

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



CARACTERIZACIÓN FARMACOBOTÁNICA DE
Byrsonima crassifolia y *Neurolaena lobata*

**WENDI CARINA LIMA ORTIZ
RITA EUGENIA MORALES COROMAC**

QUÍMICAS BIÓLOGAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2014

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



CARACTERIZACIÓN FARMACOBOTÁNICA DE
Byrsonima crassifolia y *Neurolaena lobata*

Seminario de investigación

Presentado por

**WENDI CARINA LIMA ORTIZ
RITA EUGENIA MORALES COROMAC**

**Para optar al título de
QUÍMICAS BIÓLOGAS**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2014

I. RESUMEN

Desde la antigüedad se han empleado las especies vegetales *Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata* como terapia alternativa frente a diversas enfermedades como asma, bronquitis, algunos malestares estomacales, diabetes y malaria. En la actualidad, su uso presenta un aumento debido a la eficacia que han mostrado y a factores económicos, sin embargo, en algunas ocasiones, el producto que se ofrece al consumidor no cumple con los controles de calidad y pureza necesarios que puedan garantizar la correcta identificación de la materia vegetal, e incluso se añaden partes de la planta que no contienen el principio activo y por ende, no cumple con las expectativas.

Byrsonima crassifolia, conocida como nance, es una planta a cuya corteza se le atribuyen propiedades medicinales como antiparasitaria, astringente, antibacteriana, antifúngica, antitumoral, antiinflamatoria, antitusiva y antipirética. Por otra parte, *Neurolaena lobata*, llamada comúnmente tres puntas, presenta propiedades medicinales en sus hojas, siendo éstas: antibiótica, antimalárica, antifúngica, antiinflamatoria, antiofídica, anticoagulante, diurética, hipoglucemiante, hipotensora y espasmolítica.

Los ejemplares frescos de ambas especies vegetales se utilizaron para identificar las características macroscópicas y organolépticas y fueron depositadas en el herbario; con el material botánico de uso medicinal se elaboraron muestrarios de droga seca y pruebas de pureza con el fin de contribuir en futuras investigaciones; también se realizó el análisis fitoquímico mediante cromatografía en capa fina utilizando extractos metanólicos de hojas de *Neurolaena lobata* y de corteza de *Byrsonima crassifolia*.

Diversas metodologías como cortes a mano alzada, diafanizado y disociado, se utilizaron para llevar a cabo la observación microscópica, la cual evidenció diferencias en los tejidos fundamental y vascular, que constituyen caracteres inherentes de cada una y que las identifican.

Byrsonima crassifolia se caracteriza por presentar tricomas con forma de letras “T” y “Y”, poseer una gruesa capa de cutícula y tejido vascular rodeado por un anillo de tejido esclerenquimático, mientras que *Neurolaena lobata* se caracteriza porque presenta mayormente tricomas osteolados, un cutícula indefinida y muy delgada y ductos secretores en el parénquima a nivel del nervio medio.

También, se determinó la presencia de metabolitos secundarios mediante análisis histoquímico y cromatografía en capa fina. Los parámetros de pureza, porcentaje de humedad, materia extraña y cenizas totales, determinaron que ambas plantas cumplen con las especificaciones recomendadas por la Organización Mundial de la Salud(OMS) para ser utilizadas como materia prima vegetal para este estudio específico.

El presente estudio descriptivo se llevó a cabo con la finalidad de determinar las características farmacobotánicas de identidad de las especies vegetales ya mencionadas, para establecer las bases de su control de calidad, aumentar el conocimiento científico que se tiene sobre ambas especies y enriquecer la base de datos con que cuenta el Departamento de Citohistología sobre plantas medicinales.

