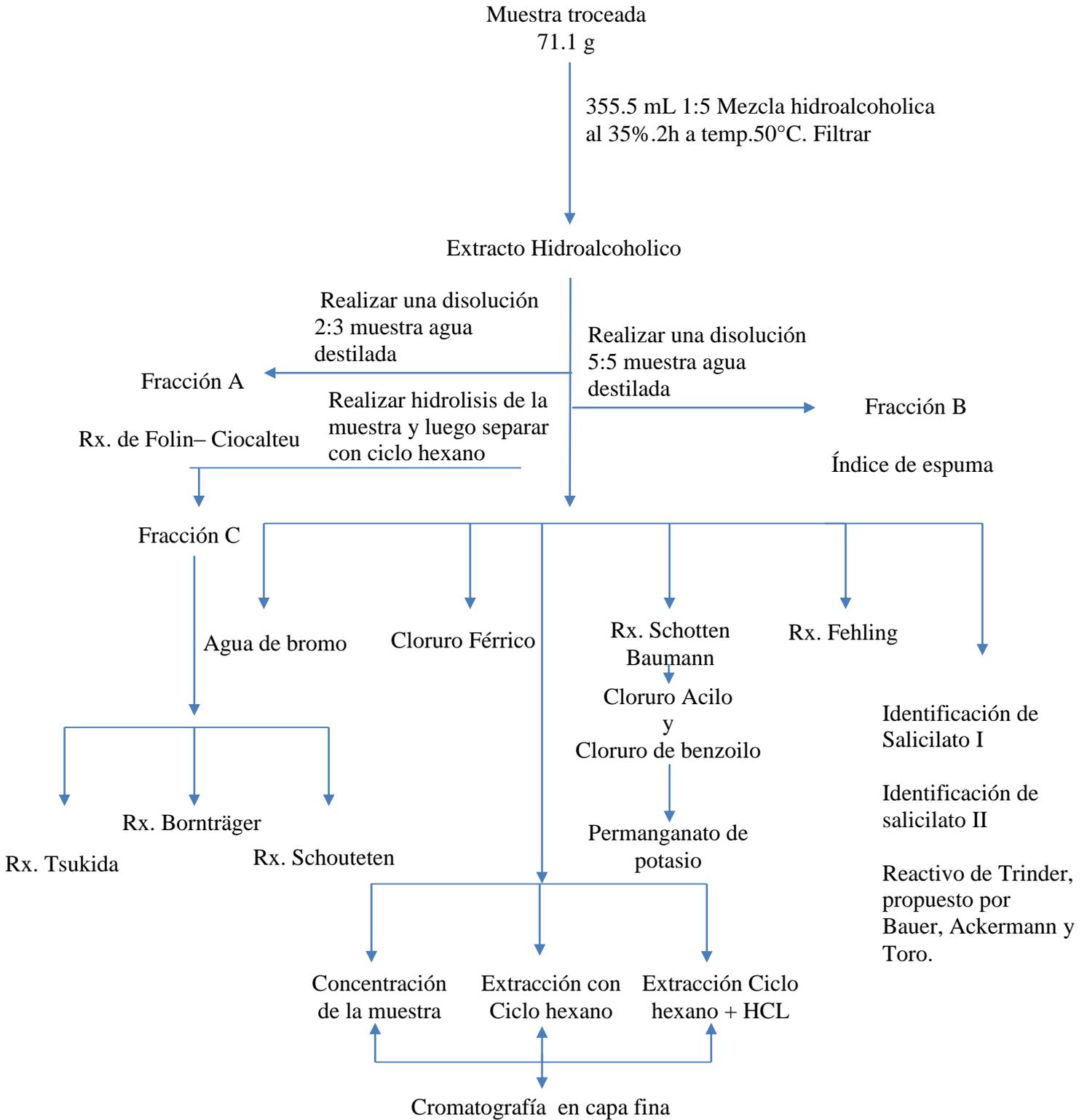
Factores de inclusión: Frutos maduros sanos y frescos.

Tabla N°4. Operacionalización de las variables de estudio

| Variable | Definición | Unidad de medida |
|------------------------------|--|---|
| Rf | Es el factor de retardo o retraso, el que mide la movilidad relativa de cada componente con respecto al máximo posible y la distancia recorrida por el frente de fase móvil. | cm |
| Reacciones cromáticas | Es la reacción que se produce entre el analito y un reactivo específico que presenta como resultado una reacción coloreada. | Ausencia de coloración Presencia de coloración |



Marcha Fitoquímica





Procedimiento

1. Preparación del extracto

Elaboración de muestra en relación droga solvente 1:5 Solución hidroalcohólica de *Parmentiera edulis*.

