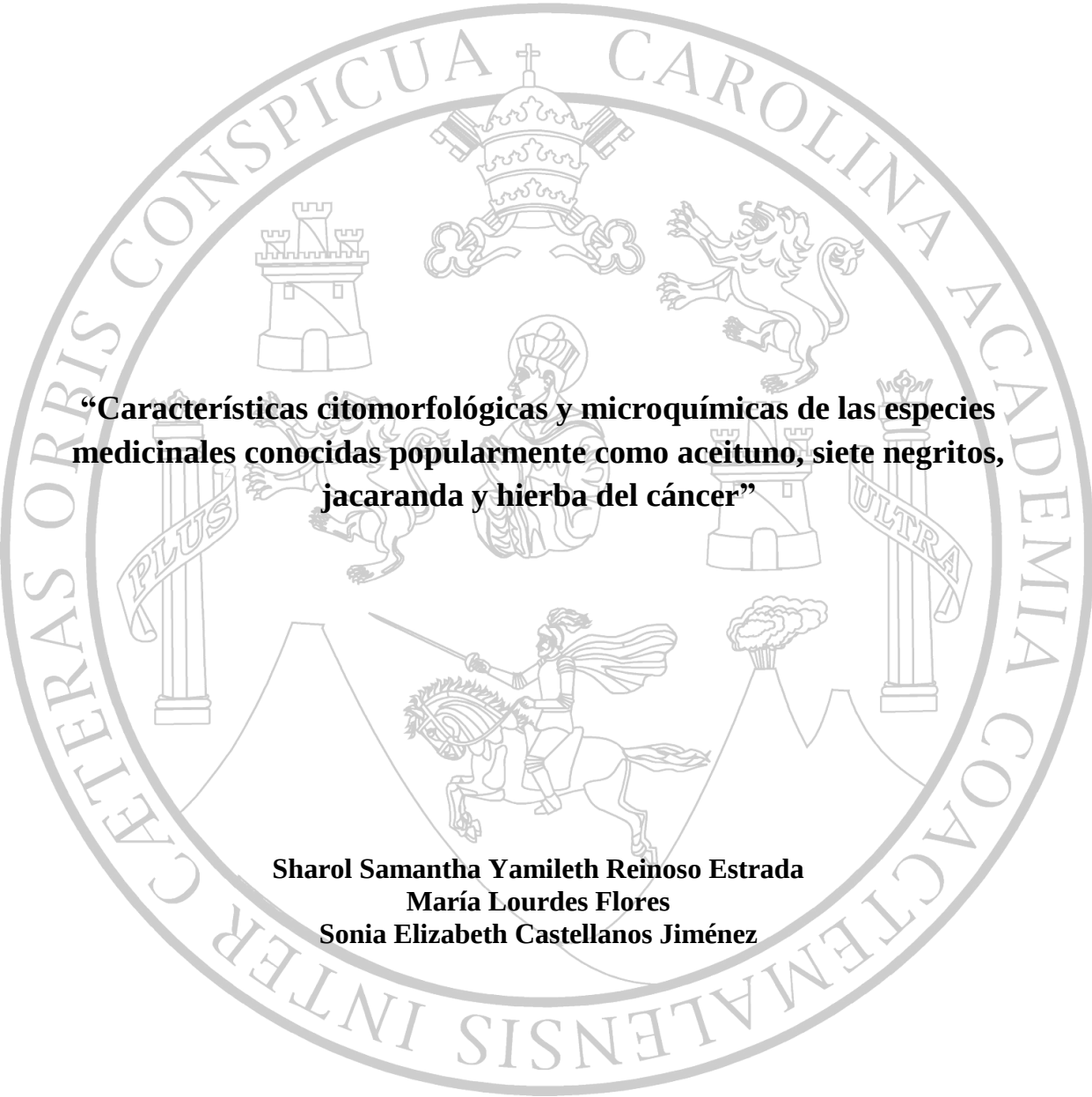


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a saint (likely St. Charles) seated on a throne, holding a book. Above the figure is a crown. To the left and right are castles. Below the figure is a knight on horseback, holding a lance. The entire scene is set against a backdrop of mountains and a rising sun. The Latin motto "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER PLUS ULTRA" is inscribed around the border of the seal.

**“Características citomorfológicas y microquímicas de las especies
medicinales conocidas popularmente como aceituno, siete negritos,
jacaranda y hierba del cáncer”**

**Sharol Samantha Yamileth Reinoso Estrada
María Lourdes Flores
Sonia Elizabeth Castellanos Jiménez**

QUÍMICAS BIÓLOGAS

Guatemala, mayo de 2013

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**“Características citomorfológicas y microquímicas de las especies
medicinales conocidas popularmente como aceituno, siete negritos,
jacaranda y hierba del cáncer”**

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

Presentado por:

**Sharol Samantha Yamileth Reinoso Estrada
María Lourdes Flores
Sonia Elizabeth Castellanos Jiménez**

**Para optar al título de
QUÍMICAS BIÓLOGAS**

Guatemala, mayo de 2013

JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cóbar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli	Vocal III
Br. Fayver Manuel de León Mayorga	Vocal IV
Br. Maily Graciela Córdova Audón	Vocal V

ÍNDICE

	Página
I. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	1
II. RESUMEN	2
III. ANTECEDENTES	4
A. Generalidades	4
B. Plantas medicinales	4
C. Características de identidad	5
D. Droga vegetal	5
E. Fitoquímica de las plantas	5
F. Métodos de determinación de metabolitos secundarios	14
G. Control de calidad de fitofármacos	15
H. Material vegetal en estudio	16
1. <i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	16
2. <i>Simarouba glauca</i> DC.	19
3. <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	21
4. <i>Lantana camara</i> L.	23
I. Otros estudios realizados	26
IV. JUSTIFICACIÓN	28
V. OBJETIVOS	29
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	30
A. Universo de trabajo	30
B. Recursos	30
C. Metodologías	33

	Página
VII. RESULTADOS	38
A. <i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	38
B. <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	50
C. <i>Lantana camara</i> L.	60
D. <i>Simarouba glauca</i> DC.	72
VIII. DISCUSIÓN	90
IX. CONCLUSIONES	98
X. RECOMENDACIONES	100
XI. REFERENCIAS	101
XII. ANEXO	108

I. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio formó parte de la línea de investigaciones de plantas medicinales que se desarrolla en el Departamento de Citohistología de la Escuela de Química Biológica, con el cual se aportaron datos sobre las características micromorfológicas y microquímicas de cuatro plantas de uso popular en Guatemala: *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm (hierba del cáncer), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacaranda), *Lantana camara* L. (siete negritos) y *Simarouba glauca* DC. (aceituno). Las cuales en estudios previos fueron analizadas en diferentes pruebas de tamizaje que demostró la actividad medicinal que se les atribuye.

Esta investigación permitió establecer parámetros importantes que caracterizan a cada una de las plantas en estudio, y así se recabó la información necesaria para contribuir con la base de datos del departamento de Citohistología. Se establecieron patrones de comparación que garantizaron un adecuado control de calidad de las especies previo a su utilización en futuras investigaciones o en la elaboración de fitofármacos, ya sea que se encuentren en estado fresco o seco y/o fragmentado.

II. RESUMEN

La flora guatemalteca es un potencial recurso para la investigación de plantas medicinales, las cuales han sido utilizadas como alternativas para tratar enfermedades. En la Universidad de San Carlos de Guatemala se han realizado varios estudios que han comprobado la efectividad terapéutica de las plantas, ya que al ser confirmadas como tales, pueden ayudar a combatir enfermedades infecciosas las cuales representan en nuestro país una de las principales causas de morbilidad y mortalidad.

En muchos establecimientos se dispensan plantas que dicen ser medicinales; sin embargo, su identidad puede ser dudosa, debido a que muchos de ellos se confían apenas de las propiedades organolépticas para asegurar la naturaleza de una planta determinada. La adulteración o falsificación de plantas medicinales, puede ocasionar una situación perjudicial en la enfermedad de un paciente, retardando o empeorando su curación, además de la pérdida de confianza en la actividad terapéutica de las plantas.

Para lograr la calidad de un producto fitoterapéutico, es necesario describir parámetros que sirvan para verificar la identidad y calidad de una droga vegetal; por esta razón se realizó esta investigación, en la cual se establecieron las características citomorfológicas y microquímicas de cuatro plantas utilizadas medicinalmente: *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacaranda), *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm (hierba del cáncer), *Simarouba glauca* DC. (aceituno), *Lantana camara* L. (siete negritos).

Para cada una de estas especies se establecieron parámetros de identidad macroscópicas en los cuales se determinó la identidad botánica a través de la observación de la planta y su correcta identificación a través de la elaboración de ejemplares de herbario.

Los resultados mostraron que las plantas estudiadas presentan las siguientes características:

En *S. glauca* se observó que las características más predominantes son: cutícula muy evidente en la epidermis adaxial, estomas anomocíticos y ciclocíticos, fibras esclerénquimas, abundantes astroesclereidas en todo el mesófilo, parénquima esponjoso extenso con grandes espacios intercelulares, parénquima de almacenamiento de taninos y almidón, pecíolulo bilobulado redondeado con un único haz vascular concéntrico.

Lantana camara: hoja de anfiestomáticas, mesófilo dorsiventral e inferior papiloso, epidermis unietratificada compacta, están cubiertas con una cutícula con células de tamaño regular y varios tipos de tricomas glandulares y atenuados en toda su extensión, con estomas de tipo anomocíticos y diacíticos, el sistema vascular es abierto, formando un arco aplanado en la "V" con dos haces accesorios situados dorsalmente venación es de tipo pinnada.

En *J. mimosifolia* no se observó esclerénquima en el tejido de sostén, la forma característica del pecíolo es de forma bilobada con bordes redondeados rústicos con un haz vascular en cada lóbulo, cristales de oxalato de calcio solitarios, se observaron estomas paracíticos, tricomas glandulares y atenuados.

A. guatemalensis se observaron abundantes cristales en forma de drusas de oxalato de calcio en toda la hoja, parénquima esponjoso compacto, abundantes diferentes tipos de tricomas en toda la hoja, se evidenciaron células grandes y de diferentes formas en las dos epidermis del mesófilo, con estomas paracíticos.

Respecto a los parámetros de pureza, se verificó el porcentaje de humedad del material vegetal resultando inferior al 10% tal y como lo establece la Organización Mundial de la Salud; el porcentaje de cenizas totales se obtuvo mediante tres repeticiones, variando el resultado dependiendo de la especie analizada.

Los parámetros anteriormente realizados a cada una de las especies, contribuirán a la elaboración de monografías de control de calidad de las especies nativas en estudio; con la finalidad de garantizar que las drogas vegetales frescas o secas provenientes de estas plantas que se utilicen ya sea en el campo de investigación o en la elaboración de fitofármacos; estén plenamente identificadas antes de su uso y/o comercial.

III. ANTECEDENTES

A. GENERALIDADES

La flora guatemalteca al igual que la del resto de Mesoamérica, constituye un importante recurso natural con potencial para coadyuvar al mantenimiento de la salud de los pobladores. La etnobotánica, como disciplina científica, estudia e interpreta la historia de las plantas en las sociedades antiguas y actuales. Esta relación sociedad - planta es siempre dinámica: por parte de la sociedad intervienen la cultura, las actividades socioeconómicas y políticas, y por parte de la planta, el ambiente con sus floras. El principal objetivo de la Etnobotánica es el estudio de las sabidurías botánicas tradicionales, pero frecuentemente precisa de otras técnicas para su interpretación como son las anatómicas, histológicas y citológicas; que son los elementos fundamentales para completar el estudio etnobotánico. La investigación etnobotánica tiene varios aspectos de vital importancia que pueden contribuir de forma notable al progreso de la ciencia, ya que para aplicar estos conocimientos, es necesario el uso de la farmacognosia que estudia las plantas medicinales y determina las características biológicas y bioquímicas de las drogas naturales, como producto natural que se obtiene de la planta (Barrera, 1983; González, 1996).

B. PLANTAS MEDICINALES

Las plantas medicinales, son todas aquellas que contienen, en alguno de sus órganos, principios activos, que pueden tener efectos fisiológicos en el cuerpo, y pueden ser utilizados como herramientas para mantener o restablecer la salud. A pesar de los siglos de tradición, el uso de las plantas medicinales, ha sabido evolucionar y ha ganado prestigio y eficacia, sobre todo en los últimos tiempos, acercándose cada vez más a las normas y usos que exige la medicina moderna. La O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) indica que la mayoría de los estudios existentes sobre las plantas medicinales son insuficientes para aceptar su uso de forma masiva, por lo cual ha orientado protocolos científicos para el desarrollo de fitofármacos, de manera que los ensayos farmacodinámicos y toxicológicos

siempre antecedan a la experimentación clínica, así como el control de la calidad de estos medicamentos y de sus drogas vegetales (Vidaurre, 2007, p. 122).

C. CARACTERÍSTICAS DE IDENTIDAD

El análisis de identificación para una planta específica, se basa en las características macro y micro morfológicas, funciones, clasificación, organización, usos. Cuando la caracterización es de materias primas fragmentadas o pulverizadas es más compleja, se usan métodos más sofisticados como la micrografía, la cual constituye el análisis de productos vegetales basada en la identificación y valoración cualitativa de elementos histológicos; ésta también se auxilia de la fitoquímica, la que utiliza reacciones histoquímicas entre las que se pone de manifiesto la presencia de los principales grupos químicos constituyentes de cada planta (Spegazzini, 2007; Cortella, 1994).

D. DROGA VEGETAL

Se denomina droga vegetal a todo aquel producto natural utilizado en terapéutica y que no haya sido sometido a ninguna preparación farmacéutica. La droga vegetal puede estar constituida de una planta entera o parte de una planta (hoja, raíz, corteza fruto, etc.). Las drogas vegetales se clasifican según su morfología, en drogas vegetales organizadas y no organizadas. Las drogas organizadas son constituidas por la planta entera o partes de la plantas, es decir son todas las drogas que poseen una organización anatómica y morfológica definida tanto por sus características macroscópica como microscópicas. Las drogas no organizadas son las que están constituidas por productos obtenidos a partir de las partes de plantas que no poseen una estructura anatómica ni morfología definida, su descripción en este tipo de drogas comprende el estado físico, color, olor (Trease, 1991, p. 21).

E. FITOQUÍMICA DE LAS PLANTAS

Las plantas medicinales elaboran en su metabolismo una serie de sustancias que tienen diferentes intereses en función de su utilidad, a éstas se les denomina “principio activo”;

principal responsable de las acciones y efectos farmacológicos que poseen la droga y por lo tanto de su uso terapéutico, pudiendo servir para la elaboración de medicamentos. Los principios activos son en general metabolitos secundarios que provienen de una cadena de oxidaciones y reducciones en el metabolismo de las plantas. A los productos del metabolismo secundario se les considera como no esenciales para la vida de la planta. El metabolismo secundario produce polímeros especiales como son taninos, ligninas, cumarinas, flavonoides, etc; pero esto no significa que todas las plantas producen todos los metabolitos, ya que algunas sustancias están restringidas a una sola especie y otras a grupos relacionados, la mayor parte se encuentran en una planta específica y en un órgano específico de ésta, en un tipo de célula y al igual solo se genera en un periodo específico del desarrollo de la planta (Ávalos, 2009, p. 120-123).

Los metabolitos secundarios se agrupan en cuatro clases principales:

- Terpenos. Entre los que se encuentran hormonas, pigmentos o aceites esenciales.
- Compuestos fenólicos. Cumarinas, flavonoides, lignina y taninos.
- Glucósidos. Saponinas, glucósidos cardiacos, glucósidos cianogénicos y glucosinolatos.
- Alcaloides (Ávalos, 2009, p. 122).

1. Terpenos

a. Generalidades

Los terpenos o terpenoides, constituyen el grupo más numeroso de metabolitos secundarios (más de 40.000 moléculas diferentes). La ruta biosintética de estos compuestos da lugar tanto a metabolitos primarios como secundarios de gran importancia para el crecimiento y supervivencia de las plantas (Ávalos, 2009, p. 123).

b. Características Químicas

Los terpenos suelen ser insolubles en agua y derivan todos ellos de la unión de unidades de isopreno (cinco átomos de Carbono). De esta forma, los terpenos se clasifican por el número de unidades de isopreno que contienen: los terpenos de diez Carbonos contienen dos unidades cinco carbonos y se llaman monoterpenos; los de quince carbonos tienen tres

unidades de isopreno y se denominan sesquiterpenos, y los de veinte carbonos tienen cuatro unidades cinco carbonos y son los diterpenos. Los triterpenos tienen treinta carbonos, los tetraterpenos tienen cuarenta carbonos y se habla de politerpenos cuando contienen más de ocho unidades de isopreno (Ávalos, 2009, p. 123).

c. Propiedades Farmacológicas

Medicinalmente poseen las siguientes propiedades antiespasmódica (dolores de estómago producidos por mala digestión, cólicos o exceso de ventosidades), antioxidante (ayudan a metabolizar las grasas a nivel celular para obtención de energía) (Bruneton, 2001, p. 455).

2. Compuestos fenólicos

a. Generalidades

Los compuestos fenólicos, son un grupo muy diverso que comprende desde moléculas sencillas como los ácidos fenólicos hasta polímeros complejos como los taninos y la lignina. En el grupo también se encuentran pigmentos flavonoides. Muchos de estos productos están implicados en las interacciones planta herbívoro. Existen dos rutas básicas implicadas en la biosíntesis de compuestos fenólicos: la ruta del ácido shikímico y la ruta del ácido mevalónico (Ávalos, 2009, p. 123).

b. Características Químicas

Químicamente los compuestos fenólicos, se derivan de los aminoácidos aromáticos se pueden dirigir tanto al metabolismo primario como al metabolismo secundario. Las plantas sintetizan una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo fenol. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo (Ávalos, 2009, p. 123).

c. Propiedades Farmacológicas

Poseen actividad desinfectante, antiséptica urinaria y diurética. Además, también presentan actividad antiagregante plaquetaria, antiinflamatoria y captadora de radicales libres. Entre las plantas medicinales que poseen ácidos fenólicos tienen actividad colerética, diurética e inmunoestimulante. Igualmente cuenta con actividad antiinflamatoria, analgésica y antipirética (Barrera, 2004, p. 113).

3. Cumarinas

a. Generalidades

Las cumarinas son llamados también lactónicos, se encuentran en muchas plantas herbáceas, son ampliamente utilizados en la industria cosmética, perfumería, tintas, etc. (Herrera, 2003, p. 40).

b. Característica Química

Se forma a partir de tres derivados fenilpropanoides: los alcoholes coniferílico, cumarílico y sinapílico, de manera que cada uno de ellos puede formar numerosos enlaces y ramificaciones haciendo que cada lignina pueda ser única. Se encuentra covalentemente unida a la celulosa y a otros polisacáridos de la pared celular. Es insoluble en agua y en la mayoría de los solventes orgánicos lo que hace muy difícil su extracción sin degradarla. Desempeña un papel estructural fundamentalmente, su naturaleza química es la base de su dureza mecánica y de su rigidez que se manifiesta en los tallos lignificados, los troncos de los árboles, imprimiendo su “carácter” a la madera (Cruz, 1995, p. 100).

c. Propiedades Farmacológicas

Medicinalmente poseen las siguientes propiedades antiespasmódica, antibiótica, tónicovenosa y anticoagulante (Herrera, 2003, p. 40).

4. Flavonoides

a. Generalidades

Los flavonoides, son compuestos de flavonas que son pigmentos amarillos presentes en las partes verdes de las plantas junto a la clorofila y los caratenoides, la rutina (vitamina P) es un glucósido flavonoide (Martínez, 2002, p. 271).

b. Características Químicas

Son compuestos de bajo peso molecular que comparten un esqueleto común de difenilpiranos (C6-C3-C6), compuesto por dos anillos de fenilos (A y B) ligados a través de un anillo C de pirano (heterocíclico). Los átomos de carbono en los anillos C y A se numeran del 2 al 8, y los del anillo B desde el 2' al 6'. A los flavonoides y las flavonas se unen azúcares, preferentemente a la posición carbono 3 y con menor frecuencia al carbono 7 del anillo A, de forma que estos compuestos se encuentran comúnmente como O-glicósidos, siendo la D-glucosa el residuo azúcar más frecuente. Otros residuos de azúcares son la D-galactosa, la L-ramnosa, la L-arabinosa, la D-xilosa, así como el ácido D-glucurónico. La parte sin azúcares de la molécula flavonoide se llama aglicona. Los glicósidos son más solubles en agua y menos reactivos frente a radicales libres que su aglicona o flavonoide respectivo (Martínez, 2002, p. 273).

c. Propiedades Farmacológicas

Medicinalmente poseen las siguientes propiedades cardiotónico, hemostática y antiinflamatoria (Martínez, 2002, p. 275).

También tiene efecto terapéutico en un elevado número de patologías, incluyendo la cardiopatía isquémica, la aterosclerosis o el cáncer (Martínez, 2002, p. 275).

5. Lignina

a. Generalidades

La lignina es un polímero altamente ramificado de fenilpropanoides. Después de la celulosa, es la sustancia orgánica más abundante en las plantas. Se encuentra en la pared

celular de varios tejidos de soporte y de transporte, en traqueidas y en los vasos del xilema. Principalmente se deposita en la pared secundaria, fortalece los tallos y tejidos vasculares permitiendo el crecimiento vertical y la conducción de agua y minerales a través del xilema (Cruz, 1997, p. 13).

b. Características Químicas

La lignina es un polímero natural heterogéneo, de carácter aromático, el cual está formado por unidades de tipo fenilpropano sustituidas y usualmente asociado a la celulosa y a las hemicelulosas. Es insoluble en agua y en la mayoría de los solventes orgánicos lo que hace muy difícil su extracción sin degradarla. Desempeña un papel estructural fundamentalmente, su naturaleza química es la base de su dureza mecánica y de su rigidez que se manifiesta en los tallos lignificados, los troncos de los árboles, imprimiendo su “carácter” a la madera (Cruz, 1997, p. 13).

c. Propiedades Farmacológicas

Se han reportado múltiples actividades biológicas de la lignina; como anticancerígena, hepatoprotectora, antiinflamatoria, antiulcerosa, cicatrizante de heridas, antiviral, inmunoestimulante, hipoglucemiante, hipolipemiante, antitumoral, antioxidante, antipsoriásica, antienvjecimiento (Cruz, 1997, p. 13).

6. Taninos

a. Generalidades

Los taninos son compuestos fenólicos poliméricos que se unen a proteínas desnaturalizándolas. El nombre de tanino procede de la antigua práctica de utilizar extractos vegetales para convertir la piel animal en cuero (en el curtido, se unen al colágeno aumentando su resistencia al calor, al agua y a microorganismos). Existen dos categorías: taninos condensados y taninos hidrolizables (Cruz, 1995, p. 100).

b. Características Químicas

Químicamente los taninos condensados son polímeros de unidades de flavonoides unidas por enlaces C-C, los cuales no pueden ser hidrolizados pero sí oxidados por un ácido fuerte para rendir antocianidinas. Los taninos hidrolizables son polímeros heterogéneos que contienen ácidos fenólicos, sobre todo ácido gálico y azúcares simples; son más pequeños que los condensados y se hidrolizan más fácilmente (Bruneton, 2001, p. 382).

c. Propiedades Farmacológicas

Astringente, antihemorrágico, antiséptica, antidiarreico, antiinflamatorio, tonificante vasoconstrictores, antimicrobianos, antifúngicos, inhibidores enzimáticos, antídotos de alcaloides y metales pesados (Bruneton, 2001, p. 382).

7. Glucósidos

a. Generalidades

Los glicósidos son metabolitos vegetales de gran importancia. Su nombre hace referencia al enlace glicosídico que se forma cuando una molécula de azúcar se condensa con otra que contiene un grupo hidroxilo. Existen tres grupos de glicósidos de particular interés: saponinas, glicósidos cardiacos y glicósidos cianogénicos. Una cuarta familia, los glucosinolatos, se incluyen en este grupo debido a su estructura similar a los glicósidos (Bruneton, 2001, p. 27).

b. Características Químicas

Los glucósidos se dividen en tres clases: los monosacáridos que son solubles en agua, que puede cristalizarse (como la glucosa y la fructosa); los disacáridos están formados por la unión de sus enlaces glicosídico cuando se forma entre dos monosacáridos (lactosa y sacarosa, etc); los polisacáridos son biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos que no se cristalizan y no pasan a través de las membranas, como el almidón, mucílagos, celulosa, pectina e inulina (Bruneton, 2001, p. 27).

c. Propiedades Farmacológicas

Medicinalmente los glucósidos tienen un efecto tonificante sobre el organismo.

Almidón: Es emoliente y energético, la acción emoliente aporta una acción suavizante y antiinflamatoria sobre la piel y las mucosas, la acción energética se produce durante los procesos digestivos; las enzimas de la digestión rompen el almidón y liberan glucosa (Cruz, 1995, p. 100).

Mucílagos: Protegen los conductos digestivos y las mucosas ante cualquier agente irritante, sea químico o mecánico, ejemplo de los ácidos digestivos, o los movimientos peristálticos con el bolo alimenticio. La acción terapéutica de los mucílagos es emoliente, laxante, suave, antiinflamatoria, antitísica y en tratamientos contra la obesidad (Cruz, 1995, p. 100).

Celulosa: Desarrolla funciones mecánicas muy importantes, cuando es ingerida facilita la progresión intestinal de las heces, evitando así el estreñimiento (Cruz, 1995, p. 100).

Pectina: Es emoliente y lubricante del aparato digestivo permitiendo así el progreso de las heces y evitando el estreñimiento (Cruz, 1995, p. 100).

Inulina: Es una sustancia muy útil en las afecciones hepáticas, ya que favorece las funciones del hígado (Cruz, 1995, p. 100).

8. Saponinas

a. Generalidades

Llamados saponínicos o sapogeninas, son derivados terpénicos que agitados en el agua producen espuma semejante al jabón, reduciendo así la tensión superficial del agua. Son excelentes emulsivos y producen la hemólisis de los eritrocitos, por lo cual son dañinas cuando se inyectan directamente a la sangre. Se utilizan como agentes limpiadores y como espumantes, especialmente en líquidos de extinción de incendios (Bruneton, 2001, p. 663).

b. Características Químicas

Las saponinas se encuentran como glicósidos esteroideos, glicósidos esteroideos alcaloides o bien glicósidos triterpenos. Son por tanto triterpenoides o esteroides que contienen una o más moléculas de azúcar en su estructura. Se pueden presentar como agliconas, es decir, sin el azúcar (el terpeno sin el azúcar, por ejemplo), en cuyo caso se denominan sapogeninas. La adición de un grupo hidrofílico (azúcar) a un terpenoide hidrofóbico da lugar a las propiedades surfactantes o detergentes similares al jabón que presentan las saponinas (Bruneton, 2001, p. 663).

c. Propiedades Farmacológicas

Expectorante, diurético, desinfectante de las vías urinarias, analgésico, agentes tensioactivos, hemolíticos, tóxicos para animales y cicatrizante (Franssen, 1997, p. 7).

9. Alcaloides

a. Generalidades

Los alcaloides constituyen el grupo más grande de metabolitos secundarios de plantas. Se encuentran en las semillas, raíces, cortezas y hojas; al estado libre o como glucósidos, o formando sales con ácidos orgánicos (Bruneton, 2001, p. 773).

b. Característica Química

Los alcaloides contienen uno o más átomos de nitrógeno como parte de un sistema cíclico, que manifiesta significativa actividad farmacológica y han sido biosintetizados de aminoácidos como precursores; compuestos que llenan estas características, se dice que son verdaderos alcaloides, para diferenciarlos de aminoácidos, y de pseudoalcaloides, aquellos que también poseen nitrógeno en un ciclo, pero no son originados por aminoácidos, por ejemplo: los derivados de purina y los esteroalcaloides (Bruneton, 2001, p. 773).

c. **Propiedades Farmacológicas**

Empleada como droga anticolinérgica, cardioestimulante, anticancerígena, descongestionador nasal, broncodilatador, antiparkinsoniano, somnolífico, analgésico, bactericida, fungicida y antioxidante (Bruneton, 2001; Montoya y otros, 2004).

F. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Estos métodos están basados en determinar constituyentes químicos activos, los cuales constituyen a la identificación del material vegetal. Estos constituyentes son conocidos como metabólicos secundarios que tienen actividad farmacológica, estos suelen ser específicos en ciertas clases botánicas, órdenes y familias, que pueden ser exclusivas de las especies por lo que pueden ser usados como compuestos marcadores que identifican apropiadamente el material vegetal (Bruneton, 2001, p. 773).

La determinación de metabolitos secundarios se realiza por medio de varios métodos, entre los que se puede mencionar a los histoquímicos y la cromatografía en capa fina.