1.1. Procedimiento

1. Toma 71.1g de muestra troceada en cubos.
2. Realizar el cálculo para el solvente al 35 % etanol.
3. Mezclar el solvente y la muestra.
4. Verter a la licuadora la mezcla solvente / muestra (turbo extracción).
5. Maceración a 50°C/2h.
6. Filtración.

2. Reactivo de Folin

2.1. Procedimiento experimental

1. Realizar una disolución 2:3 Muestra: Agua destilada.
2. Tomar una alícuota de 2 ml de la dilución 2:3.
3. Adicionar 1ml de Reactivo de Folin y 1 ml de carbonato de Calcio.⁽⁹⁾

3. Identificación rápida para saponinas.

3.1. Índice de espuma

3.1.1. Procedimiento experimental

1. Realizar una disolución 5:5 de Muestra: Agua destilada.
2. Agitar vigorosamente durante 5 min. ⁽²⁴⁾

4. Hidrocarburos aromáticos

4.1. Agua de bromo.

4.1.1. Procedimiento experimental

1. Preparar 10 ml de muestra al 1%



2. Tomar una alícuota de 5ml
3. Reaccionar con agua de bromo hasta que ya no desaparezca el color del reactivo. ⁽¹¹⁾⁽¹⁸⁾

5. Identificación Fenoles

5.1. Solución de cloruro férrico

5.1.1. Procedimiento experimental

1. Preparar 100ml de muestra al 0.1%
2. Tomar una alícuota de 5ml.
3. Reaccionar con una gota de cloruro férrico. ⁽¹¹⁾⁽¹⁸⁾

5.2. Reacción de Schotten Baumann.

5.2.1. Procedimiento experimental

5.2.1.1. Cloruro de Acilo

1. Tomar 1 mL de muestra pura
2. Reaccionar con cloruro de acilo. ⁽¹¹⁾

5.2.1.2. Cloruro de Benzoilo

1. Tomar 1 mL de muestra pura
2. Reaccionar con cloruro de acilo. ⁽¹¹⁾

Adición de Solución de Permanganato de potasio.

Al añadir el permanganato de potasio nuestra reacción de Cloruro de Acilo no presenta ninguna reacción mientras que nuestra reacción de Cloruro de Bencilo presenta un viraje de color violeta que desaparece a medida que pasa la reacción dando luego un precipitado de color blanco. ⁽¹¹⁾

6. Reacción de Fehling

6.1. Procedimiento experimental

1. Realizar Solución I formada por $\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al 10%
2. Realizar solución II formada por tartrato sódico-potásico al 35% en NaOH al 10% en agua.
3. Colocar 5 ml de muestra en un tubo de ensayo.



4. Se procedió de igual manera con otros tubos que contengan azúcares reductores y no reductores conocidos (glucosa 1% y sacarosa 1%).
5. A continuación se añaden a todos los tubos 5 ml del reactivo de Fehling (solución I y II a partes iguales).
6. Se someten a ebullición en baño de agua durante 5 minutos a 350°C agitando el tubo de ensayo mientras ocurre la reacción. ⁽⁷⁾ ⁽¹⁸⁾

7. Identificación de Agliconas y Heterósido

7.1. Reacción de Bornträger indirecta

7.1.1. Procedimiento experimental

1. Tomar 20 ml de muestra.
2. Hidrolizar con Ácido clorhídrico.
3. Extraer las antraquinonas en ciclo hexano.
4. Tomar una alícuota de 2 ml de las antraquinonas en ciclo hexano.
5. Reacciona con 1ml NaOH 10% . ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾

7.2. Reacción de Schouteten.

7.2.1. Procedimiento experimental

1. Tomar 20 mL de muestra.
2. Hidrolizar con Ácido clorhídrico.
3. Extraer las antraquinonas en ciclo hexano.
4. Tomar una alícuota de 2 mL de las antraquinonas en ciclo hexano.
5. Reaccionar con borato sódico. ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾

7.3. Reacción de Tsukida.

7.3.1. Procedimiento experimental

1. Tomar 20 mL de muestra.
2. Hidrolizar con Ácido clorhídrico.
3. Extraer las antraquinonas con ciclo hexano.



4. Tomar una alícuota de 2 mL de las antraquinonas en ciclo hexano.
5. Reaccionar con 1mL de 4-nitrosodimetilanilina. .⁽⁵⁾⁽⁶⁾

7.4. Agua de bromo

7.4.1. Procedimiento experimental

1. Tomar 20 mL de muestra.
2. Hidrolizar con Ácido clorhídrico.
3. Extraer las antraquinonas ciclo hexano.
4. Tomar una alícuota de 2 mL de las antraquinonas en ciclo hexano.
5. Reaccionar con 1 mL de Agua de bromo. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Preparación del estándar de salicilatos.