1. Histoquímica

Los métodos histoquímicos son altamente utilizados en determinación cualitativa de los constituyentes químicos presentes en una planta, tal como algunos metabolitos secundarios, estos pueden evidenciarse en tejidos vegetales con la preparación de infusiones de la droga cruda o a través de cortes transversales del tejido a mano alzada aplicando algunas reacciones de coloración. Los métodos pueden aplicarse tanto a materia fresca como seca, siendo preferible en estado fresco (Rosales, 2001, p. 40).

2. Cromatografía en capa fina

La cromatografía se define como la separación de una mezcla de dos o más compuestos por distribución entre dos fases, una móvil la cual se desplaza por la fase estacionaria por acción capilar o por la aplicación de un potencial eléctrico. La cromatografía en capa fina

es un método altamente usado en la actualidad ya que es relativamente rápido, tiene una mejor resolución y es más sensible. El análisis cuantitativo se obtiene por medio de un cálculo semicuantitativo de la cantidad de compoente presente al comparar el área de la mancha con la del patrón, los mejores resultados se obtienen si se raspa la mancha de la placa, se extrae el análito del sólido que forma la fase estacionaria y se determina el análito mediante algún métodos físico o químico apropiado (Skoog, 2008, p. 824-828).

G. CONTROL DE CALIDAD DE FITOFÁRMACOS

1. Calidad

La calidad es un requisito básico de los medicamentos, no solo por su significación intrínseca, sino porque constituye la base sobre la que reposa la reproductibilidad de los parámetros de seguridad y eficacia, especialmente los medicamentos a la base de plantas medicinales (Soler, 2005, p. 12).

Los fitofármacos generalmente constituyen sistemas complejos, mucho más difíciles de caracterizar que con un compuesto puro, sea sintético o natural. Generalmente no se conocen las sustancias responsables de la actividad farmacológica o esta es producida por diferentes sustancias. No siempre las sustancias de referencia son comercializadas o existen métodos de análisis específicos. Debe considerarse además la influencia que puede tener el proceso de recolección y manipulación posterior hasta el momento de la extracción. Está claro que la calidad está estrechamente ligada al resto de fabricación, así como el control del producto terminado y el ensayo de estabilidad. Esto nos lleva nuevamente al concepto de calidad global, que comienza ya en el proceso de selección de la semilla, cultivo, recolección, secado, almacenamiento, etc. La O.M.S. ha emitido pautas para la implementación de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) en la producción de medicamentos herbarios, y también ha desarrollado monografías de las plantas medicinales más comunes, lo que refleja el interés y la preocupación de las agencias de salud del mundo por lograr introducir estándares farmacopéicos para las numerosas drogas vegetales existentes (Soler, 2005, p. 12).

2. Control de calidad de la materia prima

En la estandarización de los medicamentos herbarios se debe comenzar desde la misma planta controlado cuidadosamente todos los pasos de su reproducción antes realizar el control final de los parámetros de seguridad en la línea de producción, porque el material vegetal, es en definitiva, el que va a definir la potencia y calidad del producto final (Acosta, 2006, p. 1-6).

La baja calidad del material vegetal o su inconsistencia hará imposible cualquier control de calidad significativo durante el proceso de elaboración de los productos fitoterapéuticos, o será imposible asegurar la calidad uniforme del producto final (Acosta, 2006, p. 1-6).

En sus monografías, la farmacopea Europea aborda todos aquellos parámetros que en cada caso son convenientes para describir la calidad de un producto, y que se listan a continuación: Definición clara y científica, Identidad, características macro y microscópicas, características organolépticas, perfil cromatográfico (huella dactilar), Reacciones de identificación, pureza, humedad, cenizas, constantes físicas, materia extraña, disolventes residuales, contaminación microbiana, metales pesados (Acosta, 2006, p. 1-6).

H. MATERIA VEGETAL EN ESTUDIO

1. *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm (hierba del cáncer)

- a. Nombre científico: *Alcalypha guatemalensis* Pax & Hoffm
- b. Familia: *Euphorbiaceae*
- c. Sinónimas: Borreguillo, Hierba del cáncer, Ccul, Corrimiento, Gusanillo, Sajoi.
- d. Partes usadas medicinalmente: Hojas y flores (Cáceres, 2006, p. 103).

e. Descripción botánica

Hierba perenne o anual, erecta, mide 50 cm de alto o un poco menos, erecta, hojas de 2-6 cm de largo, membranosas triangulares –aovadas de 3-7 cm de largo, redondeadas en la base pilosas en ambas superficies cuando son jóvenes. Los frutos son de 5cm de largo y de 1cm de ancho con muchas flores, ovario piloso y estilo entero, capsula de 2 mm de largo y semillas de 1mm de largo y ovaladas (Standley, 1996. p. 132).

f. Hábitat

Especie que se encuentra en Guatemala (Zacapa), Sur de México y Honduras su zona de vida es el bosque seco subtropical. Es común en terrenos removidos, en la región nororiental es frecuente en matorrales secos o húmedos, se encuentra a veces como maleza en tierras subcultivadas y en vegetaciones densas de 200-500 msnm (Standley 1995, p. 1-2).

g. Obtención

La planta se obtiene exclusivamente por recolección en campos de crecimiento silvestre en regiones cálidas y subtempladas del país, aunque se encuentra de venta en los mercados. Se recomienda su conservación, manejo o cultivo para garantizar su provisión. Su propagación se hace por divisiones. Se colectan las hojas y flores durante la fructificación y se secan a la sombra (Cáceres, 2006, p. 103).

h. Usos etnomédicos

En Guatemala se vende como medicina las ramas con hojas de ambas especies, para afecciones gastrointestinales, dolor de cabeza y menstrual, enfermedades venéreas, reumatismo y pielonefritis. Según la encuesta realizada en Livingston su uso popular se describe para curar la tos, dolor menstrual, ovarios, granos de la piel, inflamación de encías, antiemética, antiséptica, desinflamante, diurética y espasmolítica. Se utiliza para tratamiento de inflamaciones, infecciones, enfermedades venéreas y lavados para vaginitis (Morton, 1977; Cáceres, 2006; Girón, 1991).

i. Composición Química

En la revisión de 30 años del Chemiscal Abstracts no se encontró información sobre su composición química. El tamisaje fitoquímico preliminar indica que las hojas contienen alcaloides no cuaternarios, taninos, antraquinonas, glicósidos cianogénicos, ácidos diterpénicos, azúcares desoxigenados y polifenoles (Cáceres, 2006, p. 104).

j. Farmacología y actividad biológica

Estudio experimental demuestra actividad antimicrobiana contra *Candida tropicalis*. Posee actividad antiinflamatoria a dosis de 100 mg/kg y actividad antimicrobiana para vía tópica (Ozaeta, 2008; Ruiz, 2008).

En el departamento de Izabal (Guatemala) se utiliza para tratar enfermedades infecciosas, según Navarro y otros autores en su estudio, *A. guatemalensis* tiene actividad significativa contra los radicales libres DPPH y superóxido, y contra la lipoperoxidación; por lo que esto atribuye a que esta especie posea antibioactividad. En este mismo estudio se determinó su actividad contra *P. aeruginosa* y *Trypanosoma cruzi* o *Leishmania spp.* (Navarro, 2003, p. 325-329).

k. Estudios realizados

El trabajo de investigación (Determinación de la Actividad Biocida de cinco plantas del género *Acalypha* (*A. guatemalensis*, *A. arvensis*, *A. polystaquia*, *A. indica* y *A. pseudoalopecuroides*) se realizó con el propósito de contribuir al estudio biológico y fitoquímico de las plantas medicinales utilizadas popularmente en Guatemala, por lo que resultó de interés seleccionar estas cinco especies del género *Acalypha* (*Acalypha arvensis*, *Acalypha pseudoalopecuroides*, *Acalypha guatemalensis*, *Acalypha indica* y *Acalypha polystaquia*) conocidas popularmente como hierba del cáncer (Jiménez, 2001, p. 26).

Las plantas recolectadas, se secaron en secadores solares a la sombra. Se obtuvieron los extractos etanólicos mediante la técnica de percolación y concentración (Jiménez, 2001, p. 26).

En la investigación se evaluó la actividad biocida y se caracterizaron los metabolitos secundarios de las cinco plantas en estudio *A. indica*, *A. guatemalensis*, *A. pseudoalopecuroides*, *A. arvensis* y *A. polystaquia*. Los resultados demostraron actividad positiva para *A. polystaquia*, *A. arvensis* y *A. guatemalensis* contra *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 a una concentración de 1mg/mL Y *A. arvensis*, *A. guatemalensis*, *A. polystaquia* y *A. pseudoalopecuroides* contra *Cryptococcus neoformans* ATCC C13 a una concentración de 1mg/mL y 0.5mg/mL, respectivamente. Ninguna de las 2 especies presentaron actividad larvicida contra larvas de *Aedes aegypti* y *Anopheles albimanus* (Jiménez, 2001, p. 26).

A través de ensayos macro y semimicro y cromatografía en capa fina se realizó la caracterización fitoquímica, en el cual se identificaron los metabolitos secundarios presentes en los extractos etanólicos de *A. indica*, *A. guatemalensis*, *A. pseudoalopecuroides*, *A. arvensis* y *A. polystaquia*, éstos fueron: flavonoides, antocianinas, antraquinonas, cumarinas, saponinas, principios amargos y cardenólidos (Jiménez, 2001, p. 32).

2. *Simarouba glauca* DC. (aceituno)

- a. Nombre científico: *Simarouba glauca* DC.
- b. Familia: *Simaroubaceae*
- c. Nombres comunes: Jocote de mico, Negrito, Olivo, Pazac, Xpazakil.
- d. Partes usadas medicinalmente: Hojas y Corteza (Cáceres, 2006, p. 21).
- e. Descripción botánica

Árbol de tamaño mediano, a veces grande, puede alcanzar alturas entre 20 y 25m y 90cm de diámetro. Copa irregular, fuste usualmente recto y libre de ramas en la parte inferior, tiene corteza lisa y color gris, con sabor extremadamente amargo y un grosor de 1 a 3cm. Hojas compuestas, alternas, imparipinnadas, de 10 a 46 cm de largo y de 10 a 20 hojuelas son coriáceas, oblongas, glabras y pálidas o glaucas en el envés. Las flores se presentan en panículas terminales, son pequeñas y con pétalos blancos o amarillo-verdosas, masculinas, femeninas o hermafroditas, dispuestas en panículas terminales y laterales grandes. Los frutos son drupas como aceitunas, ovales y oblongo-ovales de 2.0 a 3.5cm de largo de color morado oscuro, cambian de color rojo y después al madurar, su color es negro púrpura (Holdridge, 1997, p. 136).

- f. Hábitat

Nativo de Mesoamérica en bosques secos subtropicales, regiones húmedas o pobladas de matorrales, sobre laderas secas rocosas abiertas, en variedad de regiones desde el sur de México a Centro América y el Caribe en alturas hasta de 900 metros sobre el nivel del mar (Loarca, 2004, p. 52).

Este árbol particularmente se encuentra en las colinas Valle Motagua en Salamá donde a finales de abril los árboles presentan abundantes frutos rojos brillantes que asemejan pequeños ciruelos (Standley, 1949, p. 434).

g. Obtención

Se cultiva en clima cálido húmedo y semiárido; suelo ligero, profundo y drenado. Se propaga por semilla o acodo. La semilla se recoge para madurar y se siembra en bolsa, germina a los 25-35 días, a las 6-7 semanas trasplantar al campo definitivo. Para producir madera se plantan a 3x3 metros, para aceite a 6x6 metros. El crecimiento inicial es lento, pero una vez establecido es relativamente rápido. Las hojas se colectan en cualquier época del año y se secan a la sombra; la corteza se colecta en la época seca y se seca a pleno sol (Cáceres, 2006, p. 21).

h. Usos etnomédicos

Por su actividad antiprotozoarica está indicado su uso para tratar amebiasis y malaria. Se recomienda 2 – 4 ml/día de tintura 1:10 en alcohol de 40% y 1-2 ml del extracto fluido. Por su actividad insecticida está indicado su uso tópico en afecciones pruriginosas y piojos. El principio amargo tiene cuasina, con propiedad tónica y estimulante. La glaucarrubina (simurabidina) es un terpenoide, peso molecular 496, cristal blanco, activa contra bacterias gram positivo y protozoos. En un antiamebiano bien tolerado activo contra formas vegetativas y quísticas de *E. histolitica* (Loarca, 2004, p. 54).

i. Composición Química

Las hojas y corteza contienen flavonoides, polifenoles, sesquiterpenlactonas, taninos, triterpenos (glaucarubina, glaucarubinona) y cuasinoides (glucopiranosilglaucarubol y glucopiranosilglaucorubolona). Las hojas contienen alcaloides, pero la corteza no. Los frutos y semillas tienen una composición química similar a las hojas, aunque presenta mayor cantidad de glaucarrubina, esta es un terpenoide activo contra bacterias grampositivo, gramnegativo y protozoos (Cáceres, 2006, p. 22).

j. Farmacología y actividad biológica

La infusión de la corteza y raíz se usa por vía oral para tratar malaria, afecciones gastrointestinales (diarrea, dispepsia atónica, debilidad, amebiasis, lombrices, tricocéfalos, vomito), nerviosismo, fiebre intermitente y tos. La tintura de hojas tiene actividad

antiamebiana. Las hojas machacadas se aplican tópicamente para el tratamiento de afecciones cutáneas, prurito y algunas formas de cáncer (Girón, 1991, p. 173).

Rodríguez-Pérez y otros autores concluyen en un estudio que el extracto etanólico utilizado de *S. glauca* posee alta toxicidad contra cepas de *Plasmodium falciparum* y *Plasmodium berghei*, pero también recomiendan que estos resultados se confirmen en futuras investigaciones. La toxicidad de esta planta también ha sido estudiada por Fernández-Calienes y otros autores, confirmando así que los extractos etanólicos son altamente tóxicos contra larvas de *Artemia salina* (Fernández-Calienes y otros, 2009; Rodríguez-Pérez y otros, 2006).

k. Estudios realizados

Considerando que la mayoría de la población guatemalteca vive en pobreza y en lugares donde las enfermedades infecciosas son frecuentes, la utilización de plantas medicinales es muy popular; por ejemplo, también se han estudiado extractos de plantas medicinales para combatir la malaria; es el caso en la Habana, Cuba por M. Rodríguez-Pérez, et. al. quienes evaluaron la actividad antimalárica de seis plantas medicinales, entre ellas *Simarouba glauca*, encontrándose que *in vitro* redujo la parasitemia en un 43.2%, y fue la más activa contra la cepa utilizada (Rodríguez-Pérez, 2006, p. 197-205).

3. *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacaranda)

a. Nombre científico: *Jacaranda mimosifolia* D. Don

b. Familia: *Bignoniaceae*.

c. Nombres comunes: Gigante, Q'ojom ché.

d. Partes usadas medicinalmente: hojas y flores (Cáceres, 2006, p. 117).

e. Descripción botánica

Árboles con corteza pálida; copa ancha, ramas glabras, 12 a 15 metros de altura. Hojas grandes, compuestas de 20n a 40 ejes laterales, 19 a 45 foliolos, oblongo u oblongolanceoladas, 6 a 8 mm de largo, acortadas y mucronuladas, seniles, pueden ser glabras. Panículas y largas, abundantes flores, 15 a 25 cm de longitud; cáliz 2 mm de longitud, campanulado, denticulado, casi glabro, corola azul, 3 a 5 cm de largo, tomentoso.

Fruto en cápsula redonda, duro, suborbicular, glabro, 6 cm de largo, truncado o apiculado en el ápice, abundantes semillas aladas de 1.5 a 2.5 cm (Standley, 1949, p. 196).

f. Hábitat

Nativa de Sur América, desde Colombia hasta Argentina, cultivada en regiones tropicales y subtropicales. En Guatemala se ha descrito en los departamentos: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Sololá, Jalapa, Jutiapa, Quetzaltenango, Retalhuleu, Sacatepéquez, Suchitepéquez y Totonicapán (Standley, 1974, p. 196-197).

g. Obtención

Introducida en varias regiones del mundo. En Guatemala se ha plantado en gran número para ornamento, en elevaciones medias pero también en tierras bajas, muy abundantes en los departamentos centrales; naturalizada en muchas regiones y diseminada rápidamente por sus semillas aladas. La materia médica se recolecta en lugares plantados como ornato o como cercos vivos. Se recomienda su siembra planificada para garantizar un abastecimiento sostenido. Puede cultivarse en casi cualquier tipo de suelo que esté bien drenado; se propaga fácilmente por semillero por semilla o estaca, con un repique a bolsas a las 6-8 semanas, cuando las plántulas estén bien enraizadas. En cercos vivos se puede aprovechar la biomasa que se obtiene por desmoche. Las flores y hojas tiernas se colectan en plena madurez y se secan primero al sol y luego a la sombra (Cáceres, 2006, p. 117).

h. Usos etnomédicos

Por su amplio uso popular específico y la falta de información sobre sus efectos tóxicos, el uso de las flores está indicado en el tratamiento oral de disentería bacilar o amebiana, así como diversas afecciones gastrointestinales. Por su acción antiamebiana y antidesentérica y puede asociarse con Aceituno, Guayaba y Pericón (Martínez, 2000, p. 35).

La decocción de la raíz se emplea como diaforético. El jarabe de la raíz se utiliza especialmente contra las enfermedades venéreas y la forunculosis; se usa contra las afecciones del hígado, las hemorroides, las várices, los eczemas e impurezas de la sangre. La decocción de la corteza o de las raíces se utiliza en lavados para cicatrizar úlceras (incluyendo venéreas), artritis, várices, varicela, llagas, heridas y escrófulas. Por vía oral se usa para curar el paludismo, la sífilis, blenorragia, diabetes, dolor de huesos, reumatismo y

artritis; y también en forma de gargarismos, para sanar las afecciones de la garganta (Fonnegra, 2007, p. 129).

i. Composición Química

Las flores contienen flavonoides (neohesperidósidos y glucósidos de apigenina, rutinósidos de cianidina y glucósidos de delfinidina). Las hojas y ramas contienen fenoles, antocianinas, flavonoides de apigenina y scutelareina, quinoides, lignanos y esteroides (spinasterona). El estudio de los componentes polares de las hojas condujo al aislamiento de una ciclohexanona (jacaranona), un glucósido fenilpropanoide, un verbascósido (acetósido) y un nuevo éster de glucosa (jacaranosa), mientras que la ausencia de iridoides fue total (Cáceres, 2006; Girón, 1991).

j. Farmacología y actividad biológica

Los extractos etanólicos, triclorometánico y con éter de petróleo de hojas tiene potente actividad citotóxica contra líneas celulares malignas como KB (ED₅₀= 15.8 µg/ml), P338 (ED₅₀= 1.6 µg/ml) y KB-VI (ED₅₀ > 20 µg/ml); los mismos extractos no mostraron actividad antimitótica en un modelo de inhibición del astrocito. Estudios farmacológicos demuestran que la infusión de las flores posee acción espasmolítica in vitro sobre receptores muscarínicos y musculotrópicos de intestino asilado de rata cuando se emplea clorhidrato de acetilcolina (Cáceres, 2006; Girón, 1987).

k. Estudios realizados

En su estudio, Rolando Hernández obtuvo que la tintura extraída de flores de *Jacaranda mimosifolia* y su combinación con tinturas de otras plantas medicinales, es estable a los 90 y 180 días de su obtención, manteniendo así sus características fisicoquímicas y antimicrobiológicas; ayudándose con la prueba de Concentración Mínima Inhibitoria (CIM) para esta última (Hernández, 2007, p. 2-47).

4. *Lantana camara* L (siete negritos)

a. Nombre científico: *Lantana camara* L

b. Familia: *Verbenaceae*

- c. Nombres comunes: carronchocho, corona del sol, cinco negritos, hierba de Cristo, mora, lampana, sonoro, tres colores, corrito, viverana, verbena, zapotillo y mora de muerto.
- d. Partes usadas medicinalmente: Hojas y flores (Standley, 1970).
- e. Descripción botánica

Arbusto erecto que puede medir hasta 60 cm de alto; las hojas son opuestas, pecioladas, subcordadas, dentadas, ovado-oblongas u oblongo-acuminadas de 6 a 7 cm de largo. Las inflorescencias son cabezuelas o corimbos globosos apretados; las flores son sésiles que pueden ser de dos colores; posee 4 estambres didinamos; el ovario tiene 4 celdas con 1 óvulo en cada una; el cáliz dentado; la corola es bilabiada con tubo largo color amarillo-anaranjado, el cual se vuelve rojo; los frutos son drupáceos semiglobosos, carnosos y de color morado (Blair y Madrigal, 2005, p. 274).

- f. Hábitat

Nativa de sur América, Colombia, Jamaica, El Salvador, Panamá Costa Rica. *Lantana camara* florece todo el año en muchos países cálidos, es algo tolerante a la sombra por lo que puede llegar a dominar en bosques o en cultivos de árboles tropicales. Existen muchas variedades o formas de esta maleza por todo el mundo. Está más distribuida en el área del Caribe, en África oriental, Suráfrica, Asia meridional, Australia y las islas del Pacífico (Rzedowski, 2001; Holm, 1977, p. 312).

- g. Usos etnomédicos

En 1999 Márquez y colaboradores mencionan que el té de sus hojas y ramas o raíces se emplea contra las amebas, la disentería, diarrea, vómito, dolor estomacal, dolor hepático y dolor de muelas. Las flores fermentadas en alcohol curan el reumatismo; las flores, tallos y hojas guisadas en aceite se colocan en el oído para quitar el dolor y aliviar la sordera; también se utiliza para curar epilepsia, calambres, erupciones de la piel, úlceras, tumores, piquetes de insectos y como diurético (Márquez, 1999, p. 5).

- h. Composición Química

Las hojas contienen ácido láctico, lantanina (alcaloide), compuestos triterpénicos, lancamarona, 3-m oxiursolato, resinas (Rzedowski, 2001, p. 5).

Todos los órganos de la planta contienen un aceite esencial, siendo en las flores donde se presentan los contenidos más altos. La hoja de *L. camara* es la parte de la planta que más

se ha estudiado desde el punto de vista químico. Así entonces, su aceite esencial contiene los monoterpenos cineol, dipenteno, geraniol, linalol, alfa-terpineol, alfa-felandreno, felandrona y el componenete fenílico eugenol; los triterpenos lantadenos A y B, ácido lantanílico, ácido lántico, el éster metílico del ácido 3-oxo-ursólico y el ácido 3-ceto-ursólico; lancamarona y ácido lantoico han sido detectados sólo en la hojas (Márquez, 1999, p. 5).

i. Farmacología y actividad biológica

El extracto etanólico obtenido de las ramas de esta planta presentó un efecto antibiótico contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* y *Streptococcus faecalis*; en cuanto a *Escherichia coli* y *Candida albicans* hubo ausencia de actividad. El mismo extracto pero obtenido de las hojas frescas y raíz, administrado por vía intraperitoneal en ratones de ambos sexos en dosis variables, produjo una actividad depresora del sistema nervioso central y anticonvulsiva, en animales convulsionados con metrazole y estriquina. Se ha demostrado también que la fracción alcaloidea obtenida de hojas, produce una actividad hipotensora en perro, por vía intravenosa, provocándole una respiración acelerada y temblores, y un efecto relajante del útero de rata, con inhibición de la movilidad, efecto también producido en duodeno del mismo animal por un extracto etanólico. Se ha detectado también la actividad antibiótica ejercida por las hojas y el aceite esencial sobre *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomona aeruginosa*, *Sarcina lutea*, *Salmonella typhi* y los hongos *Aspergillus niger* y *A. fumigatus*; la actividad analgésica en rata, de un extracto etanólico (95%) de las hojas por vía intraperitoneal, aunque sólo a grandes dosis; y la acción antimalárica, de un extracto de éter de petróleo de la raíz, probada directamente contra el *Plasmodium falciparum* (Loarca, 2004; Márquez, 1999).

j. Estudios realizados

En 1985 se aisló e identificó la estructura del ácido lantanílico, triterpeno presente en las hokas de lantana, el otro triterpeno, el ácido lantoido B, también se identificó la presencia de lantadenos B, C, D, estos compuestos son los responsables de la actividad hepatotóxica. En 1997 se aisló un nuevo triterpeno fue aislado por Barre el ácido 22-acetoxylántico que mostró actividad antimitocondrial contra *S. aureus* y *S. typhi*. Entre los aceites mayor presente es el ta-cariofileno y acetato de getaniol, terpineol, acetato de bornillo y limoneno (Romeu, 2001, p. 3-5).

En la raíz presenta un alcaloide soluble en agua llamado lantamina, que se considera sustituto de la quinina, en sus frutos hay azúcares, agua proteínas calcio y magnesio. Presencia de taninos, resinas, azúcares, lantadenas, antocianinas, carotenos y fenoles. Entre las propiedades medicinales se le atribuye como broncodilatador, espasmolítico, antirreumático, antitumoral, antitusígeno, antiasmático, estomacal o eupéptica, sedante, antitetánica (Romeu, 2001, p. 3-5).

I. OTROS ESTUDIOS REALIZADOS

Los seres vivos vegetales poseen una estructura organizada, caracterizada por niveles de organización vegetal, esta categorización puede ser realizada desde dos puntos de vista, tomando en cuenta la organización externa también llamada morfología, o basándose en las relaciones internas fisiológicas (Achá, 1999, p. 24).

Se realizó un estudio en el país para investigar más sobre la diversidad biológica y cultural de Guatemala, con lo que se elaboraron productos fitoterapéuticos a partir de plantas nativas utilizadas para combatir enfermedades infecciosas; se encontró que los compuestos responsables de la actividad son: proantocianidinas, heterósidos, flavonoides, glaucarrubina, glaucarrubinona, saponósidos, antocianinas, cantalosaponina, solanina, herniarina y aceites esenciales; y se concluye que la producción de fitoterapéuticos es una ayuda para la población de Guatemala de escasos recursos (Cáceres, 2002, p. 41-46).

En un estudio comparativo de la familia *Verbenaceae* se compararon los caracteres anatómicos caulinares, con especial referencia al origen y al desarrollo de la peridermis en algunas especies de interés medicinal: *Aloysia citriodora*, *Aloysia gratissima*, *Aloysia polystachya*, *Lantana camara*, *Lippia integrifolia*, *Lippia junelliana* y *Lippia turbinata*; los caracteres histológicos diferenciales se describieron e ilustraron con el objeto de proveer parámetros micrográficos adecuados para la verificación de la identidad de estas especies; concluyendo que en todas las especies existe una identidad característica anatómicas de la corteza primaria, el origen y el desarrollo de la peridermis que constituyen una herramienta eficaz para la verificación de la identidad de estas plantas de uso medicinal (Bonzani, 2003, p. 35).

En el estudio realizado en México por Mireya Fuente y colaboradores se describe la anatomía de las flores de cinco especies diferentes del género *Opuntia* utilizando la microtecnica convencional de inclusión en parafina; encontrándose que existen semejanzas entre especies, pero también hay diferencias a nivel de la epidermis; como por ejemplo la epidermis lisa o rugosa según la especie en estudio, diferente forma de las células epidérmicas, etc. (Fuentes y otros, 2009, p. 89-102).

En otro estudio anatómico del xilema de 11 especies de lianas de la familia de *Bignoniaceae* se separaron en dos grupos especies con radios de dos tamaños diferentes y especies sin radios de dos tamaños y a su vez enfocándose en la presencia de poros y sus características morfológicas y parénquima paratraqueal, por lo que se presentan una clave con micrografías para su identificación (Araque, 2007, p. 196).

IV. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país que cuenta con una gran diversidad de plantas nativas, muchas de las cuales son utilizadas empíricamente como alternativa medicinal. El departamento de Citohistología a través de la Unidad de bioensayos, realiza investigación para validar el uso popular de muchas de estas plantas y elaborar una base de datos de cada una de las especies. En la presente investigación, se seleccionaron de dicha base de datos cuatro especies siendo estas: aceituno, siete negritos, jacaranda y hierba del cáncer; de todas ellas no existe información que permita una correcta identificación de sus drogas vegetales, especialmente cuando estas se encuentran secas o fragmentadas. Siendo la identidad un requisito indispensable para asegurar la calidad de un medicamento herbario, es importante establecer las características macro y microscópicas que permitan una identificación adecuada de las materias primas vegetales, tanto para su uso comercial como para el desarrollo de nuevas investigaciones. Con tales propósitos este estudio plantea la elaboración de cartillas micrográficas a partir de láminas de referencia del material botánico fresco y seco, así como la determinación histoquímica y cromatográfica de sus metabolitos secundarios, útiles para el estudio quimiotaxonómico de las especies vegetales de uso medicinal.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Describir las características citomorfológicas y microquímicas de las especies medicinales conocidas popularmente como aceituno, siete negritos, jacaranda y hierba del cáncer.