1. Tomar 3 comprimidos de Aspirina de 100mg y triturarlos.
2. Transferir el polvo de los comprimidos a un balón aforado de 100mL.
3. Aforar. ⁽²³⁾

8. Identificación de salicilatos

8.1. Identificación de salicilatos I

8.1.1. Procedimiento experimental

1. Tomar 2mL de muestra en un tubo de ensayo.
2. Calentar la muestra a punto de ebullición.
3. Agregar 0.5mLde cloruro ferrico10%.⁽²⁰⁾

8.2. Identificación de salicilatos II

8.2.1. Procedimiento experimental

1. Homogenizar la muestra.
2. En un tubo de ensayo colocar 3 mL de muestra
3. Agregar 1 mL de cloruro férrico al 10%.
4. Calentar un poco para eliminar cuerpos cetónicos.



5. Agregar unas gotas de H_2SO_4 , si desaparece el color se confirma la prueba. Si no desaparece el color es indicativo de ácido acetilsalicílico, salicilato de sodio, fenilo y metilo, o de derivados fenólicos. ⁽²¹⁾

8.3. Reactivo de Trinder, propuesto por Bauer, Ackermann y Toro.

8.3.1. Procedimiento experimental

1. Disolver por calentamiento 40 g de cloruro mercuríco químicamente puro en 900 mL de agua destilada.
2. Dejar enfriar.
3. Agregar 10 mL de ácido clorhídrico concentrado.
4. Agregar 40 g de nitrato férrico.
5. Diluir a 1 litro.
6. Filtrar la solución. ⁽²²⁾
7. Tomar 3mL de muestra en un tubo de ensayo.
8. Agregar 1mL de reactivo y dejar reaccionar.

9. Cromatografías

La cromatografía en capa fina es un caso de cromatografía de reparto en la que los componentes de una mezcla se separan por diferencia de solubilidad entre dos sistemas disolventes. Los elementos del sistema cromatográfico son: soporte, fase estacionaria (disolvente A), y fase móvil o eluyente (disolvente B). Es una técnica simple en cuanto al equipamiento necesario (placa y tanque cromatográfico) y de fácil desarrollo. El parámetro experimental asociado a la técnica es el R_f (coeficiente de reparto), relacionado con la solubilidad relativa de un compuesto entre la fase estacionaria y fase móvil, y que depende de su estructura química y su hidrosolubilidad/liposolubilidad. ⁽²⁵⁾

9.1. Procedimiento experimental General

1. Rayado de la placas de sílice gel
2. Activación de la placa



3. Inoculación de las placas
4. Agregar 30 ml de fase móvil
5. Saturar la cámara por 30min

Placa N°1

Fase móvil: Acetato de etilo 84.50%; Ácido acético 1.41%; Agua 14.08%. Se preparó 50 ml.

Preparación de la muestra:

1. Tomar 5ml de muestra secar en una capsula de porcelana
2. Raspar la muestra
3. Reconstituir con fase móvil

Placa N°2

Fase móvil: Acetato de etilo 75%; Acido fórmico 2.27%; Acido acético 2.27%; Agua 45%. Se preparó 50ml.

Preparación de la Muestra:

1. Tomar extracto puro.

Placa N°3

Fase móvil: Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10% Se preparó 50ml.

Preparación de la muestra:

1. Preparé muestra 1:10 Muestra: Fase móvil.

Solución reveladora:

1. Preparar 6ml.de Solución (Propilenglicol 1ml + 4ml de alcohol etílico; Difenil metil ester + 3ml de alcohol etílico).

Placa N°4, Placa N°5, Placa N°6 y Placa N°7

Fase móvil: Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%

9.2. Preparación de estándar:

1. Prepara Solución Rutina + Acido gálico y se disolvió en 1ml de fase móvil.



Preparación de la muestra:

9.3. Procedimiento experimental General

1. Concentrar 50ml de la muestra hasta 20 ml a 50°C por 180min.
2. Almacenar

- **Nota: A partir de la placa N° 8**

9.4. Procedimiento experimental General

1. Realizar fraccionamiento por triplicado: Muestra 30ml; Acetato de etilo 60ml; Agua destilada 100 gotas; Alcohol al 98% 21 mL.
2. Realizar el fraccionamiento por triplicado.
3. Tomar la fase orgánica que resultó en 140 mL.
4. Concentra a 40 ml a 50°C duración 120 min.
5. Almacenamiento de las fases.