B. Objetivos Específicos

1. Elaborar una descripción botánica diagnóstica de la planta fresca de cada una de las especies en estudio que facilite su correcta identificación en el campo.
2. Identificar las características microanatómicas de la materia vegetal de cada una de las especies en estudio.
3. Demostrar la presencia de metabolitos secundarios en los tejidos por medio de histoquímica y cromatografía en capa fina de las especies en estudio que apoyen su uso popular.
4. Elaborar cartillas micrográficas con las características microanatómicas diagnósticas que faciliten la identificación de sus drogas secas y fragmentadas.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. UNIVERSO DE TRABAJO

1. Población

Plantas medicinales de uso popular investigadas en el Departamento de Citohistología.

2. Muestra

Cuatro especies medicinales denominadas: *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm, *Simarouba glauca* DC. , *Jacaranda mimosifolia* D. Don, *Lantana camara* L.

B. RECURSOS

1. Humanos

a. Investigadoras

Br. Sharol Samantha Yamileth Reinoso Estrada

Br. Sonia Elizabeth Castellanos Jiménez

Br. Maria Lourdes Flores

b. Asesora

M.A. María Eugenia Paredes Sánchez

c. Coasesor

MSc. José Vicente Martínez Arévalo

2. Institucionales

- Laboratorio FARMAYA, S.A.
- Laboratorio LIPRONAT (Laboratorio de Investigación en Productos Naturales) Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).
- Biblioteca de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).
- Laboratorio de Bioensayos, Departamento de Citohistología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (USAC).
- Herbario BIGU (Bioterio de Guatemala), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (USAC).
- CEDA (Centro Experimental de Docencia de la Facultad de Agronomía), colección y huerto productivo de plantas medicinales y aromáticas, Facultad de agronomía (USAC).

3. Materiales

- Cristalizador
- Caja de Petri de vidrio
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Vidrio de reloj
- Probeta de 100 mL
- Erlenmeyer
- Gradilla de metal
- Tubos de ensayo con tapón
- Pinzas
- Bolsas plásticas
- Beakers 10 y 50 mL
- Aguja de disección
- Duroport
- Hoja de afeitar
- Cromatoplaça de sílica gel 60 F₂₅₄

4. Equipo

- Microscopio
- Estufa eléctrica
- Medidor de temperatura
- Cronómetro
- Desecador
- Horno eléctrico con regulador de temperatura
- Balanza analítica
- Balanza de humedad
- Cámara fotográfica

5. Reactivos

- Ácido acético
- Ácido clorhídrico diluido
- Ácido sulfúrico concentrado
- Agua desionizada o destilada
- Agua destilada
- Alcohol etílico al 70%
- Alcohol yodado
- Azul de cresil al 1%
- Gelatina-glicerina
- Hidróxido de amonio al 10% (p/v)
- Hidróxido de sodio al 5%
- Hipoclorito de sodio al 50%
- Lugol
- Papaverina al 1% en metanol.
- Reactivo de dragendorff
- Reactivo de Sudán IV
- Safranina al 1%
- Sulfato férrico

C. METODOLOGÍAS

1. Recolección e Identificación

El material vegetal fresco de las especies *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm, *Simarouba glauca* DC., *Jacaranda mimosifolia* D. Don y *Lantana camara* L., se recolectó en el CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía), colección y huerto productivo de plantas medicinales y aromáticas, Facultad de agronomía, USAC. Su clasificación botánica fue realizada en el Herbario BIGU de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

2. Determinación macromorfológica e histológica

a. Macromorfología

Se observó la anatomía macroscópica de cada una de las cuatro especies en estudio, y se comparó con lo discutido en la Flora de Guatemala a fin de establecer las características mínimas necesarias para la identificación de las mismas.

b. Características histológicas

Por medio de diversas técnicas como: cortes a mano alzada, diafanizado y disociado débil; se identificó las características microanatómicas de cada una de las especies en estudio, tales como: tipos y formas de estomas y tricomas, tipos de mesófilo, sistema vascular, tipo de venación, etc.

c. Cortes a mano alzada

Se realizó cortes transversales a mano alzada de cada una de las hojas, pecíolos y pecíolulos de las plantas en estudio, para observar la disposición de los tejidos y células que la conforman, que revelan detalles significativos que ayudaron a confirmar la identidad de las plantas y localizar los metabolitos presentes en las mismas (Gattuso, 1999, p. 4 y 5).

d. Técnica de Diafanizado

Como parte del estudio microscópico, a cada una de las hojas de las plantas en estudio se les realizó la técnica de diafanizado, que consiste en la aclaración o eliminación completa de cualquier tipo de plastidio, para poder observar de manera más clara las estructuras epidérmicas que presentan las hojas, tal como células normales, estomas, tricomas, entre otros elementos propios y característicos, que permitieron la identificación de las especies vegetales del estudio (Gattuso, 1999, p. 7).

e. Disociado débil

Se realizó disociado débil del material seco de las plantas en estudio, con la finalidad de separar los tejidos del órgano vegetal específico y así se pudo observar por separado las células y estructuras que lo conforman (Gattuso, 1999, p. 8).

f. Coloración con safranina y/o Fast-Green

Para el estudio microscópico de las preparaciones vegetales, se realizaron las coloraciones de safranina y fast-green que facilitaron la identificación de las estructuras que las conforman (Gattuso, 1999, p. 6).

g. Extractos botánicos

Para la obtención del extracto, se realizó el tamizaje de las hojas secas de *Jacaranda mimosifolia* D. Don y se extrajo por percolación con disolvente orgánico etanol. Luego se concentró por medio de un rotavapor. Los extractos de las hojas de *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm y *Simarouba glauca* DC., fueron proporcionados por el departamento de Citohistología, y el extracto de las hojas *Lantana camara* L. fue proporcionado por el Laboratorio LIPRONAT (Laboratorio de Investigación en Productos Naturales) (Solís, 2003, p. 99).

h. Tamizaje fitoquímico

Se realizó mediante pruebas histoquímicas y cromatografía de capa fina (TLC).

i. Pruebas Histoquímicas

La determinación y localización de los principales grupos de metabolitos secundarios, se realizó por medio de reacciones de color en cortes transversales a mano alzada (Gattuso, 1999, p. 13 y 14).

ii. Cromatografía en Capa Fina

- Alcaloides

Se pesó 1 g de material vegetal seco y molido, se agregó 1 mL de hidróxido de amonio al 10% (p/v) y se realizó una extracción con 5 mL de metanol. Se colocó en baño de maría a 60°C durante 5 minutos. Se filtró, concentró y aplicó en una placa de sílica gel 60 F₂₅₄.

El estándar fue una solución de atropina y papaverina al 1% en metanol (10 µL).

Fase móvil: Tolueno-acetato de etilo-dietilamina (70:20:10), acetato de etilo-metanol-agua (100: 13.5:10), cloroformo-dietilamina, acetona-agua-amonio concentrado (90:7:3).

Detección: Sin tratamiento químico: UV 254nm, UV 365nm; con reactivo de Dragendorff, zonas cafés o naranjas en vis, los colores no son estables (Solís, 2003, p. 64, 83 y 84).

- Saponinas

Se pesaron 2 g de material vegetal seco y pulverizado, con 10 mL de etanol al 70%, mediante reflujo por 10 minutos, se evaporó hasta 5 mL, y se aplicó 25-40 µL en una placa de sílica gel 60 F₂₅₄.

El estándar fue de saponinas, sapogeninas y esteroides al 0.1% y 0.2% en metanol (10 µL).

Fase móvil: cloroformo-metanol-agua (64:50:10), n-butanol-ácido acético-agua (50:10:40).

Detección: Reactivo de Liebermann-Burchard con UV-365 o VIS zonas azules y verdes de saponinas esteroides, rojas y violetas de triterpenoides. Reactivo de Komarowsky, zonas azules, amarillas y rojas (Solís, 2003, p, 64, 83 y 84).

- Aceites volátiles

Se pesaron 10-50 g (dependiendo del tipo de droga) de material vegetal y se destiló con arrastre de vapor por 1 hora. Se recolectó el aceite esencial en xileno. Se diluyó la solución de aceite en xileno con tolueno 1:5 o si fue muy concentrada 1:10 y se aplicó 5 µL (1:10) en cromatoplaca de silicagel 60 F₂₅₄.

Método alternativo: Extraer 1 g de material vegetal pulverizado con 10 mL de diclorometano agitando por 15 minutos. Filtrar y evaporar en baño de maría (60°C) a sequedad.

El estándar fue Limoneno, Mirceno, 1,8-cineol, Nerol, Terpeneol.

Fase móvil: Tolueno – acetato de etilo (93:7).

Detección: Anisaldehído – ácido sulfúrico, vainillina – ácido sulfúrico, zonas azules, verdes, rojas y cafés en visible (Solís, 2003, p. 64, 83 y 84).

3. Determinación de las pruebas de pureza del material

a. Cenizas totales

Se realizó sobre el material pulverizado de las plantas en estudio, indica el contenido de minerales que contiene el material.

i. Procedimiento

- Se colocaron tres crisoles en el horno por dos horas a 600°C. Se dejaron enfriar.
- Se colocaron los crisoles en una desecadora por 20 minutos, y luego se tararon en una balanza analítica.

- Se introdujeron aproximadamente 2 g de materia vegetal seca en cada crisol y nuevamente se colocaron en el horno por dos horas a 600°C. Se dejaron enfriar.
- Se colocaron los crisoles en la desecadora por 20 minutos, y luego se pesaron en la balanza analítica.

b. Humedad

Se determinó el porcentaje de humedad del material vegetal de las plantas en estudio.

i. Procedimiento

- Se seleccionó una parte representativa del total de la muestra.
- Se encendió la balanza de medición de humedad y se seleccionó el programa de 15 minutos a 105°C.
- Se abrió la cámara y se colocó un platillo de aluminio.
- Se determinó la tara del platillo y se agregó aproximadamente 2 g de muestra.
- se inició el programa de secado y se leyó el resultado.
- Se repitió el procedimiento 3 veces para cada droga.

4. Diseño de investigación

Estudio de tipo descriptivo.

a. Análisis estadístico

El estudio incluyó la determinación de variables cualitativas y cuantitativas. De las variables cualitativas se realizaron cuatro repeticiones por conveniencia y se analizaron por medio de tablas y fotografías, describiendo ausencia y presencia anatomorfológicas, cromatográficas e histoquímicas (metabolitos: alcaloides, taninos, saponinas, mucílagos, almidón y grasas y aceites); de las variables cuantitativas (cenizas totales, porcentaje de humedad) se realizaron tres repeticiones a conveniencia, estableciendo medidas de tendencia central, media, mediana, desviación estándar y rango.

VII. RESULTADOS

A continuación se describen los principales hallazgos encontrados en la droga vegetal para cada una de las especies en estudio.

A. *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm

1. Caracteres macroscópicos de identificación botánica

Planta herbácea de tallo erecto, altura observada aproximadamente de 50 cm; hojas delgadas de 2-6 cm de largo, de forma ovada, con base de la hoja redondeada, y con bordes aserrados; comúnmente se pudieron observar protuberancias de color beige en el haz y envez de la hoja aparentando “tumores”. Al tacto son hojas aterciopeladas por la presencia de abundantes “pelos”, las flores en forma de racimos de color corinto o rojo oscuro. (Figura 1).



Figura 1. Material vegetal fresco de *A. guatemalensis* Pax & Hoffm. Recolectado en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía

2. Características organolépticas de la droga seca

La muestra seca de la hoja es de color café verdoso, delgada, quebradiza se convierte en polvo al tacto, abundante olor ácido característico y de sabor amargo. Se almacenaron en frascos de vidrio de 8 onzas (oz) el material de droga seca de *A. guatemalensis* Pax & Hoffm (Figura 2).



Figura 2. Material vegetal seco de *A. guatemalensis* Pax & Hoffm.

3. Recolección y herborización de ejemplares frescos

Se recolectaron ejemplares frescos de *A. guatemalensis* Pax & Hoffm en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía), colección y huerto productivo de plantas medicinales y aromáticas, Facultad de agronomía, USAC. Se preparó e identificó el ejemplar de herbario, y se ingresó en el Herbario Biología de Guatemala (BIGU), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC; con el número 59158 (Figura 3) (Anexo 1).



Figura 3. Ejemplar de herbario de *A. guatemalensis* Pax & Hoffm.

4. Caracteres micromorfológicos e histológicos para identificación

En el corte transversal de la hoja se observa que el parénquima esponjoso compacto se presenta hacia la epidermis abaxial con aspecto irregular, con espacios intercelulares pequeños; el parénquima en empalizada con células alargadas más o menos gruesas, de contornos lisos con pequeños espacios intercelulares formando una sola capa a lo largo de casi toda la lámina foliar hacia la epidermis adaxial (Figura 4). Tanto la epidermis adaxial como abaxial, presentaron células de tamaño grande y formas variables con una capa fina de cutícula (Figura 4 y 5). La nervadura central del folíolo presentó haces conductores de tipo colateral abierto (por localizarse el floema externamente del xilema, éste último se encuentra internamente y presencia de cambium vascular entre xilema y floema) y colénquima angular con células de diferentes tamaños (Figura 6 y 7).

Los tricomas encontrados en el diafanizado son de tipo glandular (Figura 8), curvos, atenuados (Figura 9 y 10) y ganchudos con bases de tricomas de 5-7 células en disposición radial (Figura 11), las bases de tricomas tienen un tamaño alrededor de 600 micrómetros y los tricomas aciculares pluricelulares que pueden tener hasta 2,600 micrómetros de largo

(Figura 12 y 13). Los tricomas de tipo glandular bicelular son de tamaño grande si se comparan con los estomas anomocíticos adjuntos (Figura 14). La hoja es hipostomática con estomas de tipo paracíticos, también se observaron en las dos epidermis cristales de oxalato de calcio en forma de drusas (Figura 15) y otros se encuentran hundidos en el parénquima (Figura 16). El tipo de venación encontrado es reticulada (Figura 17).

Las células de la epidermis abaxial se observaron con una forma irregular con paredes moderadamente onduladas. Las células de la epidermis adaxial se visualizaron en formas poligonales unidas entre sí (Figura 18) y colénquima en vista longitudinal (Figura 19). Las fibroesclereidas encontradas son delgadas y alargadas con extremos en punta redondeada (Figura 20). También se observó el xilema en forma de helicoidal laxa (Figura 21).

En el pecíolo se observaron los tejidos vasculares y los fundamentales de sostén. Se encontraron cinco haces vasculares que presentaron una forma colateral abierto. Los haces vasculares del pecíolo forman un anillo semejante a una estela del tipo eustela (Figura 22 y 23). En el parénquima medular se encontraron cristales de oxalato de calcio en posición aislada (Figura 24).



Figura 4. Folículo. Epidermis adaxial (1). Parénquima en empalizada (2). Parénquima esponjoso (3). Epidermis abaxial (4). Esclerenquima (5). Cutícula (6). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 5. Folículo. Células epidérmicas. Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).



Figura 6. Nervadura central, tejidos vasculares y fundamentales de sostén. Xilema (1), cambium vascular (2), floema (3) y colénquima (4), epidermis (5). Colénquima (6). Tinción: safranina 1%. (Aumento: 400X).

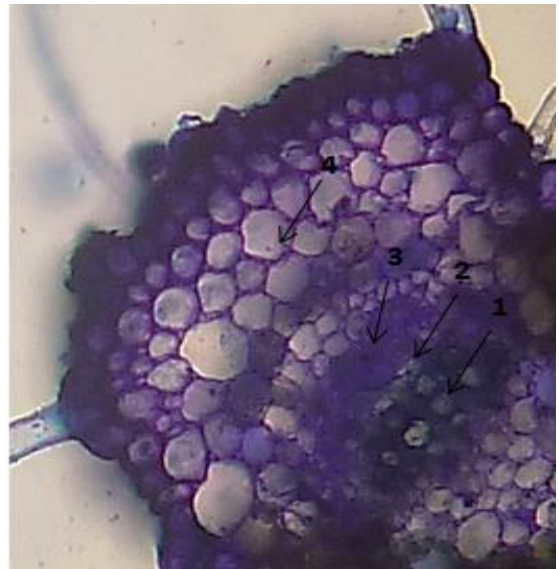


Figura 7. Nervadura central, tejidos vasculares y fundamentales de sostén. Xilema (1), cambium vascular (2), floema (3), parénquima (4). Tinción: azul de cresil 1%. (Aumento: 400X).

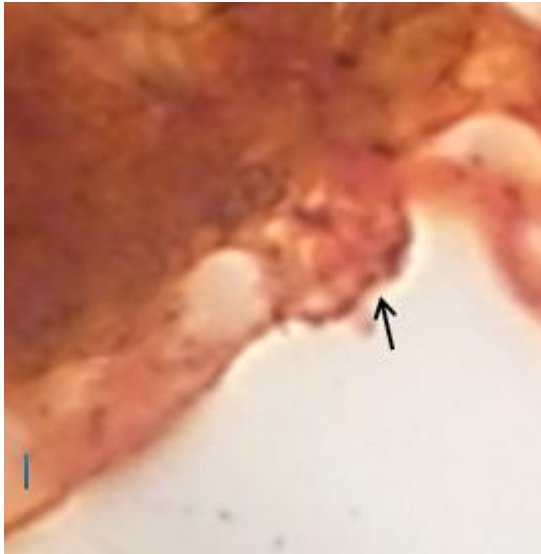


Figura 8. Tricoma glandular en vista lateral, en epidermis abaxial. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 100X).



Figura 9. Diafanizado de folíolo. Tricomas curvos del borde (1). Tinción: safranina 1%. (Aumento: 100X).

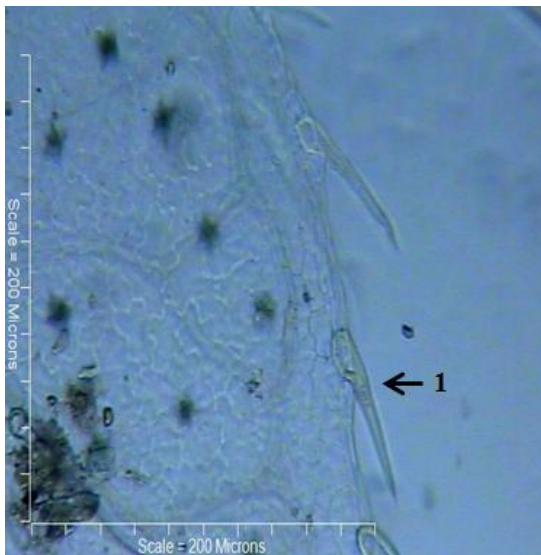


Figura 10. Diafanizado de folíolo. Tricomas atenuados. Tinción: safranina 1%. (Aumento: 400X).

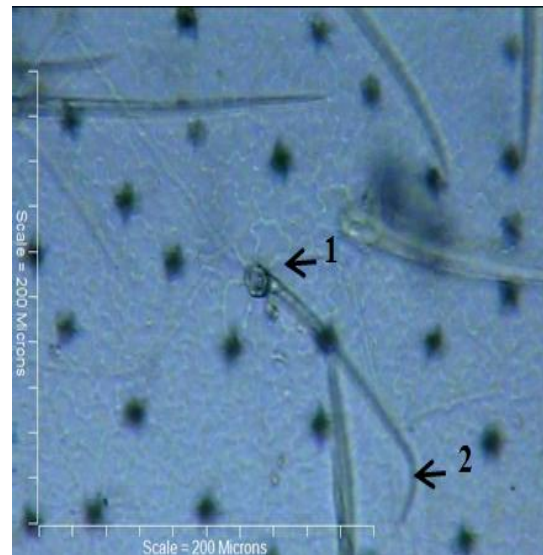


Figura 11. Folíolo, cara adaxial. Base de tricoma con 5-7 células (1). Tricoma ganchudo. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 100X).

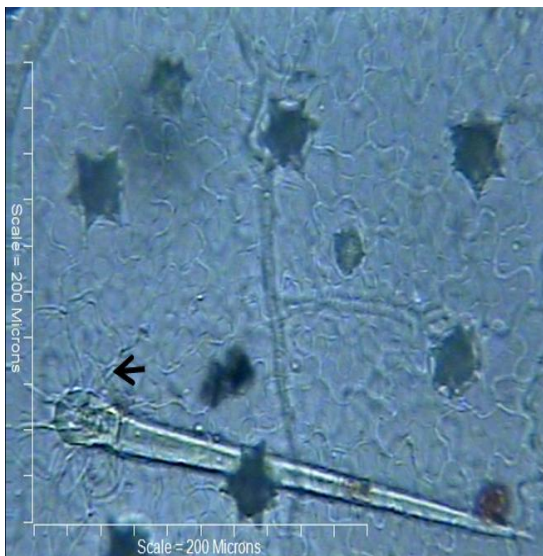


Figura 12. Tricomas aciculares pluricelulares, base recta sobre nervadura. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

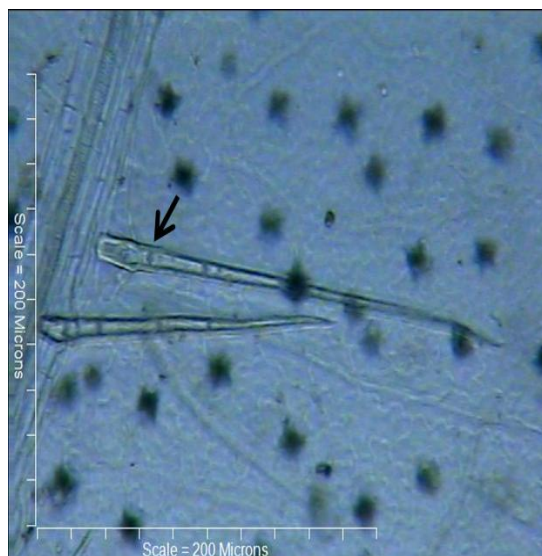


Figura 13. Tricoma ocupa 2 o más células. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

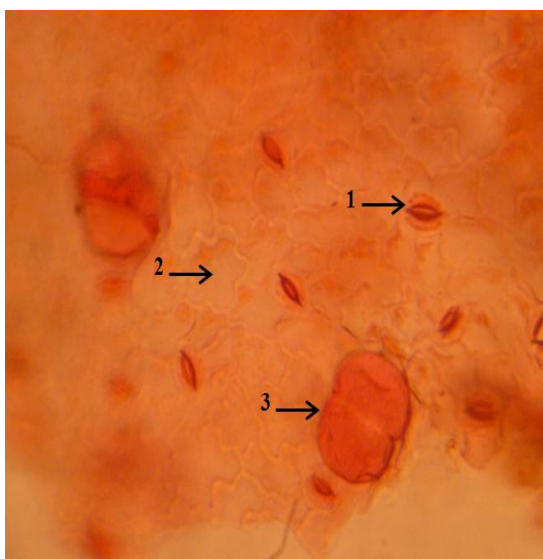


Figura 14. Diafanizado. Estomas anomocíticos (1). Células de la epidermis abaxial (2). Tricoma glandular bicelular de base corta (3). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

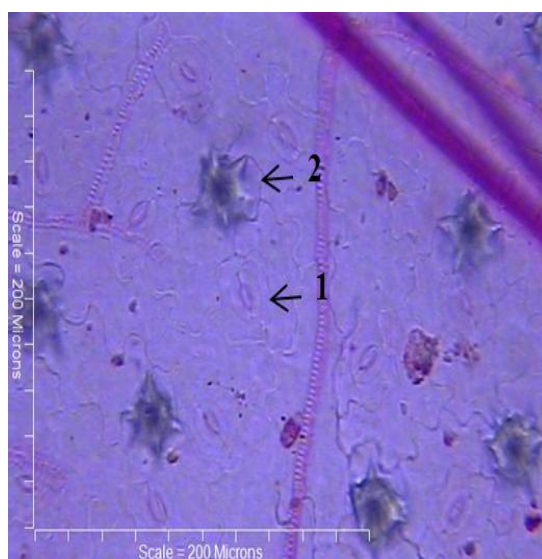


Figura 15. Folíolo, cara abaxial. Estomas paracíticos (1). Cristales de oxalato de calcio en forma de drusas (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 16. Cristales de oxalato de calcio hundidos en el parénquima (1). Tricoma ganchudo. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 100X).

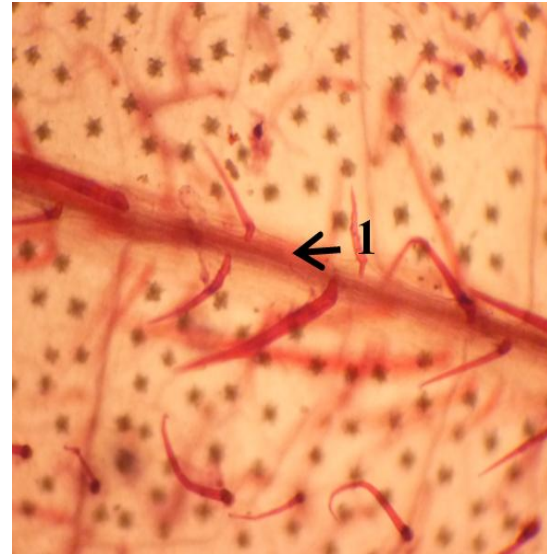


Figura 17. Diafanizado. Folíolo. (1). Tricoma ganchudo. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 100X).

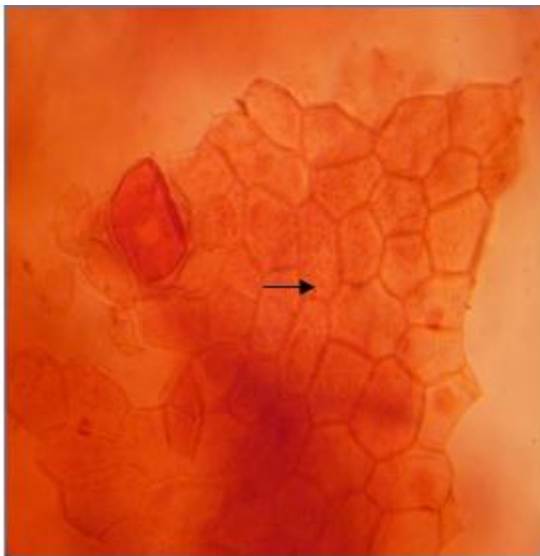


Figura 18. Disociado. Células epidérmicas. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

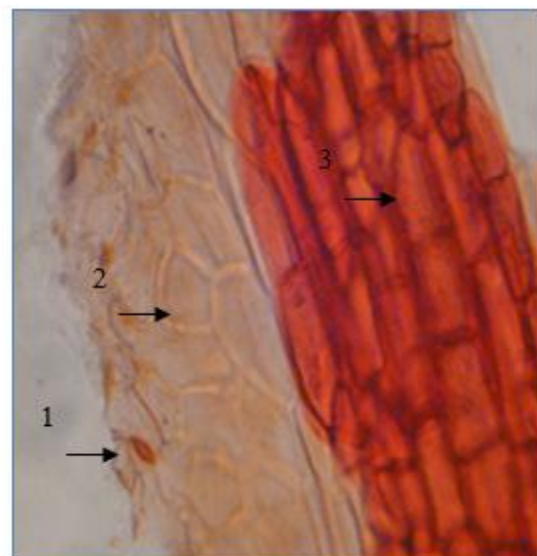


Figura 19. Disociado. Estoma (1). Células epidérmicas del área de la nervadura central (2). Colénquima en vista longitudinal (3). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 20. Disociado. Fibroesclereidas. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 21. Xilema helicoidal laxa. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

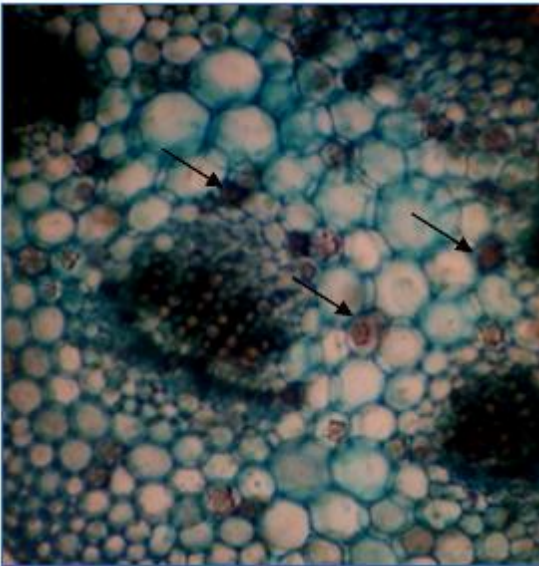


Figura 22. Pecíolo. Cristales de oxalato de calcio. Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).

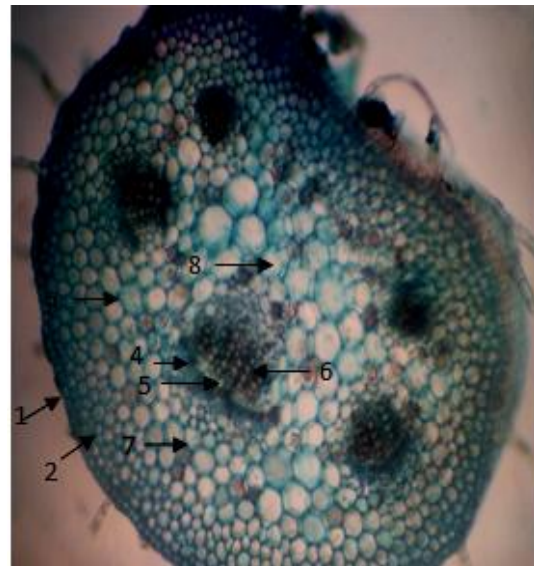


Figura 23. Pecíolo. Tejidos vasculares y fundamentales de sostén. Epidermis (1). Colénquima (2). Parénquima (3). Esclerénquima (4). Floema (5). Xilema (6). Zona cortical (7). Parénquima (8). Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).

5. Tamizaje histoquímico del folíolo

- a. Alcaloides: se encontraron positivos en la nervadura central del folíolo, específicamente en xilema y esclerénquima de la misma (Figura 24).
- b. Mucílagos: se observó la presencia de éstos en la nervadura central del folíolo, en las siguientes partes: cutícula y xilema (Figura 25).
- c. Grasas y aceites: se encontraron en escasamente en la cutícula (Figura 26).
- d. Taninos: se observaron taninos en la nervadura central (Figura 27).
- e. Saponinas: luego de 30 minutos de reacción no se observó el cambio de coloración hasta el color violeta, y no se logró evidenciar la morfología específica del corte debido a que se destruyó el material vegetal al reaccionar con el ácido sulfúrico concentrado (Figura 28).
- f. Almidón: gránulos de almidón se observaron en el esclerénquima de la nervadura central (Figura 29).

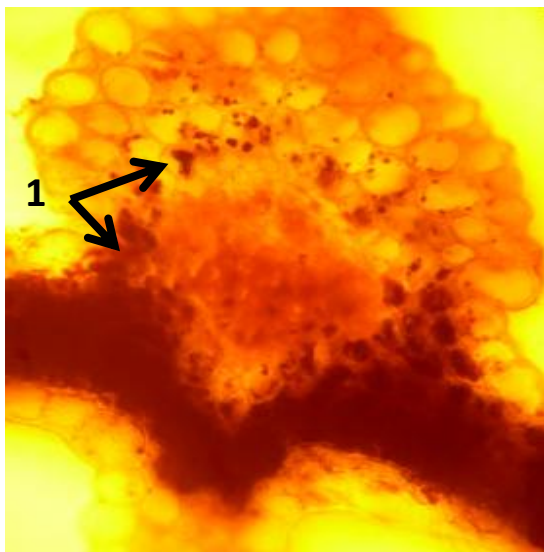


Figura 24. Tamizaje histoquímico. Alcaloides. Color café oscuro en xilema (1) y esclerénquima (2). Reactivo: Drangendorff. (Aumento: 400X).

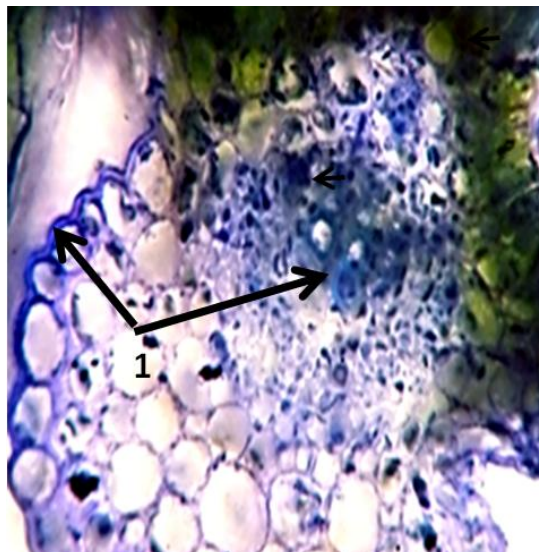


Figura 25. Tamizaje histoquímico. Mucílagos. Color azul Francia. En cutícula y xilema (1). Reactivo: Azul de cresil 1%. (Aumento: 400X).



Figura 26. Tamizaje histoquímico. Grasas y aceites. Color café claro en cutícula. Reactivo: Sudán IV. (Aumento: 400X).

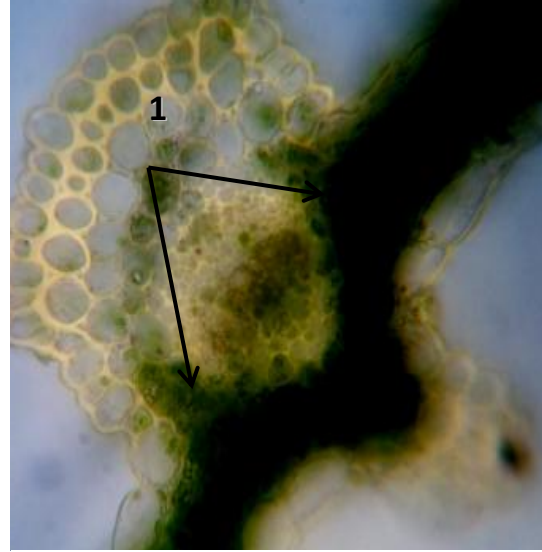


Figura 27. Tamizaje histoquímico. Taninos. Color verde en parénquima en empalizada. Reactivo: Sulfato férrico (Aumento: 400X).

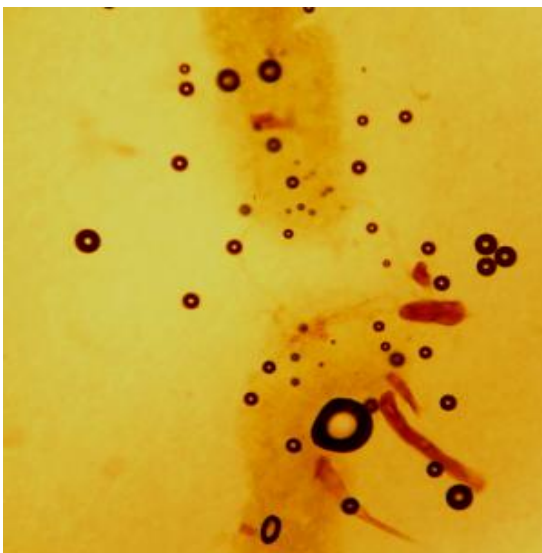


Figura 28. Tamizaje histoquímico. Saponinas. Ausentes. Reactivo: Ácido sulfúrico concentrado. (Aumento: 100X).

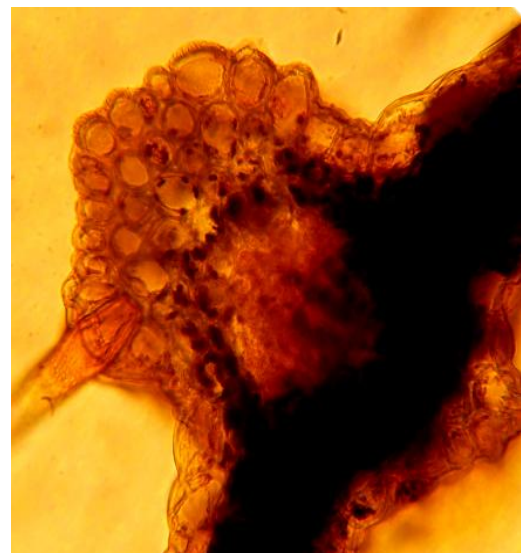


Figura 29. Tamizaje histoquímico. Almidón. Color café en nervadura central. Reactivo: Lugol. (Aumento: 400X).

6 . Cartilla micrográfica

A continuación se presentan las figuras de los elementos característicos de la droga vegetal.

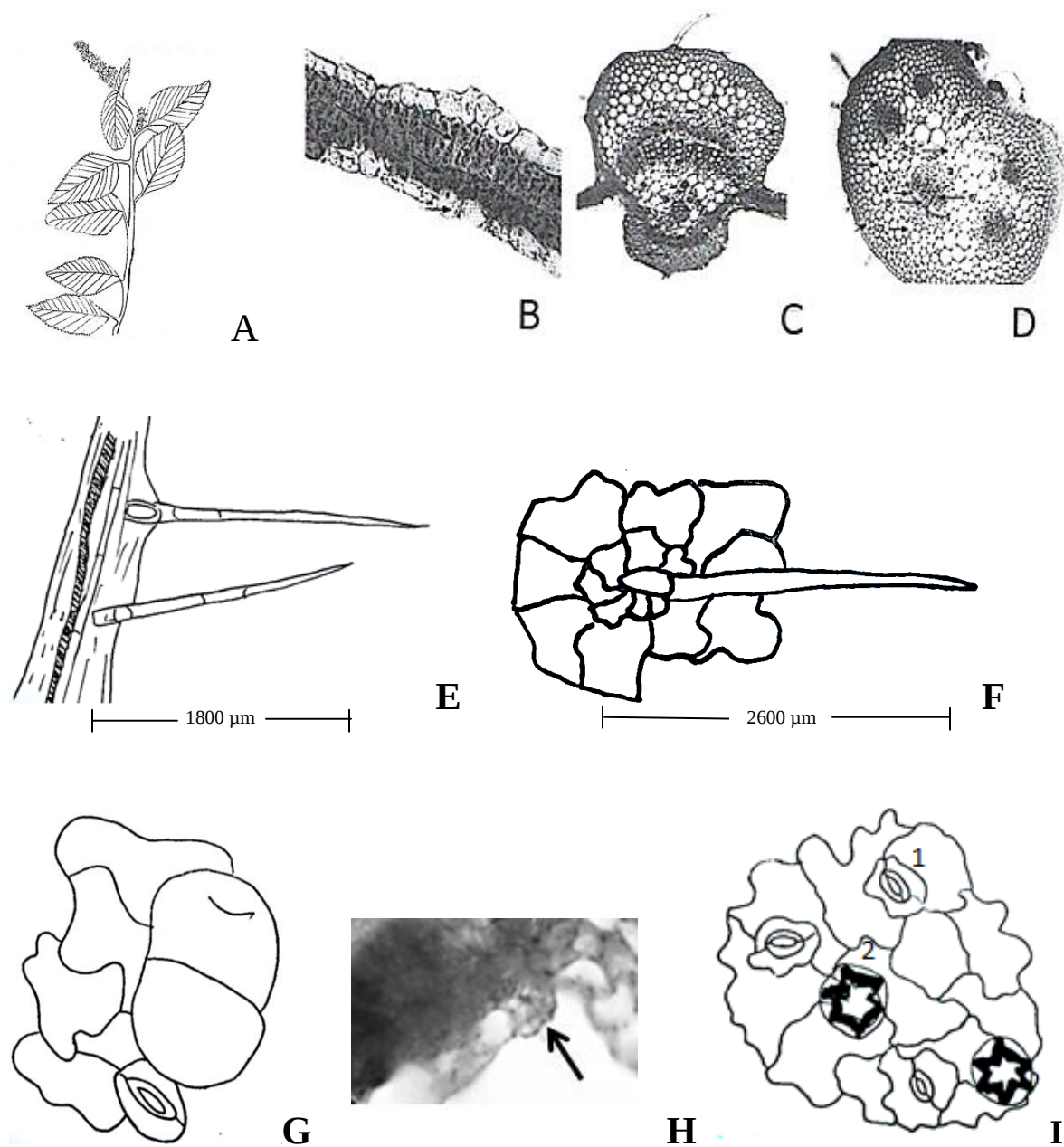


Figura 30. *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm. A. Hierba y hoja. Cortes transversales: B. Lámina foliar. C. Nervadura central. D. Pecíolo. E. Tricomas aciculares pluricelulares en nervación. F. Tricoma acicular con base tricoma. G. Tricoma glandular grande superficial. H. Tricoma glandular hundido. I. 1. Estomas paracíticos, 2. Cristales de oxalato de calcio en forma de drusas.

B. *Jacaranda mimosifolia* D. Don

1. Caracteres macroscópicos de identificación botánica

Árbol de 12-15 m de altura, con la copa ancha y de forma irregular, tiene un diámetro de 6 m, las ramas levantadas, el tallo principal es grueso y el tronco casi siempre tiene una altura 6-9 m y 40cm de diámetro, es de color gris oscuro con textura áspera, con abundantes ramas grisáceas redondeadas, hojas grandes y compuestas de 30 cm de longitud, bipinales con 12 pares de pinas opuestas, de 30 pares de folíolos pequeños de forma ovalada de color verde claro, textura de superficie lisa; las flores son grandes de 4-5 cm, tienen forma acampanada de color azul violeta, se encuentran en racimos erectos de 30 flores de forma opuesta. El fruto es leñoso, plano, en forma de castañuela con gran cantidad de semillas pequeñas de color café oscuro (Figura 31).



Figura 31. Material vegetal fresca de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. Recolectado en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía)

2. Características organolépticas de la droga seca

La droga seca se observó cambio de color de verde claro a café verdoso, con bordes retraídos hacia adentro, una textura áspera y quebradiza al tacto; el olor es fuerte y avinagrado, el sabor es amargo; se almacenaron en frascos de vidrio de 8 onzas (oz) el material de droga seca de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. (Figura 32).



Figura 32. Material vegetal seca de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

3. Recolección y herborización de ejemplares frescos

Se recolectó ejemplares frescos de *Jacaranda mimosifolia* D. Don. en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía), colección y huerto productivo de plantas medicinales y aromáticas, Facultad de agronomía, USAC. Esta muestra fue llevada al Herbario Biología de Guatemala (BIGU), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC; donde se identificó como dicha especie según la Flora de Guatemala. Se herborizó y depositó en este herbario el ejemplar (Figura 33), el cual fue registrado e incorporado a las colecciones con el número No.59160 (Anexo 1).



Figura 33. Ejemplar de herbario de *Jacaranda mimosifolia* D. Don.

4. Caracteres micromorfológicos e histológicos para identificación

El mesófilo de tipo dorsiventral conformado por un colénquima heterogéneo, formando por parénquima en empalizada en la cara adaxial y parénquima esponjoso de 2-3 capas de células hacia la cara abaxial (Figura 34 y 35). El tejido epidérmico adaxial se observó una cutícula monoestratificada evidente, mientras que la epidermis abaxial la cutícula no es tan evidente pero sí está presente (Figura 34). La nervadura central del folíolo no posee esclerénquima, está conformado por un haz colateral de tipo abierto (Figura 36 y 37).

Se observaron tricomas de tipo glandular escamosos peltados y atenuados (Figura 38 y 39). Los folíolos son hipostomáticos, los estomas son de tipo paracíticos que están ligeramente hundidos y ocluidos por material de naturaleza cutinácea (Figura 40).

Se observó una nervación reticulada con una vena principal que proviene del pecíolulo y ésta se ramifica en venas secundarias y terciarias de tipo abiertas (Figura 41); tricomas de

tipo unicelular filiforme y glandular escamoso peltado (Figura 42), presencia de traqueidas (Figura 43), el xilema es helicoidal laxo (Figura 44).

El peciolulo es de tipo bilobado, los dos lóbulos redondeados, cada uno irrigado por un haz concéntrico perifloemático anficribal (Figura 45 y 46).



Figura 34. Mesófilo. Tejidos fundamentales. Epidermis abaxial (1). Cutícula (2). Parénquima en empalizada (3). Parénquima esponjoso (4). Epidermis adaxial (5). En fresco. (Aumento 400X).

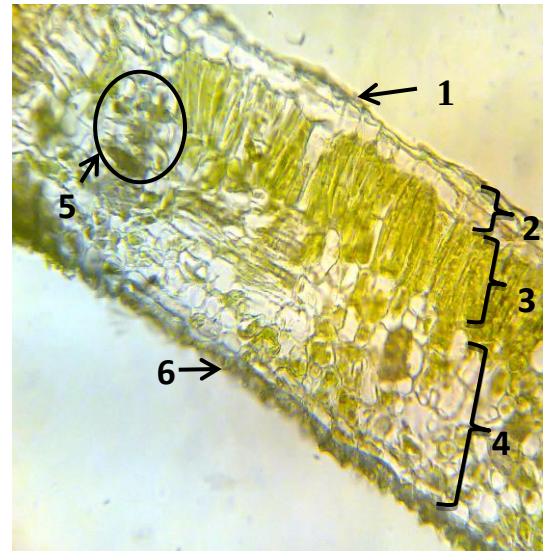


Figura 35. Mesófilo. Tejidos fundamentales. Cutícula (1). Epidermis adaxial (2). Parénquima en empalizada (3). Parénquima esponjoso (4). Vaina del haz (5). Epidermis abaxial (6). En fresco. (Aumento 400X).

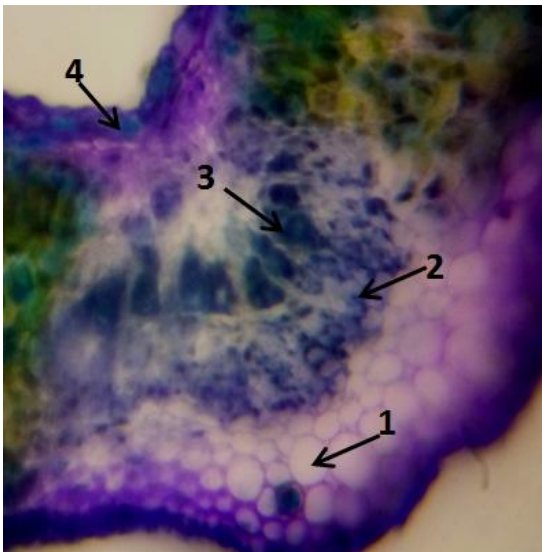


Figura 36. Nervadura central. Colénquima anular (1). Floema (2). Xilema (3). Epidermis adaxial (4). Tinción: Azul de Cresil 1%. (Aumento: 400X).

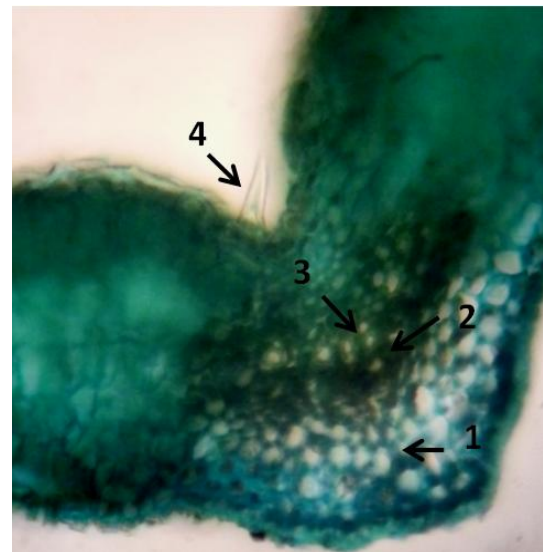


Figura 37. Nervadura central. Colénquima anular (1). Floema (2). Xilema (3). Tricoma atenuado (4). Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).

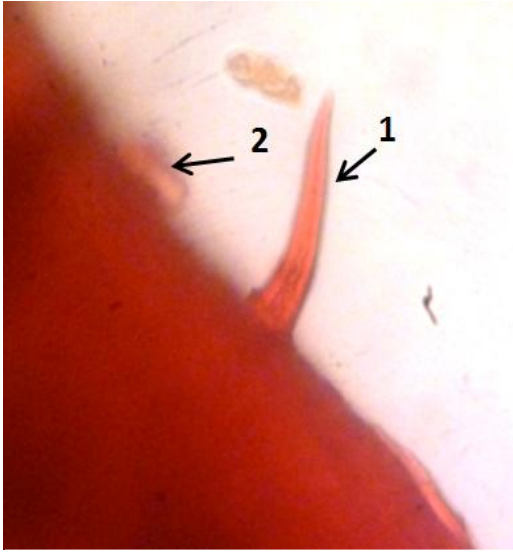


Figura 38. Disociado. Tricoma atenuado (1). Tricomas de tipo escamoso peltado (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 100X).

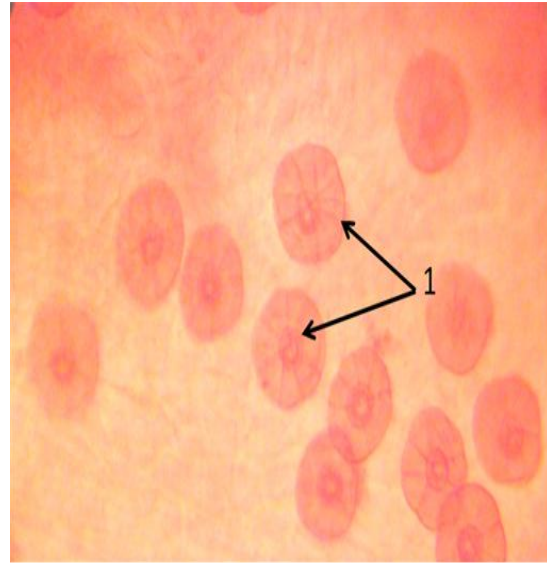


Figura 39. Diafanizado abaxial. Tricomas escamosos peltados (1). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X)-

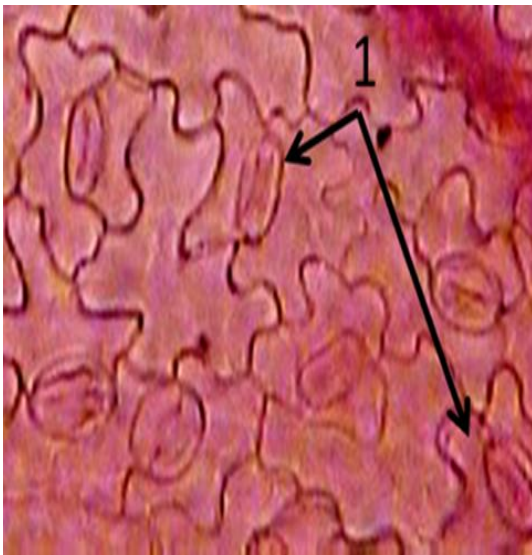


Figura 40. Diafanizado abaxial. Estomas paracíticos (1). Tinción Safranina 1%. (Aumento: 400X).

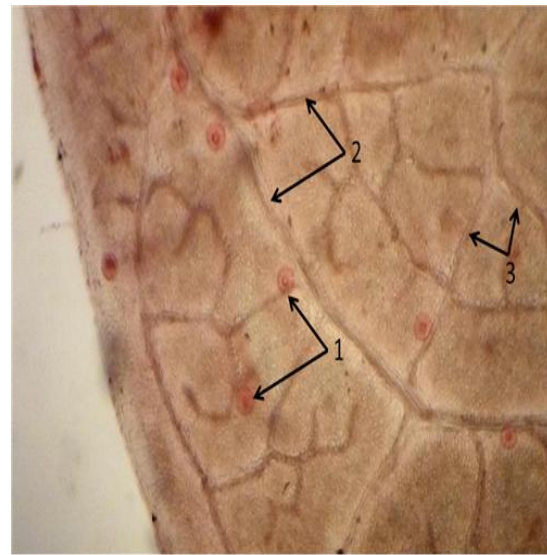


Figura 41. Diafanizado abaxial. Tricomas escamosos peltados (1) Venas secundarias (2 y 3). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 100X).

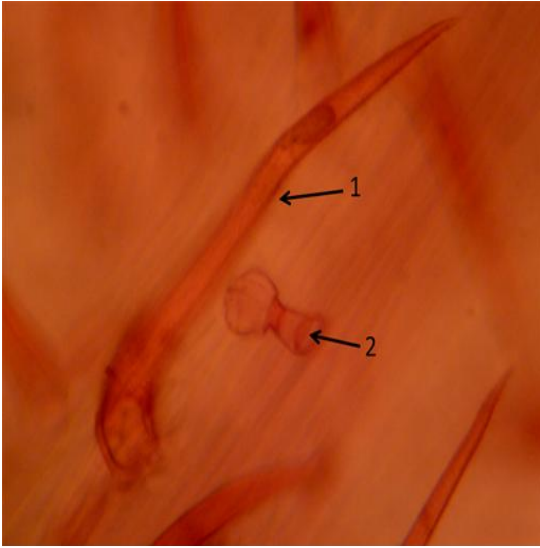


Figura 42. Disociado. Tricoma unicelular filiforme (1). Tricoma unicelular glandular (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

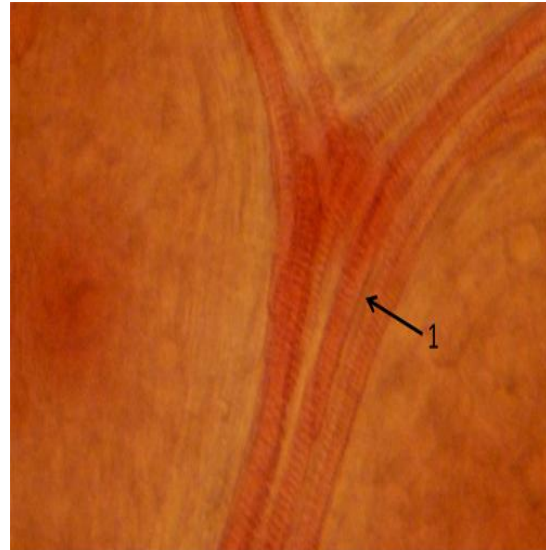


Figura 43. Diafanizado adaxial. Traqueidas en vena principal (1). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

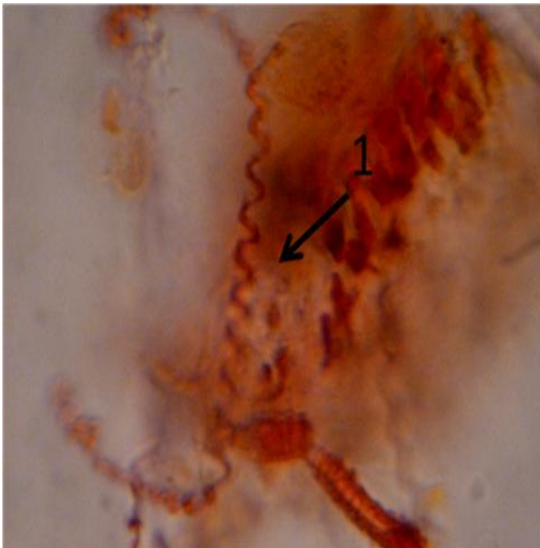


Figura 44. Disociado. Xilema helicoidal laxo (1). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

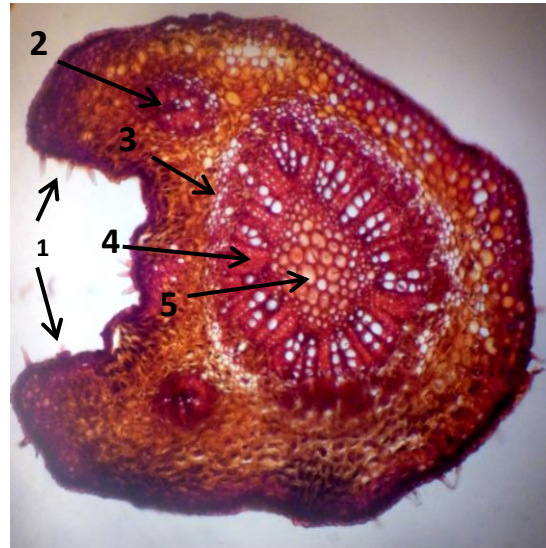


Figura 45. Pecíolulo. Lóbulos redondeados (1). Haz concéntrico (2). Floema (3). Xilema (4). Médula (5) Tinción: Azul de cresilo 1%. (Aumento 100X).

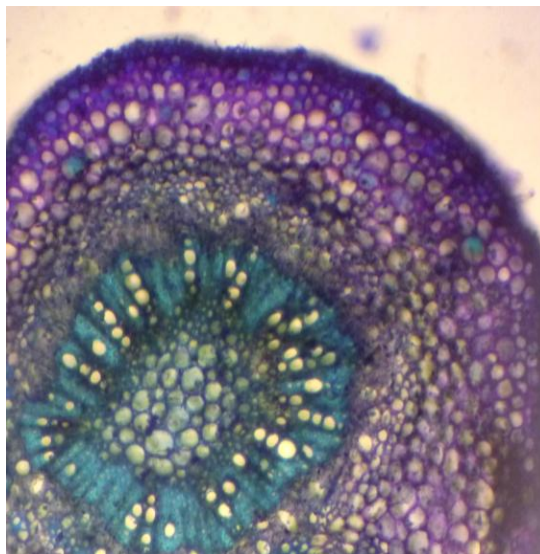


Figura 46. Pecíolulo. Tejidos fundamentales. Parénquima medular (1). Xilema (2). Floema (3). Colénquima anular (4). Tinción: Azul de cresilo 1%. (Aumento 400X).

5. Tamizaje histoquímico del folíolo

- a. Alcaloides: Se encontró una reacción positiva para el folíolo, presentando un precipitado color rojo ladrillo, en parénquima en empalizada y parénquima esponjoso (Figura 47).
- b. Mucílagos: Se encontró una reacción positiva para el folíolo, presentando una coloración azul Francia, en parénquima en parénquima, parénquima esponjoso y cutícula (Figura 48).
- c. Grasas y aceites: Se evidencio una reacción positiva en la epidermis abaxial y en la nervadura central específicamente en el xilema (Figura 49).
- d. Taninos: Se observará presencia de taninos en el parénquima esponjoso con una coloración azul verdosa (Figura 50).