MC: Muestra concentrada,

SOC Muestra en Solvente orgánico (fraccionamiento concentrado)

E: Estándar (Rutina +Acido gálico en 1ml Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%).

Placa N°8

Fase móvil: Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%. Se preparó 50ml.

9.5. Preparación de estándar:

1. Prepara Solución Rutina + Acido gálico y se disolvió en 1ml de fase móvil (Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%)

9.6. Preparación de las muestras:

MC: Muestra concentrada, SOC Muestra en Solvente orgánico.

Placa N° 9

Fase móvil: Acetato de etilo 50%; Ciclo hexano 50%. Se preparó 50ml.

9.7. Preparación de estándar:

1. Prepara Solución Rutina + Acido gálico y se disolvió en 1ml de fase móvil (Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%).
- **Nota:** A partir de la placa N° 10 se hidrolizaron las muestras con ácido clorhídrico.



Preparación de las muestras:

MCH: Muestra concentrada hidrolizada, SOCH Muestra en Solvente orgánico Hidrolizada.

9.7.1. Procedimiento experimental General

1. Se procedió a utilizar las muestras previamente hidrolizadas con ácido clorhídrico para la inoculación de las placas.

Placa N° 10

Fase móvil: Acetato de etilo 50%; Ciclo hexano 50%. Se preparó 50ml.

Preparación de estándar:

1. Prepara Solución Rutina + Acido gálico y se disolvió en 1ml de fase móvil (Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%).

Placa N° 11.

Fase móvil: Acetato de etilo 60%; Ciclo hexano 30%; Alcohol etílico 10%. Se prepararon 50ml

Preparación de estándar:

1. Prepara Solución Rutina + Acido gálico y se disolvió en 1ml de fase móvil (Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%).



Resultados y Análisis de resultados

1. Pruebas Cromáticas

Identificación de compuestos fenólicos.

- Reactivo de Folin – Ciocalteu: La reacción se considera positiva para compuestos fenólicos al presenciar una coloración celeste.
- Agua de Bromo: La prueba se considera negativa para compuestos fenólicos al no presentar cambio de coloración al momento de la reacción. Se utilizó 71 gotas de agua de bromo y no se presenció de ninguna forma un cambio de coloración significativo. (fig. 37-38).
- Cloruro Férrico: La reacción se considera negativa al presentar la misma coloración del cloruro férrico amarillo débil. Algunos fenoles no dan coloración, como la hidroquinona, ya que se oxidan con el reactivo a quinonas y no da coloración (fig. 35-36).

Reacción de Schotten Baumann.

- Cloruro de acilo: La reacción fue exotérmica y presento una coloración marrón rojiza dando positiva para compuestos fenólicos (fig. 39).
- Cloruro de benzoilo: Resulto en una reacción endotérmica.

Adición del permanganato de potasio.

- Cloruro de Acilo no presenta ninguna reacción
- Cloruro de Bencilo presenta un viraje de color violeta que luego desaparece y a medida que pasa la reacción se aprecia un precipitado de color blanco amarillento.

Rx. de Felhing.

- La reacción se consideró positiva para el extracto hidroalcoholico del fruto de *Parmentiera edulis* y glucosa 1% al formarse un precipitado rojo cuproso producido por la oxidación del cobre. Por tanto se determinó la presencia de azúcares reductores en el extracto de *Parmentiera edulis* (fig.45 - 46) y se consideró negativo para la solución de sacarosa 1% al mantener la coloración azul debido a que esta no es un azúcar reductor y no presenta reacción alguna con el sulfato de cobre (fig. 47).



Antraquinonas

- Reacción de Bornträger: Se descarta la posibilidad de la presencia de antraquinonas en el extracto hidroalcohólico fluido de *Parmentiera edulis* debido a que no presentó ninguna coloración al momento de la reacción.

Identificación de Agliconas y Heterósidos

- Reacción de Schouteten.
- Reacción de Tsukida.
- Agua de bromo.

Las reacciones de Schouteten, Tsukida y agua de bromo para identificación de Agliconas y Heterósidos no se consideran positivas debido que al momento de la reacción no presentaron ninguna reacción cromática.

Identificación de Salicilatos

- Identificación de Salicilatos I.
- Identificación de Salicilatos II.
- Reactivo de Trinder, propuesto por Bauer, Ackermann y Toro.