- e. Saponinas: positivo a los treinta minutos de la reacción al detectarse la presencia de saponinas en mesófilo (Figura 51).
- f. Almidón: Se encontró una reacción positiva para el folíolo, presentando un precipitado color negro. (Figura 52).

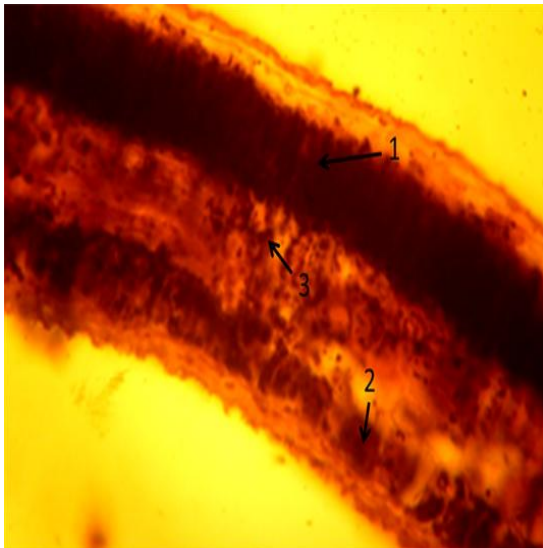


Figura 47. Tamizaje histoquímico. Alcaloides. Precipitado color rojo ladrillo. Parénquima empalizada (1). Parénquima esponjoso (2). Grupos de alcaloides (3). Reactivo: Drangendorff. (Aumento: 400X).

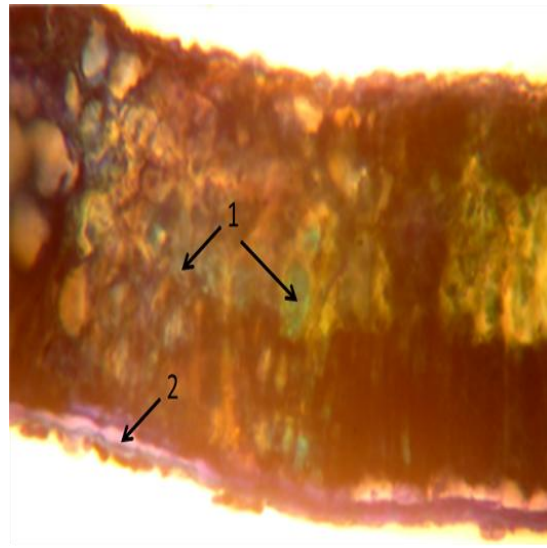


Figura 48. Tamizaje histoquímico. Mucílagos. Color azul Francia. Parénquima esponjoso y parénquima en empalizada (1). Cutícula (2). Reactivo: Azul de Cresil 1%. (Aumento: 400X).



Figura 49. Tamizaje histoquímico. Grasas y aceites. Color café claro. Epidermis abaxial (1). Xilema (2). Reactivo: Sudán IV. (Aumento: 400X).



Figura 50. Tamizaje histoquímico. Taninos. Color azul verdoso en parénquima esponjoso. Reactivo: Sulfato férrico. (Aumento: 400X).

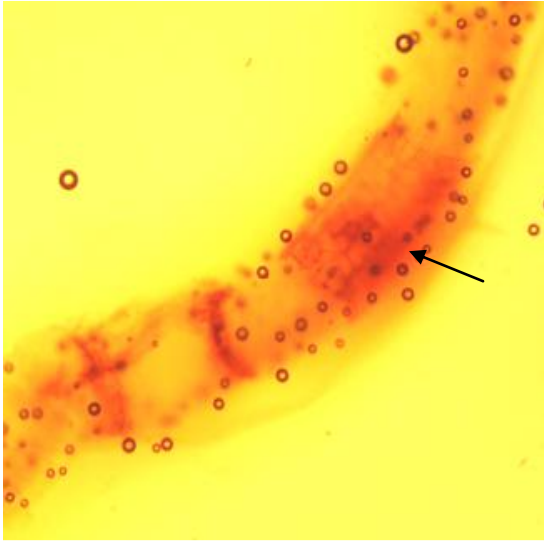


Figura 51. Tamizaje histoquímico. Saponinas. Color rojo. Folíolo. Mesófilo (1). Reactivo: Ácido sulfúrico concentrado. (Aumento: 400X).

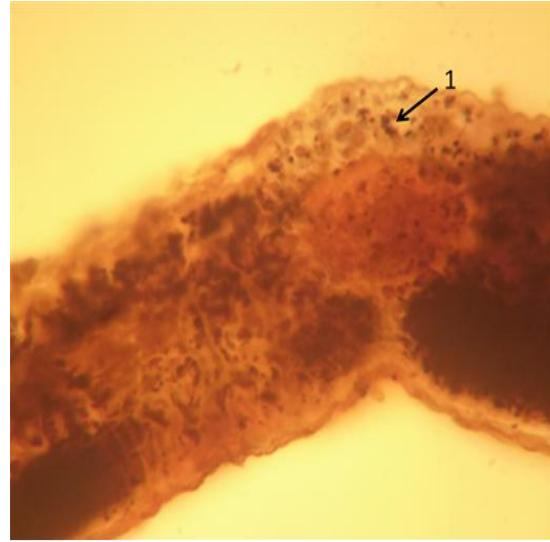


Figura 52. Tamizaje histoquímico. Gránulos de almidón. Color negro. Nervadura Central (1). Reactivo: Lugol. (Aumento: 400X).

6. Cartilla micrográfica

A continuación se presentan las figuras de los elementos característicos de la droga vegetal.

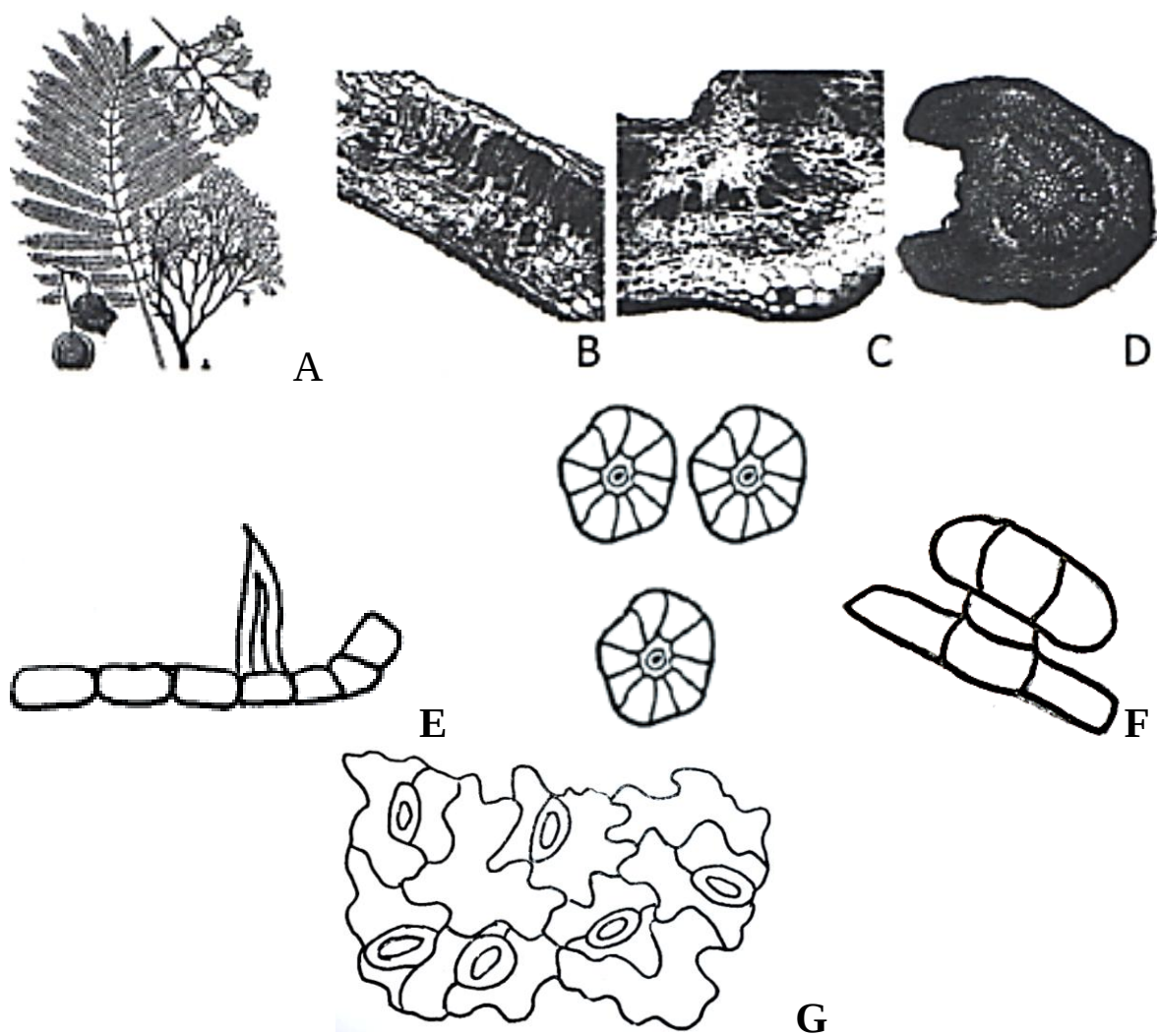


Figura 53. *Jacaranda mimosifolia* D. Don. A. Hierba y hoja. Cortes transversales (B, C y D): B. Lámina foliar. C. Nervadura central. D. Peciolulo. E. Tricoma atenuado. F. Tricomas escamosos peltados (en vista superior y vista lateral de izquierda a derecha). G. Estomas paracíticos.

C. *Lantana camara* L.

1. Caracteres macroscópicos de identificación botánica

Arbusto aproximadamente de 1-3m de altura, tallo espinoso, altamente aromático. Las hojas se observaron opuestas o en grupos de tres, redondas ovaladas u oblongadas, de 4-12cm de largo y 5cm de ancho, puntiagudas en el ápice, ásperas en la superficie, más o menos peludas en la parte anversa, dentadas en los márgenes (Figura 54). Las flores son planas o cabezas hemisféricas de 2.5-3.8cm de ancho.



Figura 54. Material vegetal fresca de *Lantana camara* L. Recolectado en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía)

2. Características organolépticas de la droga seca

El aspecto general de las hojas fue entero, consistencia flexible, color en el haz verde olivo oscuro y en el envés verde olivo, forma ocaada, olor fuerte y sensación de olor fétido. Sabor dulce picante. En la superficie de la lámina se percibió áspera y por la visión

pubescente, rugosa y ondulada. De pecíolo rugoso, piloso con inserción perigina (Figura 55).



Figura 55. Material vegetal seca de *Lantana camara* L

3. Recolección y herborización de ejemplares frescos

Se recolectaron ejemplares frescos de *Lantana camara* L. en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía), colección y huerto productivo de plantas medicinales y aromáticas, Facultad de agronomía, USAC. Esta muestra fueron llevada al Herbario Biología de Guatemala (BIGU), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC; donde se identificó como dicha especie según la Flora de Guatemala. Se herborizaron y depositaron en este herbario los ejemplares (Figura 56), los cuales fueron registrados e incorporados a las colecciones con el número No.59157 (Anexo 1).



Figura 56. Ejemplar de herbario de *L. camara* L.

4. Caracteres micromorfológicos e histológicos para identificación

En las hojas las células de la epidermis se observaron uniseriadas con delgadas paredes periclinales y una cutícula relativamente gruesa. El mesófilo es dorsiventral, con dos capas de parénquima de empalizada y de tres a cuatro capas de parénquima esponjoso (Figura 56 y 57).

En la nervadura central se observaron los elementos de sostén: xilema, floema; así como también el esclerénquima, colénquima angular y algunos cristales solitarios (Figura 58). Cristales prismáticos achatados solitarios se encontraron en las células de la nervadura central (Figura 59).

En la epidermis se presentaron tricomas de tipo atenuados unicelulares y tricomas glandulares (con cabeza pluricelular, de dos células y unicelular), unos constan de una base alta y otros de base baja que se introducen en la epidermis (Figura 60, 61, 64, 65 y 66). También se observaron varios tipos de bases de tricomas, los cuales poseen de 2 hasta 8 células y más (Figura 62, 63, 65, 67, 69, 70 y 71).

Solamente en la epidermis abaxial se presentaron estomas de dos tipos: anomocíticos y diacíticos (Figura 67 y 68).

El folíolo presentó una nervación abierta reticulada (Figura 72) y xilema helicoidal laxo (Figura 73).

En el pecíolo se observó un haz bicolateral con disposición en arco y en organización eustela con haces colaterales separados por fibras lignificadas (Figura 74 y 75).

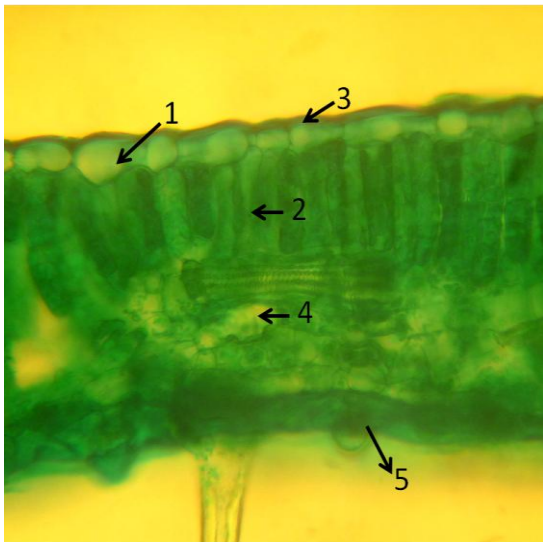


Figura 56. Foliolo. Epidermis adaxial (1). Parénquima en empalizada (2). Cutícula (3) Parénquima esponjoso (4). Epidermis abaxial (5). Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).



Figura 57. Foliolo. Epidermis adaxial (1). Parénquima en empalizada (2). Parénquima esponjoso (3). Epidermis abaxial (4). Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).

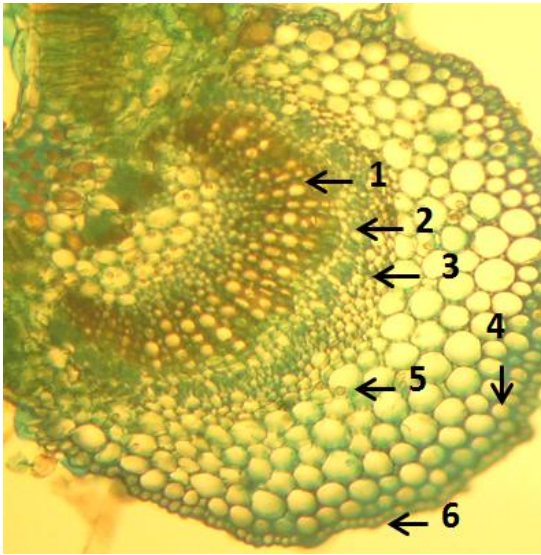


Figura 58. Nervadura central. Xilema (1). Floema (2). Esclerenquima (3). Colénquima angular (4). Cristales solitarios (5). Epidermis (6). Tinción: Fast-Green (Aumento: 100X).

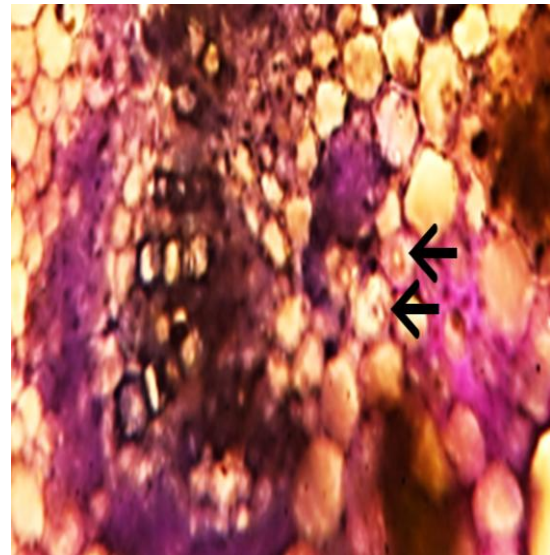


Figura 59. Nervadura central. Cristales solitarios. Tinción: Azul de cresil 1%. (Aumento: 400X).

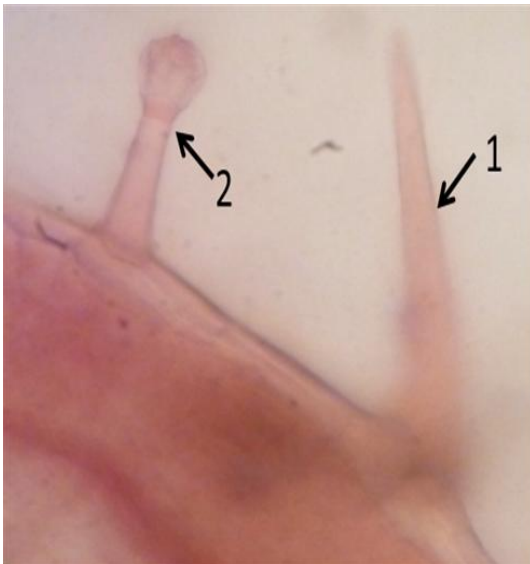


Figura 60. Diafanizado. Tricomas atenuado (1). Tricomas glandular (2). Tinción Safranina 1%. (Aumento: 400 X).



Figura 61. Mesófilo. Base de tricoma (1). Tricomas atenuados (2). Tricoma glandular (3). Tinción Safranina 1%. (Aumento: 100 X).

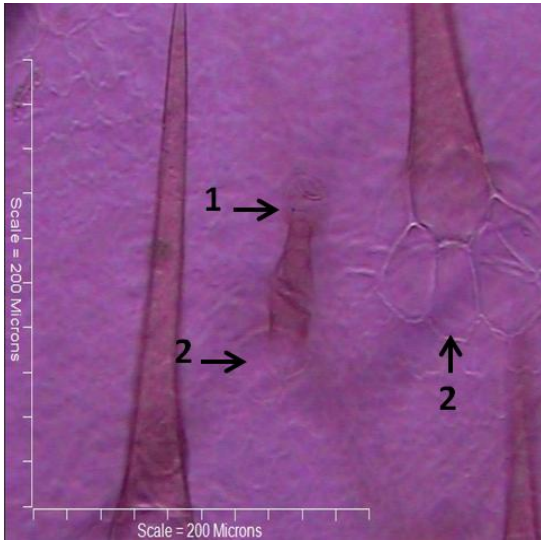


Figura 62. Diafanizado. Epidermis adaxial. Tricoma glandular (1). Bases de tricomas (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

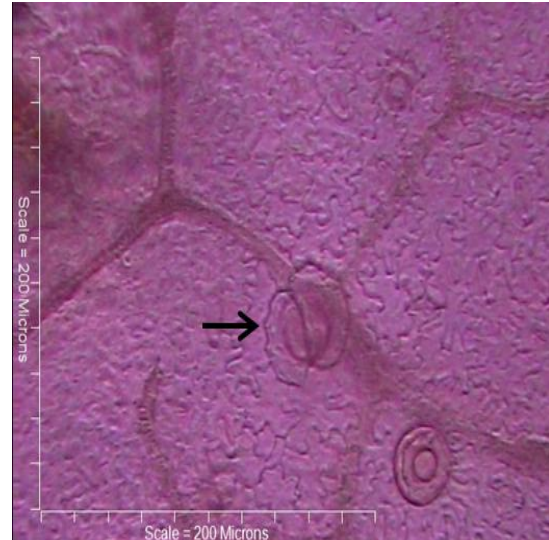


Figura 63. Diafanizado. Tricoma glandular con base de tricoma de dos células. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

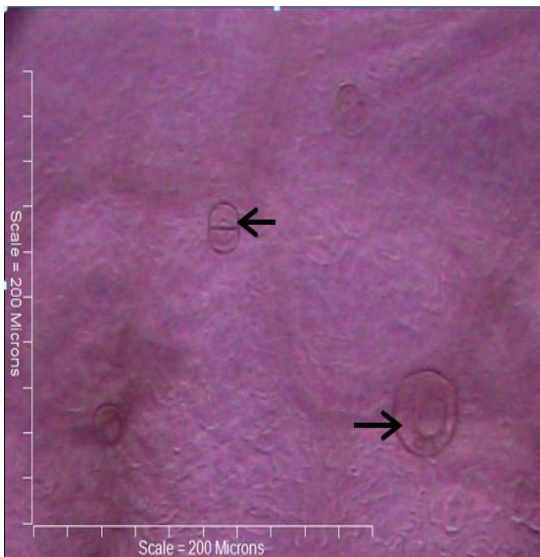


Figura 64. Diafanizado. Tricomas glandulares. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

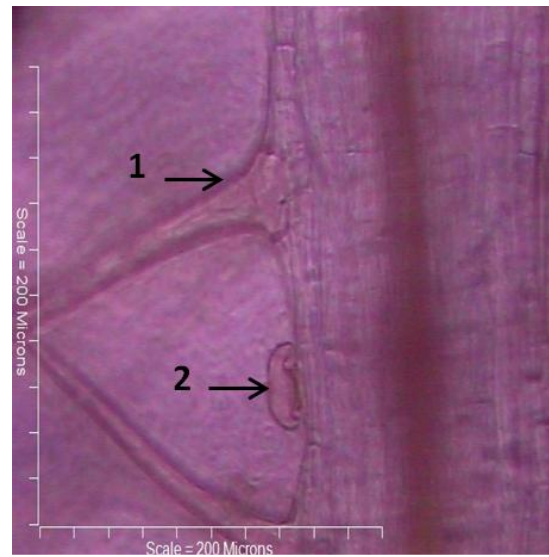


Figura 65. Diafanizado. Nervación. Tricoma atenuado (1). Tricoma glandular unicelular (2), Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

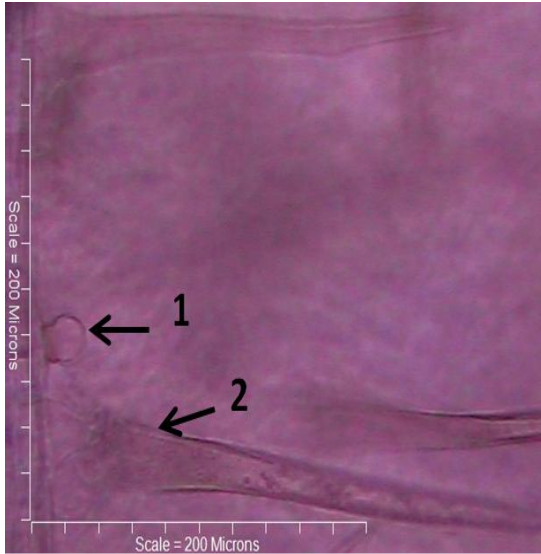


Figura 66. Diafanizado. Tricoma glandular unicelular (1). Tricoma atenuado (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 67. Diafanizado. Epidermis abaxial. Tricomas glandulares (1). Base de tricoma de cuatro células (2). Estoma anomocítico (3). Estoma diacítico (4). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

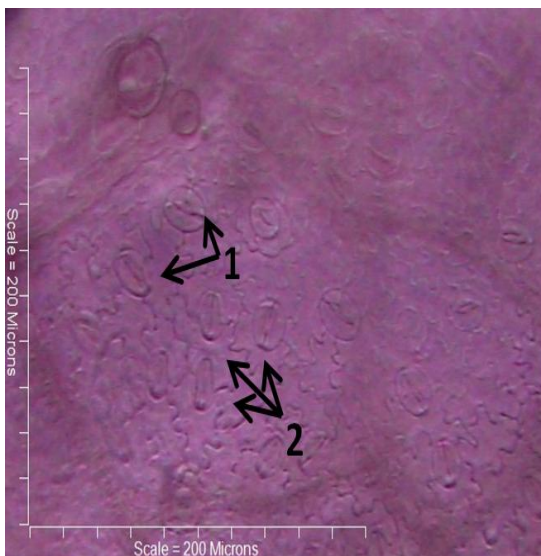


Figura 68. Diafanizado. Epidermis abaxial. Estomas anomocíticos (1). Estomas diacíticos (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

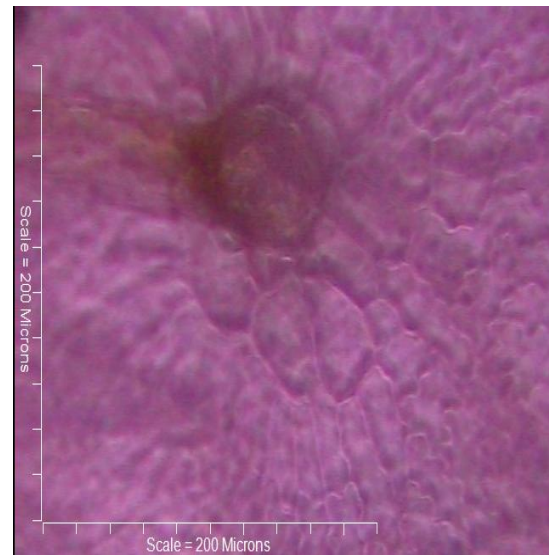


Figura 69. Diafanizado. Epidermis adaxial. Base de tricoma pluricelular. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

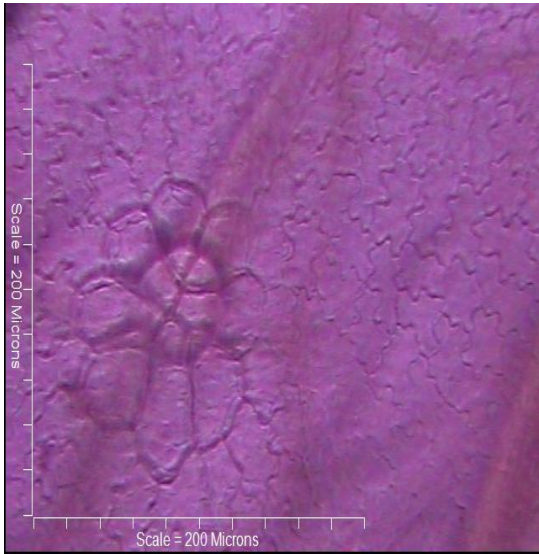


Figura 70. Diafanizado. Base de tricoma de ocho células. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 71. Disociado. Superficie abaxial. Tricoma glandular con base de tricoma de cuatro células. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

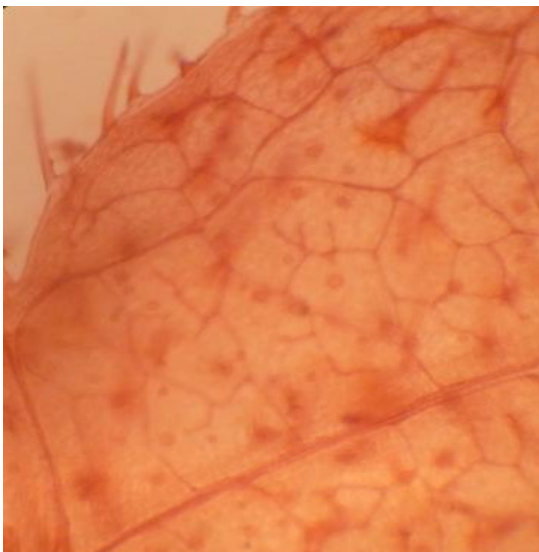


Figura 72. Diafanizado. Nervación reticulada. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 100X).

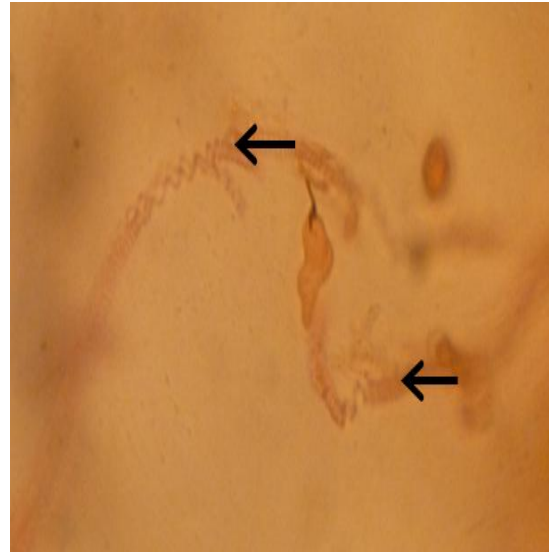


Figura 73. Disociado. Xilema helicoidal laxo. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

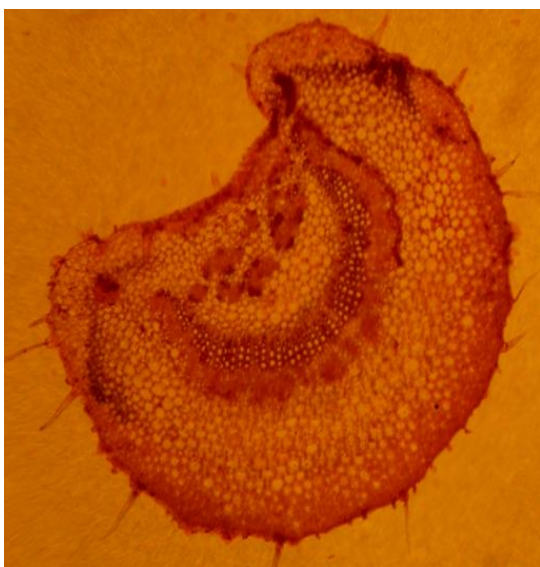


Figura 74. Peciolo. Forma bilobulada con tricomas alrededor. Tinción: Safranina 1% (Aumento: 100X).



Figura 75. Peciolo. Colénquima (1). Xilema (2). Floema (3). Esclerenquima (4). Tinción: Safranina 1% (Aumento: 400X).

5. Tamizaje histoquímico del folíolo

- a. Alcaloides: Se encontraron positivos presentando un color rojo ladrillo, en células del floema y xilema de la nervadura central (Figura 76).
- b. Mucílagos: Se presentó la coloración azul Francia característico en la epidermis adaxial (Figura 77).
- c. Grasas y aceites: Se evidenciaron levemente positivos en la epidermis y en las células del colénquima de la nervadura central (Figura 78).
- d. Taninos: Se encontró positiva en el parénquima en empalizada y levemente positiva en el parénquima esponjoso (Figura 79).

- e. Saponinas: se observó positivo al evidenciar la morfología a los treinta minutos de la reacción se detectó la presencia de saponinas (en xilema de la nervadura central) al observar una coloración violeta (Figura 80).
- f. Almidón: En la nervadura central se observaron gránulos de almidón en, el xilema, floema, en esclerénquima y en el colénquima lagunar (Figura 81).

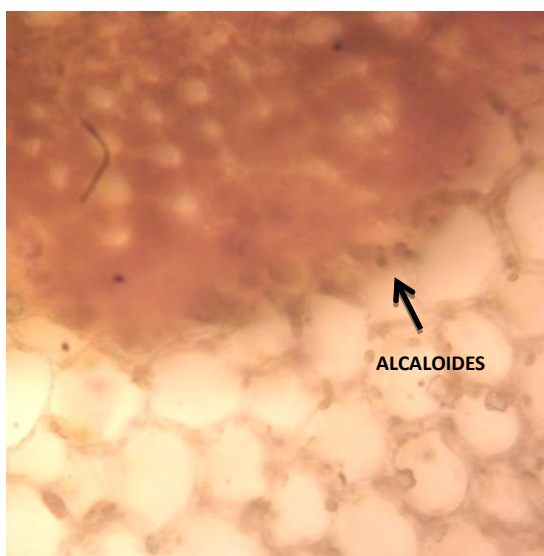


Figura 76. Tamizaje histoquímico. Alcaloides. En xilema y floema. Color rojo ladrillo. Reactivo: Dragendorff. (Aumento: 400X).



Figura 77. Tamizaje histoquímico. Mucílagos. Color azul Francia. Positivos en: Epidermis adaxial. Reactivo: Azul de cresilo 1%. (Aumento: 400X).

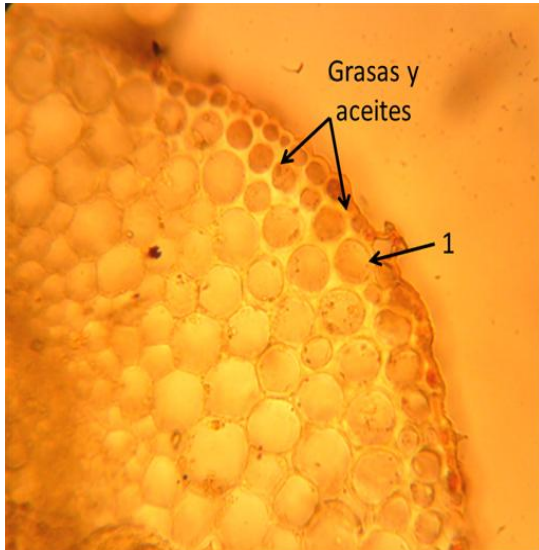


Figura 78. Tamizaje histoquímico. Grasas y aceites. Color Rojo. Nervadura Central. Colénquima (1). Reactivo: Sudán IV. (Aumento: 400X).

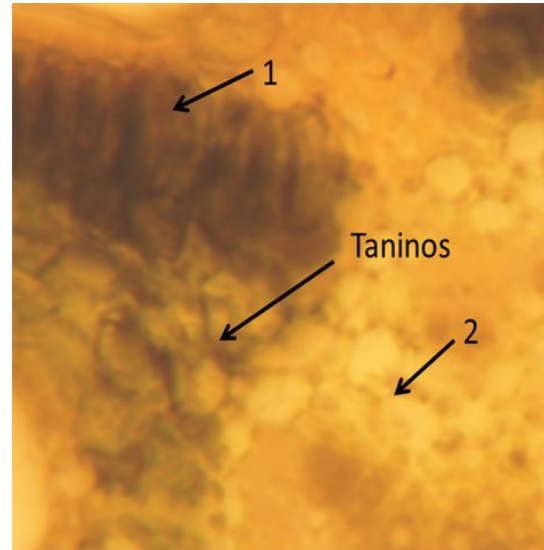


Figura 79. Tamizaje Histoquímico. Taninos en: Parénquima en empalizada (1). Parénquima esponjoso (2). Reactivo: Sulfato férrico. (Aumento: 400X).



Figura 80. Tamizaje histoquímico. Saponinas. Nervadura central. Xilema (1). Reactivo: Ácido Sulfúrico Concentrado. (Aumento: 400X).

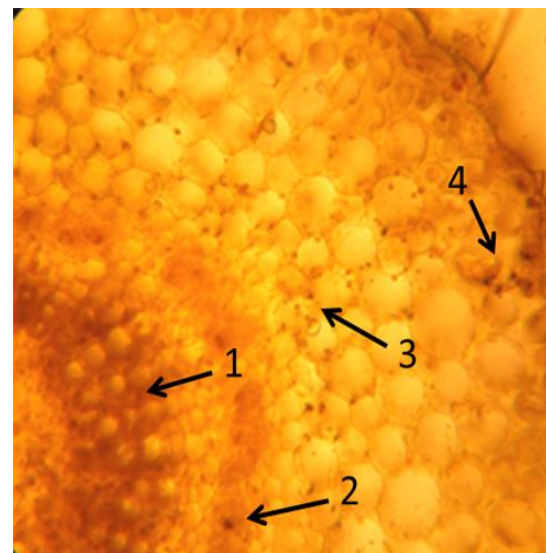


Figura 81. Tamizaje Histoquímico. Almidón. Nervadura central. Gránulos de almidón presentes en xilema (1), floema (2), esclerenquima (3) y colénquima (4). Reactivo: Lugol. (Aumento: 400X).

6. Cartilla micrográfica

A continuación se presentan las figuras de los elementos característicos de la droga vegetal.

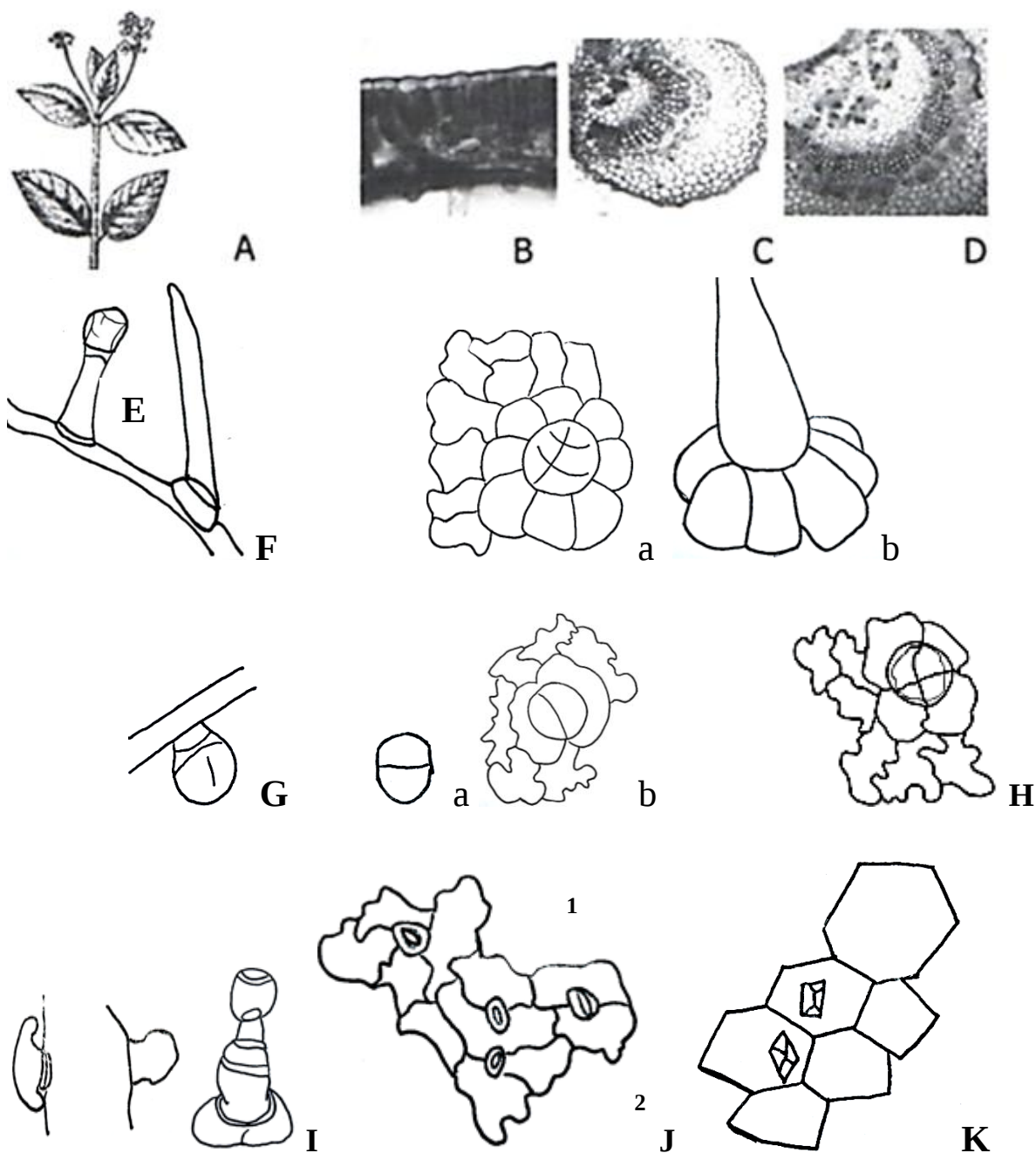


Figura 82. *Lantana camara*. A. Hierba y hoja. Cortes transversales (B, C y D): B. Lámina foliar. C. Folíolo. D. Pecíolo. E. Tricoma glandular. F. Tricoma atenuado, a. base de tricoma con ocho células, b. cabeza de tricoma con seis células. G. Tricoma glandular (vista lateral), a. vista superior, b. cabeza de tricoma con dos células. H. Tricoma glandular con cabeza de tricoma de cuatro células (vista superior). I. Otras formas de tricomas glandulares. J. 1. Estomas anomocíticos, 2. Estomas diacíticos. K. Cristales solitarios prismáticos achatados en células de la nervadura central.

D. *Simarouba glauca* DC.

1. Caracteres macroscópicos de identificación botánica

Árbol de tamaño mediano, con una altura aproximada entre 20-25 m y 90 cm de diámetro, recto y libre de ramas en la parte inferior, con corteza lisa y color gris, grosor de 1 a 3 cm. Las hojas se observaron compuestas, alternas entre ellas, de 10 cm a 46 cm de largo; tienen forma oblonga, alargadas, el envés posee un color más pálido que el haz (Figura 83).



Figura 83. Material vegetal fresca de *Simarouba glauca* DC. Recolectado en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía)

2. Características organolépticas de la droga seca

Las hojas se observaron de color verde oscuro de consistencia dura, el color del haz verde oscuro y el del envés verde musgo. Con forma paripinnada, incluyendo el pecíolo, folíolos de forma irregular, oblongos u oblanceolados, con el margen entero; glabros y carnosos; nervación central amarillenta. Su sabor se percibió amargo, olor suave y moderadamente dulce (Figura 84).



Figura 84. Material vegetal seca de *Simarouba glauca* DC.

3. Recolección y herborización de ejemplares frescos

Se recolectaron ejemplares frescos de *Simarouba glauca* en CEDA (Centro experimental de docencia de la Facultad de Agronomía), colección y huerto productivo de plantas medicinales y aromáticas, Facultad de agronomía, USAC. Esta muestra fueron llevadas al Herbario Biología de Guatemala (BIGU), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC; donde se identificó como dicha especie según la Flora de Guatemala. Se herborizaron y depositaron en este herbario el ejemplar (Figura 85), el cual fue registrado e incorporados a las colecciones con el número No.59159 (Anexo 1).



Figura 85. Ejemplar de herbario de *Simarouba glauca* DC.

4. Caracteres micromorfológicos e histológicos para identificación

Se encontró que la epidermis adaxial es uniestratificada conformada por células tubulares grandes redondeadas, con bordes ondulados con una pared celular con cutícula muy desarrollada; en la epidermis abaxial se observó que las células son de menor tamaño con bordes redondeados y una capa fina de cutícula (Figura 86 y 87).

El mesófilo es dorsiventral o bifacial. Se observó clorénquima heterogéneo constituido por una única capa de parénquima en empalizada, situado en la epidermis adaxial del haz de la hoja, con células prismáticas alargadas con escasos espacios intercelulares entre sí; y del parénquima esponjoso situado hacia la epidermis abaxial, con células de formas irregulares dejando un gran espacio intercelular (Figura 86 y 87). Se observó un parénquima de almacenamiento con haces vasculares dispersos en el que se acumula almidón como puntos redondeados de color negro (Figura 87).

El sistema conductor está conformado por una vena principal, el colénquima se encontró en una posición subyacente a la epidermis superior, de tipo anular y un engrosamiento uniforme alrededor de la célula. Se observaron haces vasculares de tipo colateral abierto (Figura 88 y 89).

Se encontraron tricomas de tipo acicular de largo tamaño y en cantidades moderadas (Figura 90 y 91). La hoja es hipostomática encontrándose estomas anomocíticos, ciclocíticos y hundidos en la cara abaxial (Figura 92, 93 y 94).

En la técnica de diafanizado se observó una hoja paripinnada compuesta con una vena principal y nervaciones secundarias y terciarias abiertas (Figura 95 y 96). En la epidermis adaxial se evidenciaron algunos cristales de oxalato de calcio de bordes irregulares (Figura 97 y 98). Se visualizaron esclereidas de bordes irregulares y con engrosamiento en sus paredes laterales con disposición ramificada (Figura 99).

En el disociado se visualizaron en el folíolo esclereidas de tipo astroesclereidas (Figura 100 y 101). Se encontraron elementos del xilema de tipo helicoidal laxo, se observó el engrosamiento helicoidal de las paredes (Figura 102 y 103).

La parte central del peciolulo es de tipo sifonostela anfifloica (Figura 104). El Peciolulo se observó que es bilobado, en el cual los lóbulos son redondeados simétricos entre sí (Figura 105), con los mismos tejidos de sostén que la nervadura central.

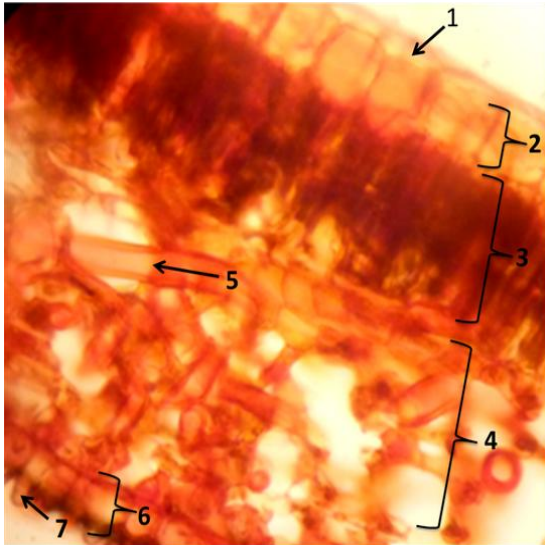


Figura 86. Mésófilo. Cutícula (1). Epidermis Adaxial (2). Parénquima en empalizada (3). Parénquima esponjoso (4). Esclereidas (5). Epidermis Abaxial (6). Cutícula (7). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

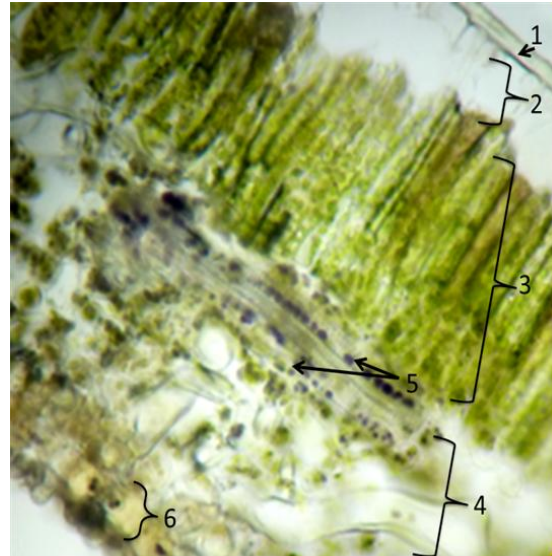


Figura 87. Mésófilo. Cutícula (1). Epidermis Adaxial (2). Parénquima en empalizada (3). Parénquima esponjoso (4). Haces vasculares con almidón (5). Epidermis Abaxial con estomas (6). Tinción: Sulfato férrico. (Aumento: 400X).

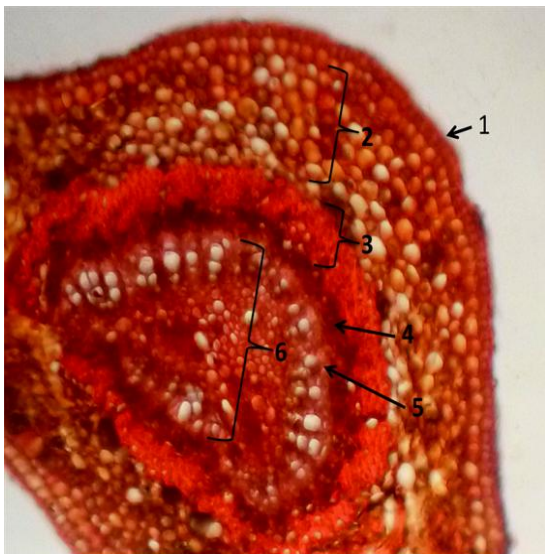


Figura 88. Nervadura Central. Epidermis superior (1). Colénquima anular (2). Fibras de esclerénquima (3). Floema (4). Cambium vascular (5). Xilema (6). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

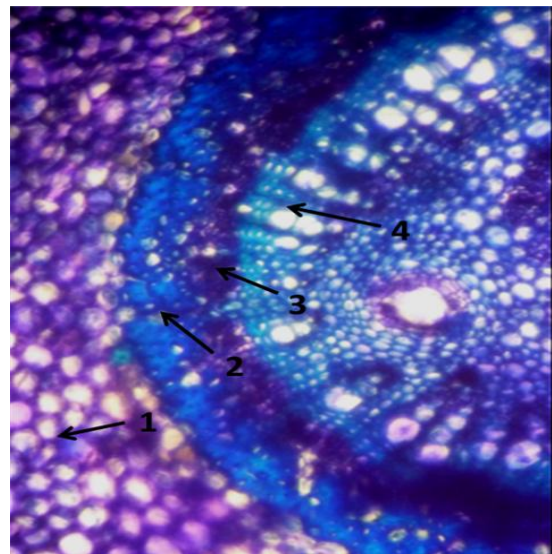


Figura 89. Nervadura Central. Colénquima anular (1). Fibras de esclerénquima (2). Floema (3). Xilema (4). Tinción: Azul de cresil 1%. (Aumento: 400X).

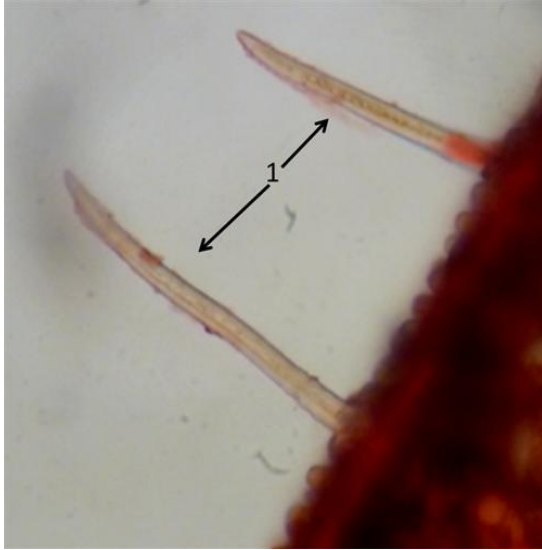


Figura 90. Tricomas aciculares (1) Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 91. Nervadura central y mesófilo. Tricomas aciculares. Tinción: Sudán IV. (Aumento: 100X).

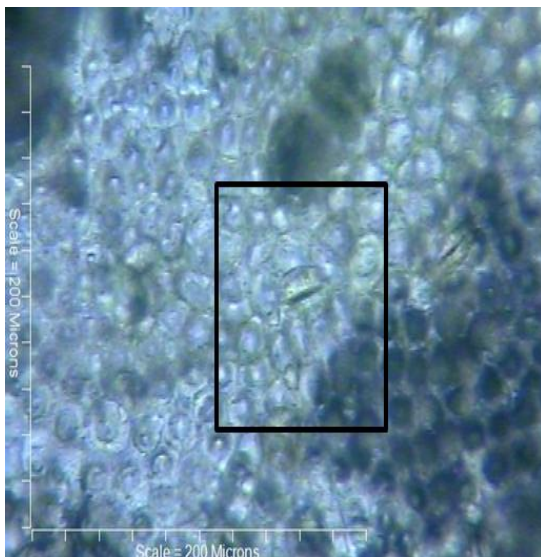


Figura 92. Epidermis abaxial. Estoma anomocítico. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

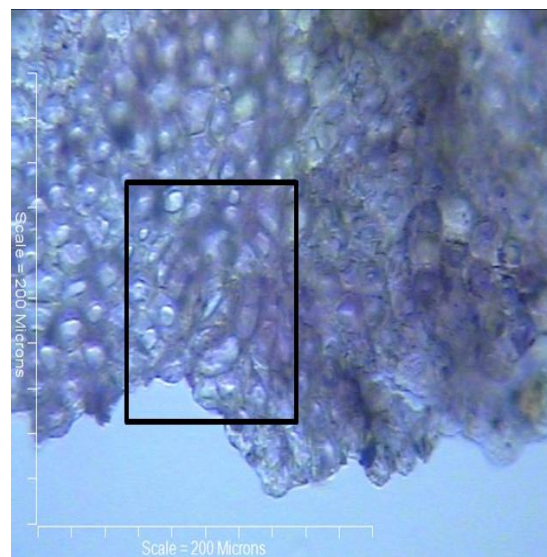


Figura 93. Epidermis abaxial. Estoma ciclocítico. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 94. Diafanizado. Epidermis abaxial. Estomas hundidos. Células epidérmicas (1). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

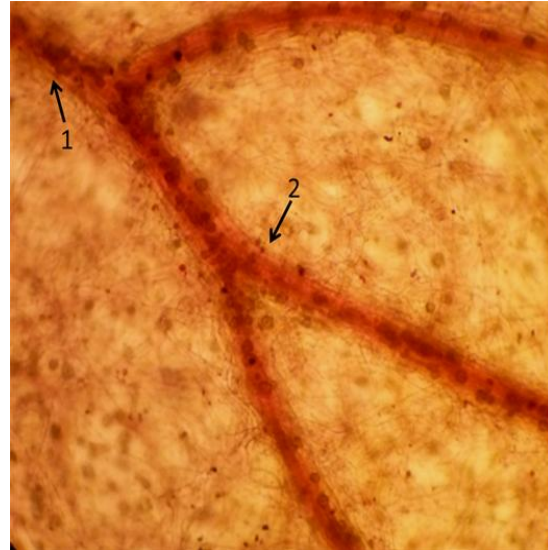


Figura 95. Diafanizado. Epidermis adaxial. Nervación principal (1). Venas secundarias (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

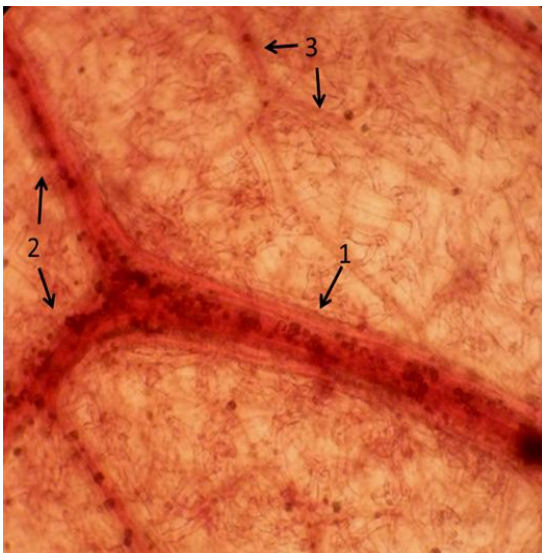


Figura 96. Diafanizado. Epidermis abaxial. Nervación principal (1). Venas secundarias (2). Venas terciarias (3). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

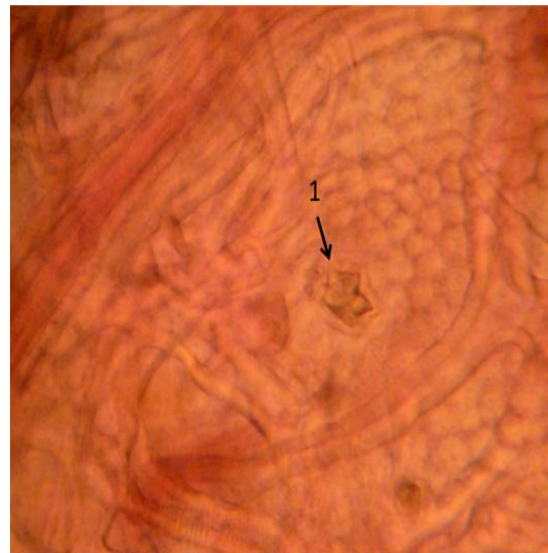


Figura 97. Diafanizado. Epidermis adaxial. Cristal de Oxalato de calcio (1). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

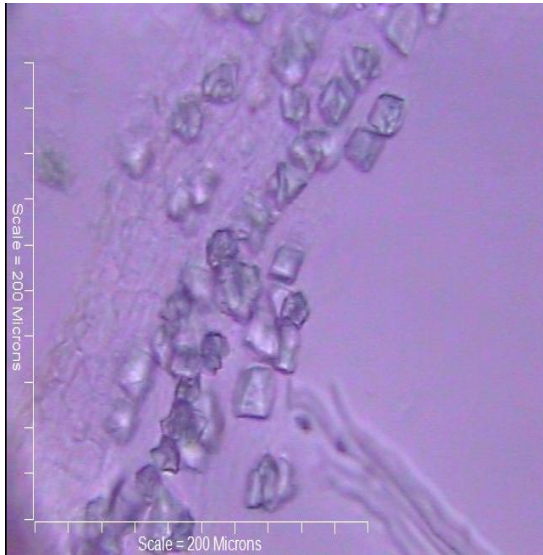


Figura 98. Cristales de oxalato de calcio. Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 00X).



Figura 99. Diafanizado. Epidermis adaxial. Células epidérmicas (1). Astroesclereida (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

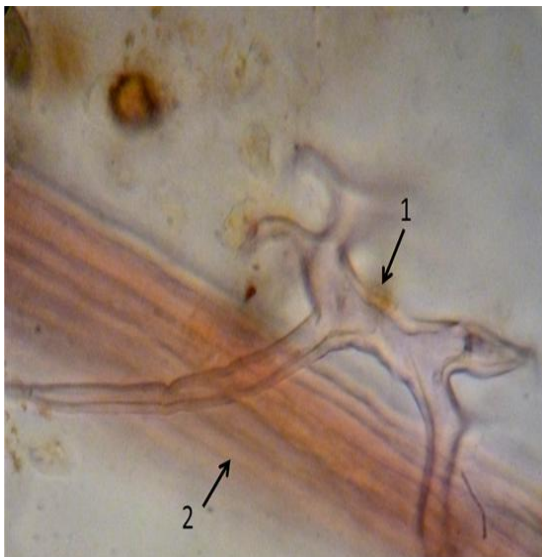


Figura 100. Disociado. Astroesclereida. (1). Vascularización tipo foliar (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 101. Disociado. Astroesclereida. (1). Vascularización tipo foliar (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 102. Disociado. Xilema helicoidal laxo (1). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).