Los ensayos efectuados para la determinación de salicilatos presentaron resultados negativos debido a que no hay presencia de los mismo en el extracto de *Parmentiera edulis* (fig.49-50-51-52-53).

En las pruebas cromáticas se determinó la presencia de metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico fluido del fruto de *Parmentiera edulis* tal como azúcares reductores lo cual se evidencia mediante reacciones cromáticas que se muestran en la **tabla N°5**.



Tabla N°5. Tamizaje fitoquímico de extractos Hidroalcoholico obtenidos de extractos del fruto de Parmentiera edulis.

| Pruebas colorimétricas | Extracto |
|--|------------------------|
| | Hidroalcoholico |
| Reactivo de Folin | + |
| Agua de bromo | - |
| Solución de cloruro férrico | - |
| Cloruro de Acilo | + |
| Cloruro de benzoilo | - |
| Solución permanganato Cloruro de acilo | + |
| Solución permanganato Cloruro de benzoilo | - |
| Reactivo de Fehling | + |
| Identificación de salicilatos I | - |
| Identificación de salicilatos II | - |
| Reactivo de Trinder, propuesto por Bauer, Ackermann y Toro. | - |
| Reacción de Bornträger | - |
| Reacción de Schouteten. | - |
| Reacción de Tsukida | - |
| Agua de bromo | - |

Negativo: - ; Positivo: +

2. Identificación de Saponinas

La prueba de índice de espuma que se le aplicó al extracto presentó poca cantidad de espuma luego de efectuar la prueba y dejarlo reposar por 30 min según lo indicado por la misma por lo que se puede decir que la presencia de saponinas es de baja concentración en el extracto hidroalcohólico del fruto de *Parmentiera edulis*.

3. Cromatografía en capa fina.

Tabla N° 6. Rf para estándares y muestras de fruto de *Parmentiera edulis*. UV λ 254nm

| Muestra | Rf de las manchas (cm) | Aspectos de la mancha |
|---|------------------------|-----------------------|
| Muestra concentrada hidrolizada | 0.39 | Marrón claro |
| Muestra en Solvente orgánico Hidrolizada. | 0.39 | Marrón claro |
| Estándar: Solución Rutina + Acido gálico disuelto en 1ml de (Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%). | 0.90 | Marrón |

MCH. Muestra concentrada hidrolizada.

SOCH. Muestra en Solvente orgánico Hidrolizada.

E. Estándar de Rutina + Acido Gálico.

Fig.66 Placa N°11 cromatográfica de muestras de *Parmentiera edulis*

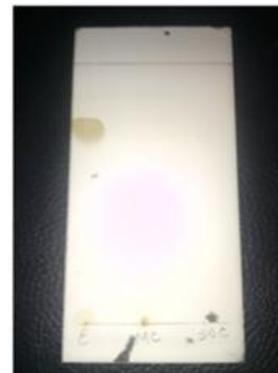


Fig. 66 Placa N° 11

La presente **tabla N°6** evidencia los resultados de rf de la muestra concentrada e hidrolizada y la muestra de fase orgánica de igual forma hidrolizada de 0.39 presentando de esta forma la posible presencia de antracenos en los extractos de *Parmentiera edulis* y el estándar Rutina + Acido gálico presentando un rf de 0.90 siendo este valor de rf predominantemente del ácido gálico utilizando para esta tabla la fase móvil 5 existiendo mayor afinidad con la muestra en función a la polaridad de la mezcla 6.6 utilizando espectro UV 254 nm.⁽³⁰⁾



Tabla N° 7. Fases móviles ensayadas para cromatografía capa fina.

| Cromatografía | | | |
|---|-----------------------|---|-----------|
| Fase Móvil | Constante dieléctrica | Tiempos de duración de corrida en cromatografía en capa fina | Resultado |
| Fase móvil 1: Acetato de etilo 84.50%; Ácido acético 1.41%; Agua 14.08%. | 16.2 | Placa N°1 Duración de la corrida 93 min. | - |
| Fase móvil 2: Acetato de etilo 75%; Acido fórmico 2.27%; Acido acético 2.27%; Agua 45%. | 41.28 | Placa N°2 Duración de la corrida 190 min | - |
| Fase móvil 3: Acetato de etilo 90%; Ciclo hexano 10%. | 5.6 | Placa N°3 Duración de la corrida 13 min. Placa N°4, 5, 6, 7 Duración de la corrida 13 min. Placa N°8 Duración de la corrida 20 min. | - |
| Fase móvil 4: Acetato de etilo 50%; Ciclo hexano 50%. | 4.01 | Placa N°9 Duración de la corrida 20min. Placa N°10 Duración de la corrida 15min. | - |
| Fase móvil 5: Acetato de etilo 60%; Ciclo hexano 30%; Alcohol etílico 10% | 6.6 | Placa N°11 Duración de la corrida 16 min. | + |

La presente **tabla N°7** evidencia los resultados de las fases móviles las cuales de igual forma se utilizaron para el corrido de las placas. Las fases móviles: 1, 2, 3 y 4 presentaron poca afinidad con la muestra en función a la polaridad, lo anterior no considera la polaridad de la fase estacionaria, únicamente establece la relación entre las mezclas y valores individuales de los solventes que las componen.



Conclusión

En el presente estudio el cual se valoró cualitativamente el extracto hidroalcohólico fluido del fruto de *Parmentiera edulis* se logró identificar la presencia de algunos compuestos fenólicos simples tales como azúcares reductores mediante reacciones cromáticas y saponinas estas últimas en bajas concentraciones en el extracto hidroalcohólico del fruto de *Parmentiera edulis* y los ensayos de cromatografía en capa fina en los cuales se determinó por medio del R_f , el espectro y la coloración de las manchas que evidencian la posibilidad de contener compuestos antracénicos en el extracto hidroalcohólico del fruto de *Parmentiera edulis*.



Recomendaciones

A las autoridades correspondientes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León y autoridades de la facultad de Ciencias Químicas.

- Reactivos

Gestionar fondos para proporcionar reactivos a bodega de acuerdo a necesidades y no presupuesto, lo anterior en vista de reactivos que no se adquieren por considerar que superan presupuesto.

- Equipos

Solicitar mayor cantidad de fondos para la compra de mayor cantidad de equipamiento para los laboratorios ya que muchas veces no hay acceso por haber poca cantidad de los mismos así como campanas de extracción.

A las autoridades de la facultad de ciencias químicas carrera de farmacia.

Incentivar a los estudiantes de la carrera de farmacia a efectuar estudios investigativos respecto a metabolitos secundarios extraídos de plantas medicinales.



Bibliografía

1. Martha Cecilia Beltrán Cifuentes, Enelia Cristina Peláez Gutiérrez, Jorge Mario Estrada Álvarez, Juan Antonio Escobar Ríos, Leticia Serna Ángel, Duvier Ríos Morales. (2013). Estudio farmacognóstico para el cuidado de la salud a partir de aceites esenciales obtenidos por destilación de arrastre de vapor. León 09 de Octubre del 2015, de Fundación Universitaria del Área Andina Sitio web: <http://www.redalyc.org/pdf/2390/239016509002.pdf>
2. Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. (2009). Cuajilote *Parmentiera aculeata* DC. *Bignoniaceae*. León 25 de Agosto del 2015, de Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana Sitio web:
<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Parmentiera%20aculeata&id=7947>
3. Edelia Claudina Villarreal Ibarra, Eustolia García López, Pedro Antonio López, David Jesús Palma López, Luz del Carmen Lagunes Espinoza, Carlos Freddy Ortiz García, y Azucena Oranda y Cárdenas. (2014). Plantas útiles en la medicina tradicional de Malpasito-Huimanguillo, Tabasco, México. León 01 de Octubre 2015, de scielo.org Sitio web: <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n37/n37a7.pdf>
4. Pedro Angón Galván. (2006). Caracterización parcial del fruto de *Parmentiera edulis*. León 16 de Octubre del 2015, de Universidad Tecnológica de la Mixteca Sitio web: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/9947.pdf
5. Profe. (2009). La reacción de Bontragger. León 12 de Octubre del 2015, de blogspot.com Sitio web: <http://profe-farmacognosia.blogspot.com/2009/04/la-reaccion-de-bontragger.html>
6. Elergonomista.com. (2005). Antracenosidos. Heterósidos antracénicos o antraquinónicos. León 16 de Octubre del 2015, de Elergonomista.com Sitio web: <http://www.elergonomista.com/fitoterapia/antracenosidos.htm>
7. Antonio Rodríguez Del Castillo. (2005). Identificación y cuantificación de azúcares. León 16 de Octubre del 2015, de acasti.webs.ull.es. Sitio web: <https://acasti.webs.ull.es/docencia/practicas/5.pdf>