Figura 103. Disociado. Xilema. Paredes de tipo espiralado (1). Xilema helicoidal laxo (2). Tinción: Safranina 1%. (Aumento: 400X).

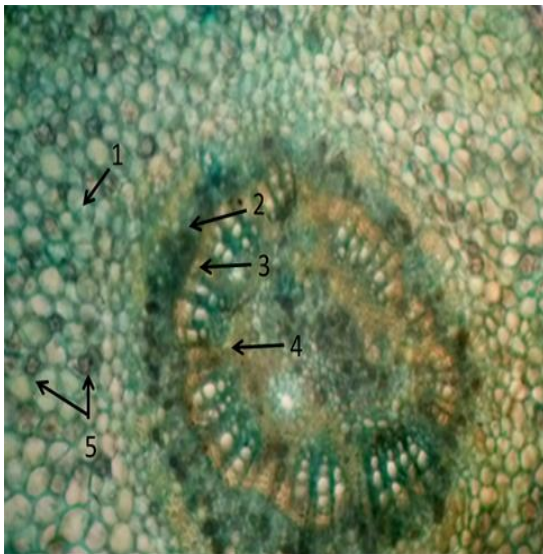


Figura 104. Pecíolulo. Colénquima anular (1). Fibras vasculares (2). Floema (3). Xilema (4). Cristales de Oxalato de Calcio (5). Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).

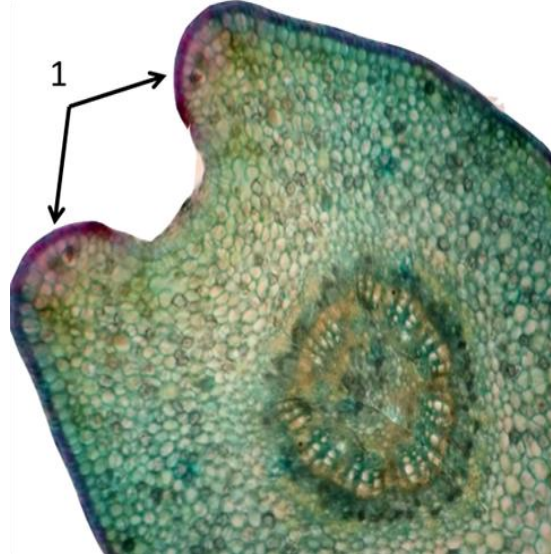


Figura 105. Pecíolulo. Lóbulos redondeados (1). Tinción: Fast-green. (Aumento: 400X).

5. Tamizaje histoquímico

- a. Alcaloides: se encontraron positivos en la nervadura central del folíolo, específicamente en xilema y floema (106).
- b. Mucílagos: se observó la presencia de éstos en la nervadura central, xilema y esclerenquima, y en las abundantes esclereidas en el parénquima esponjoso (107).
- c. Grasas y aceites: se encontraron en la cutícula de la nervadura central, epidermis adaxial y epidermis abaxial (108).
- d. Taninos: se observaron taninos en esclerenquima de la nervadura central y en el parénquima empalizada (109).
- e. Saponinas: presencia en el mesófilo con una coloración rojo ladrillo (Figura 110).
- f. Almidón: gránulos de almidón se observaron en parénquima esponjoso (Figura 87) y nervadura central, xilema (Figura 111).

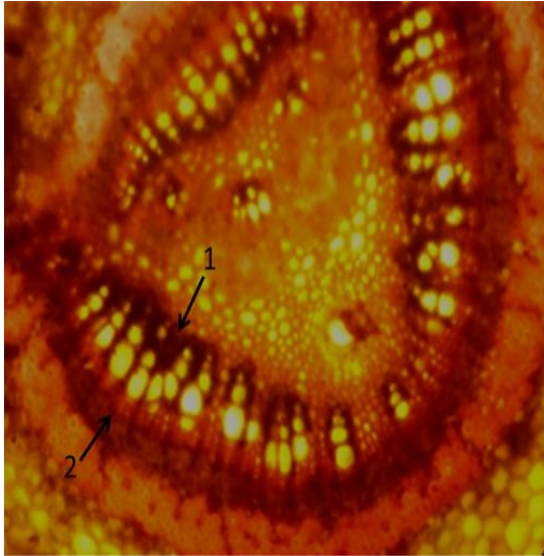


Figura 106. Tamizaje Histoquímico. Alcaloides. Color café oscuro. Nervadura Central. Xilema (1). Floema (2). Reactivo de Drangendorff. (Aumento: 400X).

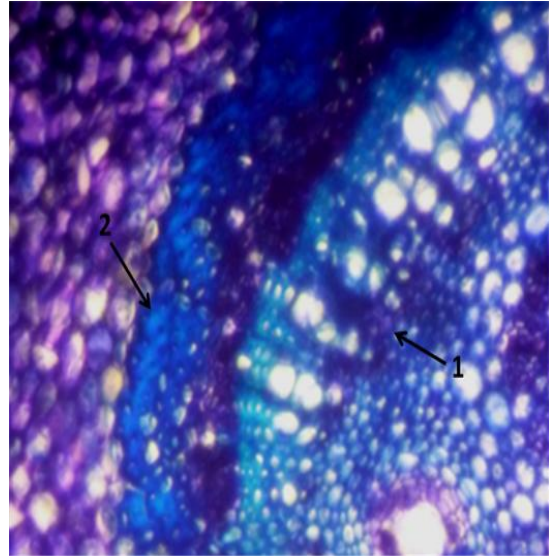


Figura 107. Tamizaje Histoquímico. Mucílagos. Color azul Francia. Nervadura Central. Xilema (1). Esclerénquima (2). Reactivo Azul de Cresil 1%. (Aumento: 400X).

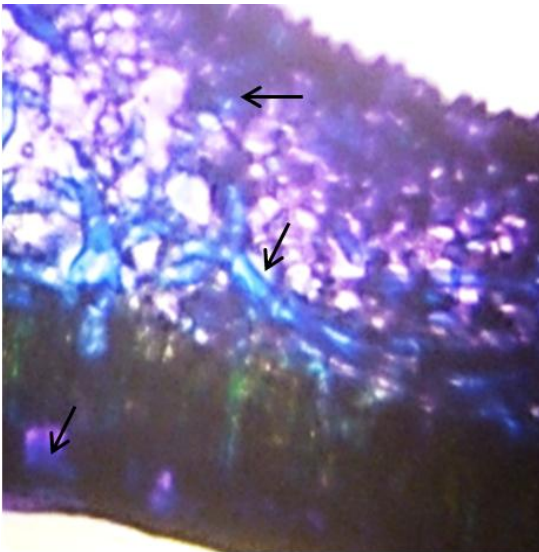


Figura 108. Tamizaje Histoquímico. Mucílagos. Color azul Francia. Folíolo. Epidermis adaxial, esclereidas y epidermis abaxial. Reactivo de Sudán IV. (Aumento: 400X).

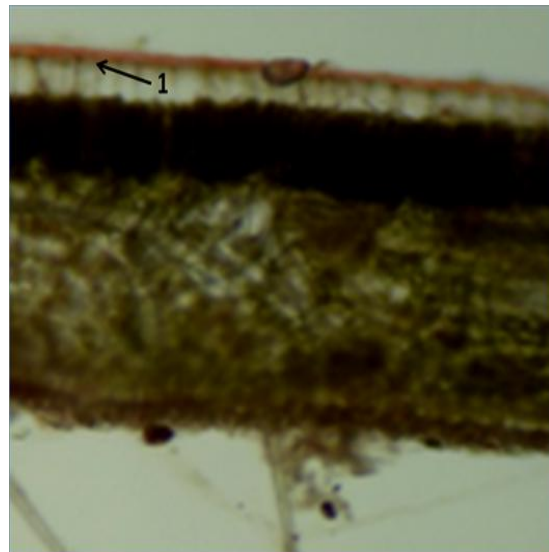


Figura 109. Tamizaje Histoquímico. Grasas y aceites. Color café claro. Folíolo. Epidermis superior (1). Reactivo de Sudán IV. (Aumento: 400X).

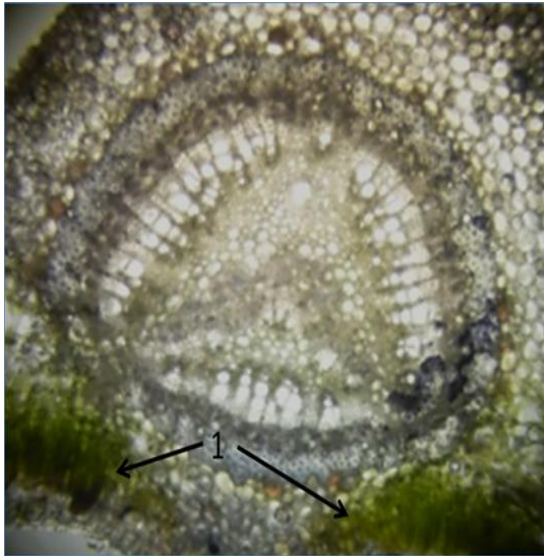


Figura 110. Tamizaje Histoquímico. Taninos. Color verde. Nervadura Central. Parénquima empalizada (1). Reactivo Sulfato Férrico. (Aumento: 400X).

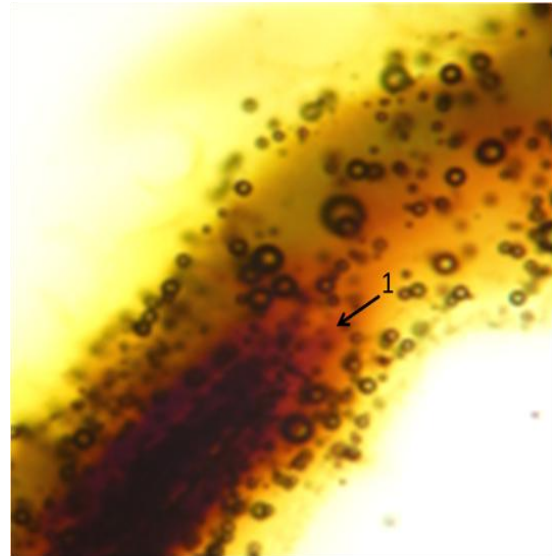


Figura 111. Tamizaje Histoquímico. Saponinas. Color rojo. Folíolo. Mesófilo (1). Reactivo Ácido sulfúrico concentrado. (Aumento: 400X).

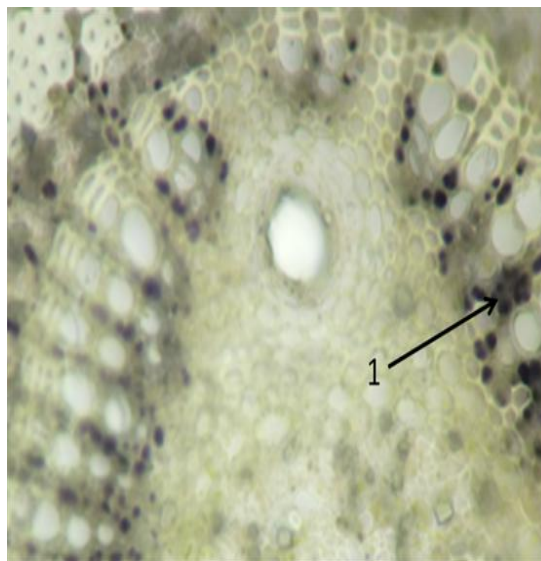


Figura 112. Tamizaje Histoquímico. Gránulos de almidón. Color negro-azul oscuro. Nervadura Central, xilema (1). Reactivo: Lugol. (Aumento: 400X).

6. Cartilla micrográfica

A continuación se presentan las figuras de los elementos característicos de la droga vegetal.

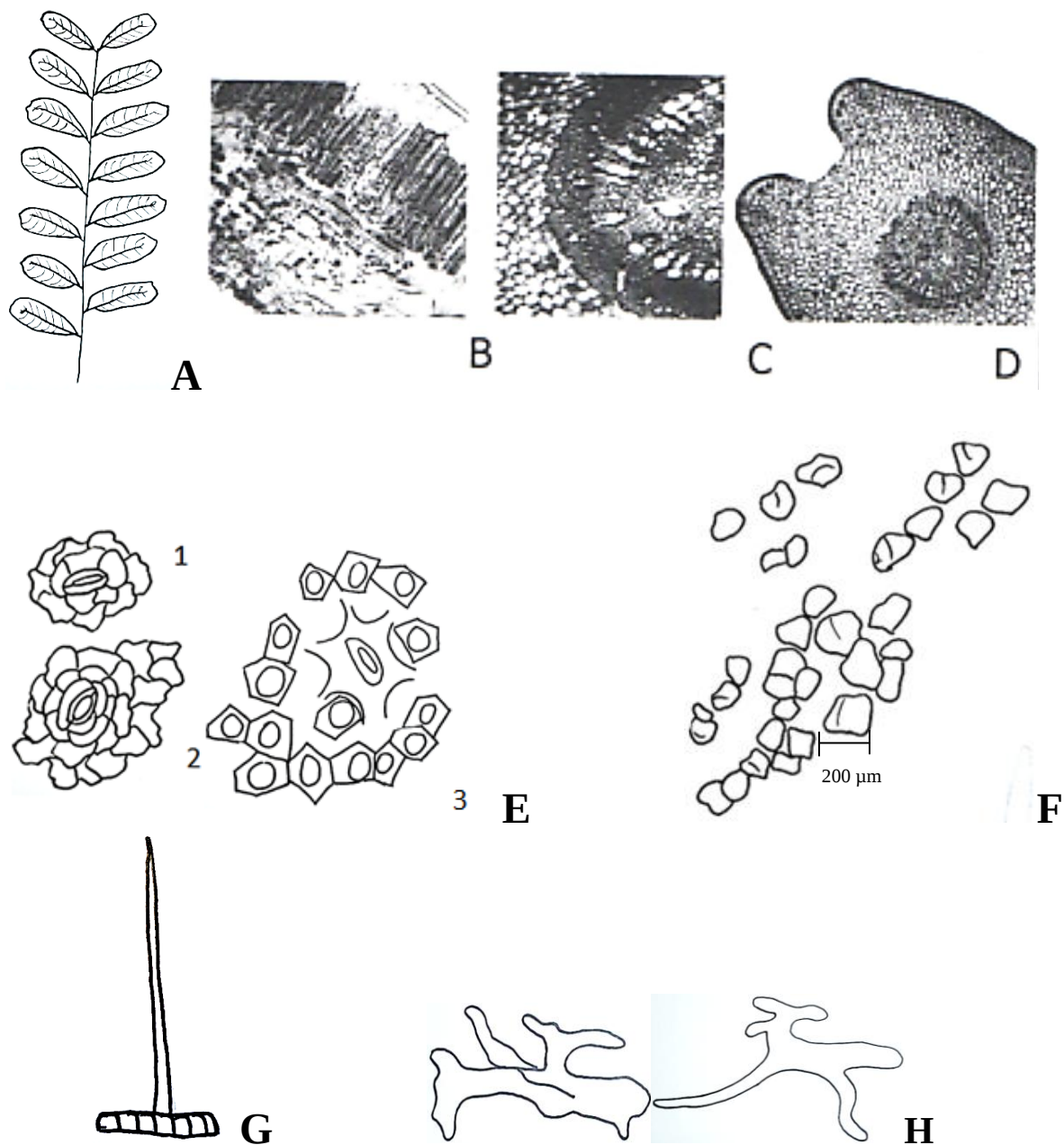


Figura 113. *Simarouba glauca* DC. A. Hierba y hoja. Cortes transversales (B, C y D): B. Lámina foliar. C. Nervadura central. D. Peciolulo. E. 1. Estoma anomocítico, 2. Estoma ciclocítico, 3. Estoma hundido. F. Cristales de oxalato de calcio. G. Tricoma acicular. H. Esclereidas.

Para la determinación del contenido de cenizas totales se realizaron 3 repeticiones a convenir, obteniendo un promedio menor a 10% para todas las muestras analizadas de las plantas en estudio (Tabla 1), la cual cumple con la norma establecida por OMS que indica que el contenido de cenizas totales de la droga seca no debe ser mayor de 10%.

Tabla 1. Porcentaje de contenido de cenizas totales.

Planta	Media	Mediana	DS	Rango mínimo	Rango máximo
<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	7.75	7.99	0.57	6.61	8.90
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	5.36	5.36	0.04	5.27	5.45
<i>Lantana camara</i> L.	6.46	6.47	0.10	6.25	6.66
<i>Simarouba glauca</i> DC.	8.02	8.07	0.42	7.18	8.86

Fuente: Datos experimentales.

Para la determinación del porcentaje de humedad se realizaron 3 repeticiones a convenir, obteniendo un promedio menor a 10% para todas las muestras analizadas de las plantas en estudio (Tabla 2) la cual cumple con la norma establecida por OMS que indica que la humedad de la droga seca no debe ser mayor de 10%.

Tabla 2. Porcentaje de humedad.

Planta	Media	Mediana	DS	Rango Mínimo	Rango máximo
<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	9.53	9.57	0.45	8.62	10.44
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	8.10	8.29	0.54	7.01	9.19
<i>Lantana camara</i> L.	9.08	9.01	0.16	8.76	9.39
<i>Simarouba glauca</i> DC.	8.00	7.92	0.27	7.46	8.54

Fuente: Datos experimentales.

Resumen de las características microquímicas de las cuatro especies en estudio.

Tabla 3. Resumen de las características microquímicas.

Planta \ Metabolito	Alcaloides	Almidón	Grasas y aceites	Mucilagos	Saponinas	Taninos
<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	+	+	+	+	-	+
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	+	+	+	+	+	+
<i>Lantana camara</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Simarouba glauca</i> DC.	+	+	+	+	+	+

Fuente: Datos experimentales.

Para la detección de taninos se utilizó un método macrométrico cualitativo según los procedimientos estándar (Solis, 2004). Estos utilizan cloruro de sodio, gelatina y cloruro férrico, se basa en la presencia o ausencia de precipitado, ya que los taninos se identifican por ser capaces de precipitar las proteínas.

Tabla 4. Determinación de Taninos.

Estándar / Extracto	Tubos de reacción		
	Gelatina 1% (p/v)	Gelatina sal	Cloruro férrico 10% (p/v)
<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	ppt (+)	ppt (+)	Color Negro (+)
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	ppt (++)	ppt (++)	Color Negro (+)
<i>Lantana camara</i> L.	ppt (+)	ppt (++)	Color Negro (+)
<i>Simarouba glauca</i> DC.	ppt (+++)	ppt (+++)	Color Negro (+)

Fuente: Datos experimentales.

Se realizó un ensayo cualitativo por TLC para alcaloides, utilizando como Estándar Atropina y extractos etanólicos de las hojas de las cuatro especies de plantas en estudio.

Tabla 5. Determinación de alcaloides.

Estándar / Extracto	Distancia recorrida		Rf	Color
	Solvente (cm)	Muestra (cm)		
Atropina	6.9	0.5	0.07	Naranja
Papaverina 1% Metanol	6.9	5.4	0.78	Naranja
<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	6.9	1.5, 5.3	0.22, 0.77	Café, naranja
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	6.9	5.3, 5.7, 5.9	0.77, 0.82, 0.85	Verde, Café, Verde
<i>Lantana camara</i> L.	6.9	2.2, 4.7, 5.4.	0.32, 0.68, 0.78	Café, verde, verde.
<i>Simarouba glauca</i> DC.	6.9	4.2, 5.1	0.61, 0.73	Café, amarillo.

Fuente: Datos experimentales.

Se realizó un ensayo cualitativo por TLC para saponinas, utilizando dos Estándares de diferente concentración 0.1% y 0.2% y extractos etanólicos de las hojas de las cuatro especies de plantas en estudio.

Tabla 6. Determinación de saponinas.

Estándar / Extracto	Distancia recorrida		Rf	Color
	Solvente (cm)	Muestra (cm)		
Estándar de saponina al 0.1%	6.8	6.3	0.93	Amarillo.
Estándar de saponina al 0.2%	6.8	6.3	0.93	Amarillo.
<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	6.8	1.1, 3.4	0.16, 0.5	Amarillo, Amarillo.
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	6.8	0.3, 0.5, 3.0, 4.0, 5.5, 6.0	0.04, 0.07, 0.44, 0.59, 0.81, 0.88	Rojo, amarillo, amarillo, rojo, rojo, amarillo.
<i>Lantana camara</i> L.	6.8	1.8, 3.0, 3.2, 3.4, 4.9, 6.4	0.26, 0.44, 0.47, 0.5, 0.72, 0.94	Amarillo, rojo, amarillo, rojo, amarillo, rojo.
<i>Simarouba glauca</i> DC.	6.8	1.6, 2.7, 3.0, 3.2, 3.4, 4.9.	0.23, 0.40, 0.44, 0.47, 0.5, 0.72	Rojo, rojo, rojo, amarillo, rojo, rojo.

Fuente: Datos experimentales.

Se realizó un ensayo cualitativo por TLC para aceites volátiles, utilizando como estándares limoneno, mirceno, 1,8-cineol, nerol, terpineol y extractos etanólicos de las hojas de las cuatro especies de plantas en estudio.

Tabla 7. Determinación de aceites volátiles.

Estándar / Extracto	Distancia recorrida		Rf	Color
	Solvente (cm)	Muestra (cm)		
Limoneno	6.8	4.1	0.60	Violeta tenue
Mirceno	6.8	6.3	0.92	Morado
1,8-cineol	6.8	2.3	0.34	Violeta tenue
Nerol	6.8	2.1	0.31	Azul oscuro
Terpineol	6.8	1.8	0.26	Azul claro
<i>Acalypha guatemalensis</i> Pax & Hoffm	6.8	2.2	0.32	Violeta tenue
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	6.8	1.1	0.17	Rosado
<i>Lantana camara</i> L.	6.8	1.4, 2.7	0.20, 0.40	Rosado salmón
<i>Simarouba glauca</i> DC.	6.8	0.3, 1.3, 1.6, 2.8	0.04, 0.19, 0.23, 0.4.	Violeta, rosado salmón, rosado salmón, rosado salmón,

Fuente: Datos experimentales.

VIII. DISCUSIÓN

El presente estudio describió las características citomorfológicas y microquímicas de las especies medicinales: *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm (hierba del cáncer), *Simarouba glauca* DC. (aceituno), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacaranda) y *Lantana camara* L. (siete negritos) utilizadas popularmente para tratar afecciones gastrointestinales, entre otras. Cada una de ellas presenta diferentes estructuras que pueden ser utilizadas como características diagnósticas para su control de calidad.

Las plantas estudiadas presentaron las siguientes características:

Mesófilo

En el corte transversal del mesófilo se pudo observar las células epidérmicas con bordes redondeados y una capa fina de cutícula; en la epidermis abaxial, las células muestran menor tamaño que las de la epidermis adaxial, a excepción de *A. guatemalensis* que el tamaño y la forma de las células de las dos epidermis son variados y no se observó que las células de la epidermis adaxial fueran más grandes que las de la epidermis abaxial; la cutícula se observó en una capa fina en las dos epidermis, la cual asociada con su composición química, ayuda a repeler agua, reducir la lixiviación y transpiración (Martin y Juniper, 1970); en la familia Bignoniaceae a la que pertenece *J. mimosifolia*, una característica observada que permite la identificación, es la ornamentación cuticular, que se manifiesta con pliegues o estrías cuticulares según estudios (Lorca et al., 1995; Arambarri et al., 2006).

La cutícula gruesa en la superficie adaxial de las especies de *L. camara*. y *S. glauca* se puede interpretar como una estrategia adaptativa (Dickison, 2000; Larcher, 2000). La cutícula se encuentra en la epidermis de la planta y actúa como un interfaz entre el interior y el exterior del organismo (Bukovac et al., 1990) y debe ser considerado en las intervenciones destinadas a la lucha química contra las plantas (Procopio et al., 2003). La sinuosidad de las células de la epidermis parece estar fijado genéticamente o también

podría ser considerada como una respuesta a las condiciones ambientales (Alquini et al., 2003) una vez que aumentan la superficie de contacto entre las células adyacentes y la rigidez.

La lámina en corte transversal de las cuatro plantas en estudio presentó un mesófilo de tipo dorsiventral conformado por un colénquima heterogéneo, formado por parénquima en empalizada en la cara adaxial y parénquima esponjoso. En *A. guatemalensis* el parénquima esponjoso es compacto, se observó que el parénquima en empalizada puede alcanzar más de la mitad de la lámina foliar, lo que puede indicar que este parénquima posee numerosos cloroplastos, y en consecuencia es donde se da la mayor parte de la fotosíntesis (Raven y otros, 1992, p. 428). Para *S. glauca* la estructura esponjosa del mesófilo posee varias capas lo cual hace posible el completo intercambio gaseoso entre el aire exterior y el tejido fotosintético, debido a la presencia de estos grandes espacios aéreos los folíolos desarrollan esclereidas, las cuales sirven de sostén y proporcionan mayor rigidez (Metcalf C. y Chalk L., 1950).

Tricomas

Tanto en los cortes transversales como en los diafanizados de las hojas se observaron los tricomas son importantes para diferenciar una planta, pues muestran amplias variaciones dentro de las familias por lo que los distintos tipos de tricomas se han empleado para clasificar géneros e incluso especies de ciertas familias y en el reconocimiento de híbridos interespecíficos. En *L. camara* y *A. guatemalensis* se observaron tanto en la cara adaxial como abaxial, en *A. guatemalensis* son del tipo aciculares unicelulares y pluricelulares, ganchudos, glandulares, curvos y atenuados; es muy característico observar la gran variación de la cantidad y tipo de tricomas tanto en el haz como en el envés de la hoja pudiéndose encontrar otros tipos. Una de las funciones de los tricomas es proteger a las plantas de la radiación o el viento y de herbívoros (Duke, 1994).

Los tricomas glandulares unicelulares observados en las especies de *Lantana* se han descrito para plantas de este género (Metcalf y Chalk, 1950) que incluye *L. camara*

(Moura et al., 2005). La mayor frecuencia de estos tricomas en la superficie adaxial de *L. camara* puede estar relacionada con varios factores tales como la protección contra la radiación excesiva y las altas temperaturas, según lo informado en la literatura (Francino et al., 2006). Sin embargo, en la mayoría de los casos, la verdadera función ecológica de los tricomas no ha sido apoyada por los datos experimentales (Werker, 2000). Los tricomas glandulares presentan gran valor ecológico, que se asocia con la interacción de planta con el medio ambiente, lo que interfiere de manera eficiente contra el ataque de herbívoros y patógenos (Werker, 1993). Basándose en los resultados obtenidos, se puede sugerir que la ocurrencia de tricomas glandulares puede considerarse una característica importante distintivo para *L. camara*.

Los tricomas de *J. mimosifolia* y *S. glauca* se encuentran en menor cantidad que en las anteriores plantas. Los que se observaron en *J. mimosifolia* fueron de tipo glandulares escamoso peltados, que según Leonardi et al., (2002) es un carácter constante en la familia Bignoniaceae; en *S. glauca* son uniseriados de forma de aguja (aciculares) que se encontraron en la superficie foliar, esta característica se debe a que las folíolas pueden interceptar las gotas pulverizadas evitando que éstas lleguen a la epidermis. La eficiencia de absorción de los herbicidas por los tricomas y su translocación a las células epidérmicas son todavía parcialmente desconocidas (Hess y Falk, 1990).

Estomas

Los foliolos para *J. mimosifolia*, *S. glauca*, *A. guatemalensis* y *L. camara* son hipostomáticos (estomas localizados en la cara abaxial/envés de la hoja), los factores que se le atribuyen a esta característica es la incidencia de la luz solar, la incidencia y frecuencia de los vientos (Arambarri et al., 2008). En la mayoría de especies se encuentra más de un tipo de estomas en la misma epidermis, lo cual ha sido reconocido en numerosas publicaciones científicas (Lleras, 1977). En *J. mimosifolia* se observaron estomas de tipo paracítico, Arambarri (2009) indica que se han observado estomas de tipo paracítico y anomocítico. La mayoría de los estomas de *J. mimosifolia* se observaron ligeramente hundidos, esto se debe a la características morfológicas y ubicación, ya que en general, se

ubican elevados en los arbustos y a nivel o ligeramente hundidos en los pequeños árboles, lo cual es coincidente con la menor exposición a los vientos e intensidad lumínica a que están sometidas las especies de menor porte (Arambarri et al., 2009).