8. Enfermera Blanca J. Sorela Cortina. (2006). Cuajilote (*Parmentiera edulis*). León 16 de Octubre del 2015, de Tlahui-Medic Sitio web:
<http://www.tlahui.com/medic/medic21/cuajilote.htm>
9. Info LEG. (2003). Soluciones de reactivos (SR). León 16 de Noviembre 2015, de Info LEG Sitio web: <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/85000-89999/86181/dto202-2003-102.htm>
10. Jesús V. Jorrín Novo, M^a Nieves Abril Díaz, José A. Bárcena Ruiz. (2010). Separación de aminoácidos por cromatografía en capa fina y detección mediante reacción con ninhidrina. León 16 de Octubre del 2015, de Campus Universitario de Rabanales Sitio web:
<http://www.uco.es/dptos/bioquimicabiolmol/pdfs/11%20CROMATOGRF%C3%8DA%20DE%20CAPA%20FINA%20DE%20AAs.pdf>
11. Ralph Lloyd Shriner; Curtin Y David; Fuson Clayton Reynolds. (1966). Identificación sistemática de compuestos orgánicos. México: Limusa.
12. Carlos Eduardo Núñez. (2007). Extracciones con equipo Soxhlet. León 14 de Noviembre del 2015, de www.cenunez.com.ar/ Sitio web: <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-extraccinconequipo Soxhlet.pdf>
13. [www.plantas medicinal farmacognosia.com](http://www.plantasmedicinalfarmacognosia.com). (2010). Percolación. León 14 de Noviembre del 2015, de [www.plantas medicinal farmacognosia.com](http://www.plantasmedicinalfarmacognosia.com) Sitio web: <http://www.plantasmedicinalfarmacognosia.com/temas/m%C3%A9todosdeextracci%C3%B3n/percolaci%C3%B3n/>
14. [www.plantas medicinal farmacognosia.com](http://www.plantasmedicinalfarmacognosia.com). (2010). Maceración. León 14 de Noviembre del 2015, de [www.plantas medicinal farmacognosia.com](http://www.plantasmedicinalfarmacognosia.com) Sitio web: <http://www.plantasmedicinalfarmacognosia.com/temas/m%C3%A9todosdeextracci%C3%B3n/maceraci%C3%B3n/>
15. Dr. Isaac Monroy Mtro. Víctor Hugo, Blanco Lozano. (2010). Destilación por Arrastre de Vapor. León 14 de Noviembre del 2015, de Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Puebla Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas Sitio web: <https://sites.google.com/site/equipoquimicaexperimental6/practica-5-destilacion-por-arrastre-de-vapor>



16. Georgina Valeria Zárate Rodríguez. (2011). Evaluación del efecto diurético del extracto acuoso de *Parmentiera edulis* D.C. (cuajilote). Obtención de la fracción responsable de la actividad farmacológica. León 16 de Noviembre 2015, de Repositoriodigital.ipn.mx Sitio web:[http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8940/TESIS%20FIN AL.pdf?sequence=1](http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8940/TESIS%20FIN%20AL.pdf?sequence=1)
17. Harold Alberto Gómez Estrada, Karina Noreica Gonzales Ruiz y José Domingo Medina. (2011). Actividad Antiinflamatoria de Productos Naturales. León 16 de Noviembre 2015, de Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas Sitio web: <http://www.redalyc.org/pdf/856/85618379003.pdf>
18. Iviera.blog.unq.edu.ar. (2009). Trabajo Práctico n° 5: caracterización de un compuesto orgánico desconocido. León 15 de Noviembre 2015, de Google Sitio web: http://lviera.blog.unq.edu.ar/modules/docmanager/get_file.php?curent_file=36&curent_dir=10.
19. Viridiana Morales Sánchez, Helia Reyna Osuna Fernández, Alicia Brechú Franco, Guillermo Laguna Hernández y Rosario Vargas Solís. (2015). Evaluación del efecto antiurolítico del fruto de *Parmentiera aculeata* en rata Wistar. León 12 de Noviembre 2015, de Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco Sitio web: http://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/download/99/pdf_129
20. Worrall González, Edward Charles Alexander & Sergio Barranco Hernández. (2005). Toxicología forense: sustancias no identificadas. León 12 de Noviembre 2015, de criminalistica.mx Sitio web: <http://criminalistica.mx/areas-forenses/quimica-forense/1569-toxicologia-forense-sustancias-no-identificadas>.
21. Toxicologist.files.wordpress.com. (2012). Determinación de salicilatos. León 12 de Noviembre 2015, de Google Sitio web: <https://toxicologist.files.wordpress.com/2012/10/determinacion-de-salicilatos.docx>
22. Nydia Nefertiti López García. (2006). Validación del método de Trinder modificado por Bauer, Ackermann y Toro, para determinación de salicilatos en sangre. León 12 de Noviembre 2015, de biblioteca.usac.edu.gt Sitio web: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2435.pdf