En las hojas (específicamente en la cara abaxial) de *A. guatemalensis* se observaron estomas paracíticos localizados al mismo nivel con las células epidérmicas, se considera que esta característica pudiera estar relacionada con la humedad (más alta en la superficie abaxial que en la adaxial) y con la temperatura (más alta en la superficie adaxial que en la abaxial) del lugar de recolección (Lleras, 1977). En numerosos estudios de la familia Euphorbiaceae se ha determinado que predomina el estoma paracítico (Raju y Rao, 1977). En el estudio de Murillo-A en el 2002 para la subtribu *Conceveibinae*, de la familia Euphorbiaceae se observó que los estomas predominantes eran de tipo paracítico, pero no se descartó la posibilidad de encontrar otros tipos de estomas en las plantas de esta familia.

En *L. camara* se observaron estomas de tipo anomocíticos y diacíticos, según Metcalfe y Chalk (1950) y Watson (1981) comentan que el tipo más común de los estomas en la familia Verbenaceae son anomocíticos, pero también se pueden encontrar de tipo paracíticos y diacíticos.

Para *S. glauca* DC. se observaron en la epidermis abaxial estomas hundidos; otros de tipo anomocíticos y ciclocíticos con numerosas células anexas, éstas se diferencian en la forma de las células oclusivas en el nivel en que se encuentran con respecto a las células epidérmicas adyacentes y si se presentan en una o en ambas epidermis, esto último se relaciona con el hábitat en que se desarrolla la planta (Marcano y Hasegawa, 2002).

Nervadura central y vascularización

En *L. camara* la venación del folíolo es abierta y reticulada, los haces vasculares de distintos tamaños forman por anastomosis una red con los haces pequeños que divergen de los grandes. Los haces son del tipo lateral; haces de fibras unidas pero la naturaleza de estas fibras debe ser analizada. Metcalfe y Chalk (1950) comentan que los haces vasculares de

las venas suelen ir acompañados de esclerénquima, enterrado en el mesófilo de las especies de *L. camara*.

En *J. mimosifolia* muestra un tejido vascular rodeado de parénquima, es decir, con ausente tejido mecánico y está conformado por un haz colateral de tipo abierto. El aumento de tejido tiene una relación directa con el incremento del porte, de arbustivo hacia arbóreo (Arambarri et al., 2008), estando influenciado por el hábito de crecimiento lo cual determina diferencias en la exposición a la luminosidad, factor considerado fundamental por Metcalfe y Chalk (1979) y Roth (1984).

En *S. glauca* DC. la característica en el aumento del tejido mecánico está dado por una mayor exposición a condiciones climáticas más luminosas, lo cual se halla en concordancia con lo sostenido por Metcalfe y Chalk (1979) y Roth (1984), quienes adjudican a esa condición ambiental la aparición del carácter esclerófilo de presencia de fibras. Los haces vasculares presentan haz concéntrico anficribal, rodeado por una vaina de esclerénquima y colénquima angular como tejido de sostén, reportaron que la presencia de esta estructura se utiliza para diferenciar entre las familias de *S. glauca* y utilizarlo como característica de diferenciación entre otras especies.

En *A. guatemalensis* se presenta un solo haz vascular (colateral cerrado) en forma de un arco abierto, en el cual se presenta cambium vascular y no esclerénquima. Característico de esta planta es su presencia de colénquima angular hacia la cara adaxial como abaxial; esta presencia en ambas caras, y también la presencia de cambium vascular y ausencia de esclerénquima, puede explicar que esta es una hoja joven todavía en crecimiento (Alonso, 2011, p. 79). También se observó que el parénquima en empalizada del mesófilo atravesaba la nervadura central, lo que se puede caracterizar y decir que además de la función de conducción también se le puede atribuir la fotosíntesis. Se observaron cristales de oxalato de calcio en forma de drusas en toda la extensión del folíolo.

Cristales

Los cristales de oxalato de calcio constituyen un carácter valioso para diferenciar a estas cuatro especies, se presentan como cristales poliédricos solitarios, acordando con lo mencionado por Metcalfe y Chalk (1979), una característica importante de *A. guatemalensis* fue la presencia de abundante cantidad de cristales en forma de drusas de oxalato de calcio (Cardiel, 1995). Esta característica peculiar podrá ser útil para la identificación de esta planta ya que los cristales se observan muy predominantemente en toda la hoja, tanto en el haz como en el envés. La morfología y la distribución de estos cristales es una característica constante de las especies, siendo importante para fines taxonómicos, ya que su depósito está controlada genéticamente (Lersten y Horner, 2000).

Los cristales de *L. camara* se presume que sean de carbonato de calcio por su presencia sospechosa dentro de tricomas.

Esclereidas

En *S. glauca* se observaron abundantes tipos de esclereides, las más predominantes fueron las astroesclereidas en todo el foliolo, esto debido al grosor del mismo; el cual le da firmeza, rigidez y protección a las hojas (Metcalfe C. y Chalk L., 1950), en el diafanizado de la hoja se observaron abundantes esclereidas de tipo astroesclereidas. No se observaron esclereidas en las otras especies en estudio (excepto en *A. guatemalensis* en escasa cantidad), debido a que la hoja es delgada y suave, por lo que solo poseen los tejidos básicos de sostén.

Pecíolulo y Pecíolo

Se realizaron cortes transversales de pecíolulo para hojas compuestas ya que puede ser una característica fundamental para la identificación; en *J. mimosifolia* y *S. glauca* se observó una forma bilobada, los dos lóbulos con bordes rústicos, cada uno irrigado por un haz concéntrico perifloemático anficribal para *J. mimosifolia*, mientras que *S. glauca*

presenta dos expansiones aladas y bordes redondeados característicos. El sistema vascular está constituido por haces vasculares colaterales abiertos dispuestos en círculo, rodeados por una vaina de fibras blandas. Las expansiones aladas presentan epidermis uniestratificada, con gruesa cutícula, con una hilera de parénquima en empalizada del lado de la epidermis adaxial y parénquima esponjoso.

Los pecíolos de *L. camara* son planos y convexos en las superficies adaxial y abaxial, respectivamente, tiene solamente un haz bicolateral, y los tejidos se disponen en arco. Los tejidos conductores se organizan en una eustela con hacecillos colaterales. La anatomía del pecíolo con frecuencia apoya la identificación de algunas especies, con la porción distal del pecíolo es el más significativo en términos de taxonomía (Metcalf y Chalk, 1979). El pecíolo se ha confirmado como una característica taxonómica buena que ayuda a distinguir las especies de la familia Verbenaceae, así como en la separación de las especies (Bieras y Sajo, 2004).

Para *A. guatemalensis* la forma del pecíolo es redondeada-ovalada con cinco haces vasculares que presentaron una forma colateral abierto. Los haces vasculares del pecíolo forman un anillo semejante a una estela del tipo eustela, es decir que los haces vasculares forman más o menos un círculo donde el xilema se dirige hacia la médula y el floema hacia la corteza. La composición y distribución de los tejidos del haz vascular es igual al hallado en la nervadura central. Al parecer la anatomía del pecíolo es una respuesta mecánica dada por el continuo movimiento de las hojas causado por el viento y por la fuerza de soporte de la lámina, más que a un origen filogenético (Hare, 1942). Thakur y Patil investigaron que las características como el contorno, características de la epidermis, el número de las capas corticales, los patrones de vascularización y la aparición de cristales, son útiles en la identificación de diferentes taxones de la familia Euphorbiaceae.

Histoquímica y Cromatografía en capa fina

Según la histoquímica del material vegetal de las cuatro especies de plantas se demostró la presencia de los siguientes metabolitos secundarios: alcaloides, taninos, almidón, mucílagos, grasas y aceites, saponinas; al realizar la cromatografía en capa fina, se confirmó la presencia de alcaloides con el estándar de papaverina para todas las especies estudiadas (Ver Tabla 5); la presencia de saponinas se confirmó con estándar saponina 0.1% y 0.2% evidenciando en *J. mimosifolia*, *S. glauca.*, *L. camara*; mientras que *A. guatemalensis* no se pudo demostrar, lo cual puede indicar que dicha muestra posee saponinas distintas al utilizado en los estándares; la presencia de taninos se confirmó utilizando el método macrométrico cualitativo (Ver Tabla 4). Se puede atribuir la acción farmacológica contra las afecciones gastrointestinales que poseen en común estas cuatro plantas en estudio a la presencia de los metabolitos taninos y mucílagos.

Cenizas totales y porcentaje de humedad

Se determinaron estos parámetros ya que aportan información importante en el control de calidad de la materia vegetal, teniendo las cuatro plantas características de pureza dentro de los límites establecidos por la OMS.

CONCLUSIONES

1. Se lograron identificar las características citomorfológicas y microquímicas de las cuatro especies medicinales: *Acalypha guatemalensis* Pax & Hoffm (hierba del cáncer), *Simarouba glauca* DC. (aceituno), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacaranda) y *Lantana camara* L. (siete negritos).
2. Las características histológicas más relevantes para la identificación de *A. guatemalensis* fue la abundante presencia de cristales en forma de drusas de oxalato de calcio en toda la hoja, un parénquima esponjoso compacto, abundante presencia de diferentes tipos de tricomas observados en toda la hoja, se evidenciaron células grandes y de diferentes formas en las dos epidermis del mesófilo.
3. En *J. mimosifolia* se observaron las siguientes características histológicas más relevantes: no se observó esclerénquima en el tejido de sostén, la forma característica del pecíolo es que posee forma bilobada con bordes redondeados rústicos con un haz vascular en cada lóbulo, cristales de oxalato de calcio solitarios, se observaron estomas paracíticos y tricomas glandulares escamosos peltados.
4. *L. camara* L.: mesófilo dorsiventral e inferior papiloso, epidermis uniestratificada compacta. Las epidermis están cubiertas con una cutícula con células de tamaño regular y varios tipos de tricomas glandulares y atenuados en toda su extensión. El sistema vascular es abierto, formando un arco aplanado en la “V” con dos haces accesorios situados dorsalmente. La nervación es de tipo reticulada.
5. En *S. glauca* se observó que las características más predominantes son: cutícula muy evidente en la epidermis adaxial, estomas anomocíticos, ciclocíticos y hundidos; abundantes astroesclereidas en todo el mesófilo, parénquima esponjoso extenso con grandes espacios intercelulares, parénquima de almacenamiento de taninos y almidón, pecíolulo bilobulado redondeado con un único haz vascular concéntrico y cristales abundantes sobre las nervaduras.

6. Se confirmó la presencia por cromatografía en capa fina de los siguientes metabolitos: aceites y grasas, saponinas, alcaloides y se confirmó la presencia de taninos en las cuatro especies en estudio utilizando el método macrométrico cualitativo.
7. Se elaboraron cartillas micrográficas con las características microanatómicas diagnósticas de las cuatro especies en estudio.

X. RECOMENDACIONES

1. Registrar la época del año en que se han recolectado las muestras de plantas medicinales para cualquier investigación, así como altura del suelo para identificar las diferentes variaciones debidas al hábitat de cada especie a estudiar.
2. El porcentaje de cenizas, el índice de estomas y los tricomas son afectados por factores ambientales, por lo que se recomienda realizar análisis de clima, suelo, flora asociada y métodos de cultivo.
3. Garantizar la clasificación botánica de las plantas medicinales utilizadas en cualquier tipo de investigación, consultando herbarios en los que profesionales certifiquen el género, especie y variedad (si aplica) de las muestras vegetales a estudiar.
4. La detección de sustancias mediante técnicas histológicas debe ser confirmada mediante procedimientos cromatográficos confiables y específicos, como es el caso de espectrofotometría de masas que proporciona una estimación cuantitativa de los metabolitos secundarios encontrados.
5. Realizar prueba con ácido acético en hojas de *Lantana camara* para corroborar la presencia de cristales de carbonato de calcio.

XI. REFERENCIAS

- Achá, D., Fontúbel, F., Mondaca, D., y Zambrana, I. (1999). *Introducción a la Botánica: manual universitario*. Bolivia: Editorial universitario de laboratorio de San Calixto.
- Acosta, L. (2006). *La producción agrícola de plantas medicinales en Cuba Garantía de calidad en la producción de fitofármacos*. Cuba: Editorial Agrinfor.
- Alonso Peña, J.R. (2011). *Manual de histología vegetal*. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Alquini, Y. et al. (2006). *Anatomía vegetal*. (2ª ed). Universidade Federal de Viçosa. Pp. 87-96.
- Arambarri, A.M. (2009). Morfoanatomía foliar de árboles medicinales de la Provincia Biogeográfica de las Yungas (Argentina). *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*,. 8(5), 342-379.
- Arambarri, A.M., et al. (2008) Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from Misiones forest of the paranaense province (Argentina). *Part 2. Bol Soc Argent Bot*, 43(1-2):31-60.
- Araque, O.Z., León, W.J., y Hernández C. (2007). Anatomía xilemática de lianas de la familia *Bignoniaceae* en la reserva forestal de Caparo. *Fundación Instituto Bótanico de Venezuela*,. 30(1), 191-215.
- Ávalos, A., y Pérez, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas. *Reducida serie fisiología vegeta*, 2(3), 119-145.
- Barrera, A. (1983). *Etnobotánica*. Argentina: Editorial del Museo de Etnobotánica de Córdoba.
- Barrera, V., Tapia, C., y Monteros, A. (2004). *Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*. Ecuador: International Potato Center.
- Bieras, A.C., Sajo, M.G. (2004). Anatomía foliar de *Erythroxylum* P. Browne (Erythroxylaceae) del Cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, 18(3), 601-612.
- Blair, S. y Madrigal, B. (2005). *Plantas Antimaláricas de Tumaco, Costa Pacífica Colombiana*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

- Bonzani, N.E., Filipa, E., y Barboza, G.E. (2003). Estudio Anatómico Comparativo de Tallo en Algunas Especies de *Verbenaceae*. *Revista Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 74(1), 31-45.
- Bruneton, J. (2001). *Fitoquímica: plantas medicinales*. (2a ed.). España: Editorial Acribia S.A.
- Bukovac, M.J., et al. (1990). Sorción de los compuestos orgánicos por parte de las cutículas de las plantas. *Ciencia de Malezas*, 38(3), 289-298.
- Cáceres, A. (2006). Vademécun Nacional de plantas medicinales. Guatemala: Ministerio de Salud pública y asistencia social, Universidad de San Carlos Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Cardiel, J.M. (1995). Cristales foliares en *Acalypha* L. (Euphorbiaceae). *Anales Jard. Bot. Madrid*, 53(2): 181-189.
- Cruz, L. (1995). *Guía práctica de los productos naturales y fitoquímica*. Guatemala: Editorial Universitaria.
- Cruz, R., Dopico, D., Figueredo, J., Rodríguez, M., y Martínez, G. (1997). Uso de la lignina de bagazo con fines medicinales. *Revista Médica Expresa*, 14(1), 1-26.
- Dickison, W.C. (2000). *Anatomía vegetal Integrativa*. Nueva York: Academic Press. 534 p.
- Duke, S.O. (1994). Glandular trichomes: a facial point and structural interactions. *Int. J. Plant. Sci.*, 155: 617-620.
- Fahn, A. (1985). *Anatomía Vegetal*. (3a. ed.). Madrid: Ediciones Pirámide. p. 9.
- Fernández-Calienes, A., Mendiola, J., Monzote, L., García, M., Sariago, Idalia, Acuña D., et al. (2009). Evaluación de la Toxicidad de Extractos de Plantas Cubanas con Posible Acción Antiparasitaria Utilizando Larvas de *Artemia salina* L. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 61(3), 254-258.
- Fonnegra, F. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia, Salud: interés general*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Francino, D.M., et al. (2006). Anatomía foliar e caulinar de *Chamaecrista trichopoda* (Caesalpinioideae) e histoquímica hacer Nectario extraflorales. *Planta Daninha*, 24(4), 695-705.

- Franssen, F. (1997). *In vivo* an *in vitro* antiplasmodial activities of some plants traditionally used in Guatemala against Malaria. Guatemala: Antimicrobial agents chemother.
- Fuentes, M., Terrazas, T. y Arias S. (2009). Anatomía Floral de Cinco Especies de *Opuntia* (Opuntioideae, Cactaceae) de México. *Polibotánica*, 1(27), 89-102.
- Gattuso, M.A. y Gattuso, J.S. (1999). *Manual de procedimientos para análisis de drogas en polvo*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional del Rosario UNR.
- Girón L. (2002). Desarrollo de Medicamentos Fitoterápicos a Partir de Plantas Medicinales en Guatemala. *Revista de Fitoterapia*, 2(1).
- González, M. R., y Casares, M. (1996). La Anatomía Vegetal como Método de Identificación en Etnobotánica. *Revista Anatomia Vegetal*, 3(1), 33-37.
- Hare, L. (1942). On the taxonomic value of the anatomical structure of the vegetative organs of the dicotyledons. The anatomy of the petiole and its taxonomic value. *Proc. Linn. Soc.*, 155: 223-229.
- Hernández, R. (2007). Evaluación de la estabilidad de una tintura comercial con propiedades antiamebianas, preparada a partir de flores de *Jacaranda mimosifolia*, hojas de *Psidium guajava*, hojas y flores de *Tagetes lucida* y hojas y corteza de *Simarouba glauca*, en solución alcohólica al 35%. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Herrera, M. (2003). *Manual de laboratorio: anatomía y morfología vegetal*. Guatemala: Facultad de agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Hess, D.F., Falk. (1990). El depósito de herbicidas de humedad relativa en la superficie de las hojas de malezas Ciencia. 38(3), 280-288.
- Holm, L., Plucknett D., Pancho J. y Herberger J. (1977). The World's Worst Weeds. *Distribution and Biology*, East West Center, University Press of Hawaii, Honolulu, 9(4), 212-302.
- Jiménez, M. (2001). Determinación de la Actividad Biocida de cinco plantas del género *Acalypha* (*A. guatemalensis*, *A. arvensis*, *A. polystachya*, *A. indica* y *A. pseudoalopecuroides*). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Larcher, W. (2000). *Ecofisiología vegetal*. San Carlos: Rima Artes e Textos. 531 p.

- Leonardi D, Di Sapio O, Gattuso M, Gattuso S. (2002). Caracteres morfoanatómicos de la corteza y hojas de *Tabebuia impetiginosa* y *T. heptaphylla* (Bignoniaceae). *Bol Soc Argent Bot*, 37(1-2):51-61.
- Lersten, N.R. y Horner, H.T. (2000). Tipos de cristales de oxalato de calcio y las tendencias en los patrones de distribución en sus hojas de *Prunus* (Rosaceae: Prunoideae). *Syst planta.. Evol.*, 224(1), 83-96.
- Loarca, A., Cáceres, A., y Burgos, M. (2004). *Manual de Etnoveterinaria en Guatemala*. Guatemala: Editorial Sonibel.
- Lorca, G.G., Amat, A.G., González, C. (1995). Análisis comparativo de caracteres diagnósticos para la identificación de tres especies argentinas de Myrtaceae empleadas en la medicina popular. *Acta Farm Bonaerense*, 14(2):81-86.
- Lleras, E. (1977). Differences in stomatal number per unit area within the same species under different micro-environmental conditions: a working hypothesis. *Acta Amazonica*, 7: 473-476.
- Marcano, D. y Hasegawa, M. (2002). *Fitoquímica Orgánica*. Venezuela: Editorial Torino.
- Márquez, A. C., Lara O., Esquivel R., y Mata E. (1999). *Plantas Medicinales de México: composición, usos y actividad biológica*. México: Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martin, J. T. and Juniper, B. E. (1970), *The cuticles of plants*. New York : St. Martin's Press.
- Martínez, S., Gonzáles, J., Gallego, J., Culebras, J. M., y Tuñón, J. (2002). Los Flavonoides Propiedades y Acciones. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 17(6), 271-278.
- Marwah, R.G., Fatope, M.O., Mahrooqi, RA., Varma, G.B., Abadi, H.A. y Al-Burtamani, S.K.S. (2007). Antioxidante capacity of some edible and wound healing plants in Oman. *Food Chem.*, 101:465-470.
- Matienzo, Y., Ramos, B. y Rijo, E. (2003). Revisión Bibliográfica sobre *Lantana camara* L. una Amenaza para la Ganadería. *Fitosanidad*, 7(4), 45-55.
- Metcalf, C.R., Chalk, L. (1950). *Anatomía de las dicotiledóneas: las hojas, el tallo y la madera en relación con la taxonomía con notas sobre los usos económicos*. Oxford: Clarendon Press, Oxford. 1,1500.

- Metcalf, C.R., Chalk, L. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, pp. 1, 276, 40-75.
- Montoya, G., Osorio, E., Jiménez, N. y Arango, G. (2004). Actividad Captadora de Radicales Libres de Alcaloides de *Rollinia pittieri* (Annonaceae) por el Método del DPPH. *Vitae*, 11(2), 1-10.
- Moreno, M., Shailili, M., Crescente, V., Oscar, E., Ortiz M., Shelby, et al. (2006). Composición Química y Actividad Tóxica del Aceite Esencial de *Simsia pubescens* TRIANA. *INCI*, 31(10), 745-747.
- Morton JF. (1981). *Atlas of Medicinal Plants of Middle America*. Springfield: Charles C Thomas. 829 p.
- Moura, M.Z., Isaias, R.M., Soares, G.L. (2005). Ontogénesis de las células secretoras internas en las hojas de *Lantana camara* (Verbenaceae). *J. Linn. Soc.*, 148(1), 427-431.
- Murillo-A, J. (2002). Anatomía foliar de la subtribu *Conceveibinae* (Euphorbiaceae). *Revista de Biología Tropical*. 50(1): 9-20.
- Navarro, M., Montilla, M., Cabo, M., Galisteo, M., Cáceres, A., Morales, C., et. al. (2003). Antibacterial, Antiprotozoal and Antioxidant Activity of Five Plants Used in Izabal for Infectious Diseases. *Phytotherapy Research*, 17, 325-329. doi: 10.1002/ptr.1134.
- Okanla, E.O., Owoyale, J.A. y Akinyanju, J.A. (1990). Trypanocidal Effect of an Aqueous Extract of *Acalypha hispida* leaves. 2(9), 233-237.
- Orestes, J., Meneses, A., Simonet, A., Macías, F., Nogueiras, C., Gómez, A., et al. (2008). Saponinas Esteroidales de la Planta *Agave brittoniana* (Agavaceae) con Actividad contra el Parásito *Trichomona vaginalis*. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1645-1652.
- Procopio, S.O., et al. (2003). Hoja anatómicas estudios en especies de malezas ampliamente común en Brasil. III - *Galinsoga parviflora*, *Crotalaria incana*, *Conyza bonariensis* y *Ipomoea cairica* Planta Daninha, 21(1), 1-9.
- Raju, V. y Rao, P. (1977). Variation in the structure and development of foliar stomata in the Euphorbiaceae. *Bot. J. Linn. Soc.*, 75: 69-97.
- Raven, P., Evert, R. y Eichhorn, S. (1992). *Biología de las plantas*. Editorial Reverté. Barcelona. Volume 2. p. 428.

- Ríos, M.Y., y Aguilar-Guadarrama, A.B. (2006). Alcaloides Indólicos, Terpenos, Esteroles y Flavonoides de las hojas de *Hamelia patens* Jacquin (Rubiaceae). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 11(1), 1-2.
- Rodríguez-Pérez, M., Martínez, J., Rivero, L., Álvarez, H., Valdez, A., Rodríguez, D., et al. (2006). Evaluación de la Actividad Antimalárica de algunas Plantas utilizadas en la Medicina Tradicional Cubana. *Revista de Ciencias Farmacéuticas Básica y Aplicada*, 27(3), 197-205.
- Romeu, C. (2001). Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal. *Revista de Fitosanidad*, 5(3), 3-5.
- Rosales, C. (2001). *Manual de Laboratorio Farmacobotánica I*. Guatemala: Editorial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Roth, I. (1984). *Stratification of tropical forests as seen in leaf structure*. In *Encyclopedia of plant anatomy*, Gebrüder Borntraeger, Berlin, pp. 522, 419-451.
- Rzedowski, G., y Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México* (2a ed.). México: Editorial del Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Shirwaikar, A., Rajandran, K. y Kumar, C. (2004). Neutralization Potential of *Viper russelli russelli* (Russell's viper) Venom by Ethanol Leaf Extract of *Acalypha indica*. 9(4), 267-273.
- Skoog, F., Holler, J. y Nieman, S. (2008). *Principios de Análisis Instrumental*. (6a ed.). Argentina: Interamericana McGraw-Hill.
- Soler, B. (2005). *Aspectos de Control de Calidad de las Drogas Vegetales Crudas*. Doc, Tec. MUPLAM: Curso de Farmacodiagnostica y Control de Calidad. 12p.
- Solís, P.N., Solís, N., Gattuso, S. y Cáceres, A. (2003). *Manual de caracterización y análisis de drogas vegetales y productos farmacéuticos*. Organización de los Estados Americanos.
- Standley, P. y Steyermark J. (1949). *Flora of Guatemala*. Volume 24, part VI. Chicago Natural History Museum. University of Illinois.
- Standley, P. y Williams, L. (1970). *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany, 24(9), 418p.
- Trease, G. E., y Evans, W. C. (1991). *Farmacognosia* (13a Ed.). México: Interamericana McGraw-Hill.

- Thakur, H.A. and Patil, D.A. (2011). Petiolar anatomy of some unstudied Euphorbiaceae. *Journal of Phytology*. 2(12): 54-59.
- Vega, A., Ampuero, N., Díaz, L., y Lemus, R. (2005). Aloe vera (*Aloe barbadensis miller*) as a Component of Functional Foods. *Revista Chilena de Nutrición*, 32(3), 208-214. doi: 10.4067/S0717-75182005000300005.
- Vidaurre, M.F., Querevalú, L.M., De los Ríos, E., y Ruiz, S.G. (2007). Características Farmacognósticas de las Hojas de *Capparis avicennifolia*. *Revista médica de Vallejiana*, 4(2), 121-131.
- Watson, L. (1981). *Un sistema automatizado de la descripción genérica de Caesalpinioideae, y su aplicación a la clasificación y la clave de la toma*: los avances en la sistemática de leguminosas. Kew: Royal Botanic Gardens. Parte 1. p. 65-80.
- Werker, E. (1993). La función esencial de secretoras de aceite pelos glandulares en las plantas aromáticas de la Lamiaceae: una revisión. *Flav. Fragr. J.*, 8(1), 249-255
- Werker, E. (2000). Tricoma la diversidad y el desarrollo. Avances en la investigación botánica, los avances que incorporan en patología de plantas: tricomas de plantas. San Diego: *Academic Press*, 31, 1-35.

Guatemala, 05 de Septiembre de 2011

A QUIEN CORRESPONDA:

Por este medio se hace constar que las señoritas María Lourdes Flores carné 200216324, Sharol Samantha Reinoso carné 200510429 y Sonia Castellanos carné 200510347; estudiantes de la carrera de Química Biológica de esta casa de estudios, depositaron en este herbario cuatro especímenes de *Jacaranda mimosifolia* D. Don (BIGNONIACEAE), *Simarouba glauca* DC. (SIMAROUBACEAE), *Acalypha guatemalensis* Pax & K. Hoffm. (EUPHORBIACEAE), *Lantana camara* L. (VERBENACEAE), los cuales fueron registrados e incorporados a las colecciones con el número **59160** (voucher), **59159**(voucher), **59158** (voucher), **59157** (voucher); por lo que a solicitud de las interesadas, se les extiende la presente en el mismo lugar y fecha arriba indicados.

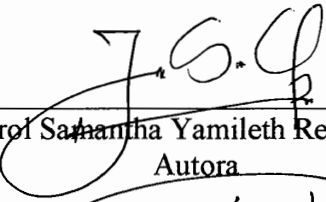
Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

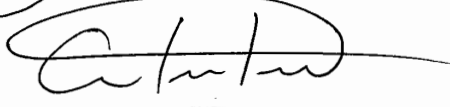

Ing. For. Luis Eduardo Velásquez

Coordinador Interino

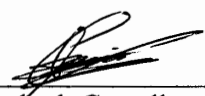




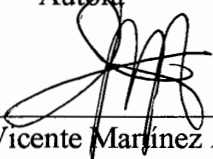
Br. Sharol Samantha Yamileth Reinoso Estrada
Autora



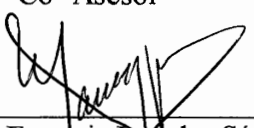
Br. Maria Lourdes Flores
Autora



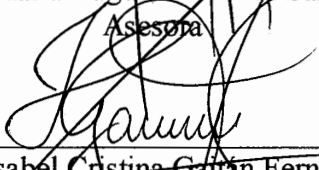
Br. Sonia Elizabeth Castellanos Jiménez
Autora



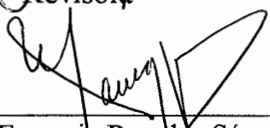
MSc. José Vicente Martínez Arévalo
Co- Asesor



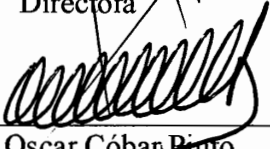
M.A. María Eugenia Paredes Sánchez
Asesora



MSc. Isabel Cristina Gaitán Fernández
Revisora



M.A. María Eugenia Paredes Sánchez
Directora



Ph. D. Oscar Cobar Pinto
Decano