23. Víctor José Rúa Chica. (2013). Determinación de ácido acetilsalicílico. León 12 de Noviembre 2015, de Scribd.com Sitio web:
<http://es.scribd.com/doc/179494644/DETERMINACION-DE-ACIDO-ACETILSALICILICO#scribd>
24. Google. (2012). Practica N°6 Glucósidos cardiotónicos y saponinas. León 16 de Noviembre del 2015, de Google Sitio web:
<http://s076f68c3bf6790f7.jimcontent.com/download/version/1355072766/module/7005790968/name/PRACTICA%20N%C2%BA%206.pdf>
25. Universidad Nacional de Colombia. (2014). Unidad 8. Determinación experimental del coeficiente de reparto de barbitúricos. León 16 de octubre del 2015, de Dirección Nacional de Innovación Académica Sitio web:
http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2015657/und_8/html/marcoteorico.html
26. Meiling García y Jorge Luis Garcia. (2011). Evaluación fitomedicinal en capsulas súper tumba grasa. León - Nicaragua: UNAN León.
27. Anonimo. (2015). COMPUESTOS FENÓLICOS. León 12 de Noviembre 2015, de ecaths1.s3.amazonaws.com/ Sitio web:
<http://ecaths1.s3.amazonaws.com/fitoquimicafbqf/57932178.COMPUESTOS%20FEN%C3%93LICOS.pdf>.
28. EVA GIMENO CREUS. (2004). Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. . León 12 de Noviembre 2015, de dfarmacia.com Sitio web:
http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet?_f=13&idContenido=13063508&idCategoria=2
29. BRIÑEZ L. JOSE. (2010). COMPUESTOS FENÓLICOS EN LA UTILIZACIÓN INDUSTRIAL Y SU PRESENCIA COMO METABOLISMO SECUNDARIOS DE LAS PLANTAS MEDICINALES. León 12 de Noviembre 2015, de Seminariodequimica.over-blog.es Sitio web: <http://seminariodequimica.over-blog.es/article-compuestos-fenolicos-52782721.html>
30. H. Wagner, S. Blat. ((1996) 2009). Plant Drug Analysis. German - Munchen: Springer.



Anexos



Fig. 35 Muestra al 0.1% para cloruro férrico



Fig. 36 Muestra al 0.1% + Cloruro férrico



Fig. 37 Muestra al 1% para agua de bromo



Fig. 38 Muestra al 1% + agua de bromo



Fig. 39 Muestra + 1ml para Cloruro de acilo



Fig. 40 Cloruro de acilo + Muestra + Permanganato de etapa 1



Fig. 41 cloruro de acilo + Muestra + Permanganato etapa 2



Fig. 42 Muestra 1ml para Cloruro de bencilo



Fig. 43 Cloruro de bencilo + Muestra + Permanganato etapa 1



Fig. 44 Cloruro de bencilo + Muestra + Permanganato etapa 2



Fig. 45 Muestra 5 ml + Reactivo de Fehling



Fig. 46 Solución Glucosa 1% + Rx Fehling



Fig. 48 Extracción de las antraquinonas con 10ml de Ciclo hexano



Fig. 47 Solución Sacarosa 1% + Rx Fehling



Identificación de salicilatos I

Fig. 49



Identificación de salicilatos II

Fig.50

Reactivo de Trinder, propuesto por Bauer, Ackermann y Toro.

Fig. 51



Solucion estandar

Fig. 52



Reactivo de Trinder

Fig. 53



Fig. 53 Corrida de muestra de cromatografía

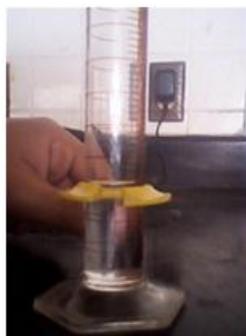


Fig.54 Solvente para cromatografía



Fig.55 Preparación de placa cromatográfica para inoculación

Placas cromatográficas



Fig. 56 Placa N° 1



Fig. 57 Placa N° 2



Fig. 58 Placa N° 3



Fig. 59 Placa N° 4



Fig. 60 Placa N° 5



Fig. 61 Placa N° 6



Fig. 62 Placa N° 7



Fig. 63 Placa N° 8



Fig. 64 Placa N° 9



Fig. 65 Placa N° 10