II. AMBITO DE LA INVESTIGACION

La caracterización farmacobotánica de las especies nativas *Byrsonima crassifolia* (nance) y *Neurolaena lobata* (tres puntas), parte del proyecto de investigación “Búsqueda de actividad contra los microorganismos patógenos del tracto gastrointestinal *Campylobacter jejuni* y *Helicobacter pylori*”. Se realizó con el propósito de establecer los caracteres de identidad y pureza de ambas plantas de uso medicinal. En algunas regiones de nuestro país estas especies son empleadas para aliviar malestares estomacales ocasionados por diversos agentes infecciosos. De igual forma, se contribuyó a ampliar la base de datos sobre ambas especies, con que cuenta el Departamento de Citohistología perteneciente a la Escuela de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Este seminario se desarrolló con colaboración del Laboratorio de Productos Fitofarmacéuticos FARMAYA, el Laboratorio de Investigación en Productos Naturales (LIPRONAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y del Laboratorio de Fisiología y Anatomía Vegetal de la Facultad de Agronomía.

III.ANTECEDENTES

A. Plantas de uso medicinal

Las plantas medicinales son aquellas que contienen principios activos en alguno de sus órganos, los cuales, administrados en dosis suficientes ejercen algún tipo de acción farmacológica tanto en seres humanos como en animales (Pahlow, 1985; Alvarado, 2007).

La parte de la planta empleada se conoce como “droga vegetal” y puede suministrarse bajo diversas formas: decocción, infusión, jarabe, elixir, tintura, pomada, entre otros (Fuentes, 1996).

A pesar de los siglos de tradición, el empleo de 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, además, hay un aumento en el interés de la investigación de sustancias antimicrobianas encontradas en las plantas y diversas compañías farmacéuticas centran sus esfuerzos en el desarrollo de este campo; por otra parte, la población está cada vez más interesada en este tipo de terapias alternativas y su costo es menor (Fuentes, 1996; Domingo & López-Brea, 2003).

Como resultado, actualmente se cuenta con un conocimiento más amplio de las propiedades medicinales, se han dilucidado científicamente los secretos de sus principios activos y se han descrito con mayor precisión sus propiedades, contraindicaciones y efectos secundarios, lo que ha redundado en una correcta sistematización de su uso y posología. En consecuencia se ha desarrollado la investigación de nuevos preparados a base de plantas, en los que la selección de sus ingredientes se lleva a cabo en un laboratorio (Velásquez, 2009).

Además, para la equiparación y uso oficial de los medicamentos fitoterapéuticos es necesario recabar conocimientos y prácticas populares de forma precisa a través de una metodología que haga posible la recuperación de las prácticas de curación y los recursos

terapéuticos empelados, que permita su validación científica e integración a los sistemas oficiales de salud (Alvarado, 2007).

B. Control de calidad

La calidad es la naturaleza esencial de un producto y la totalidad de sus atributos y propiedades, las cuales determinan su idoneidad para los propósitos a los cuales se destina. El control de calidad es la parte de las Buenas Prácticas de Manufactura o Agronómicas, que se refieren al muestreo, especificaciones, metodología, procedimientos de organización, documentación y aprobación, de tal forma que los materiales sean autorizados para su uso y los productos aprobados para su distribución y venta, y no se limita a las operaciones de laboratorio, sino que debe estar presente en todas las decisiones concernientes a la calidad del producto (Sharapin, 2001;Paredes, 2007).

El control cotidiano de calidad no solo implica el análisis del producto terminado, sino también la vigilancia del cumplimiento de normas en todo proceso, desde la recepción de insumos incluyendo elaboración, envasado o empaque, almacenamiento hasta la distribución del producto, de manera que a través de todo el proceso no exista pérdida de calidad o deterioro. El control de calidad es el responsable de determinar si un producto es aceptado o rechazado, si cumple con las características óptimas para su procedimiento y si se cumple o no con todos los requerimientos (Paredes, 2007).

La calidad total es el proceso de regulación a través del cual se mide la calidad real, se compara con las normas y se actúa sobre la diferencia. Cada unidad del proceso tiene su propia regulación; es decir que todos los implicados en cada paso del proceso se controlan haciendo el ajuste entre la calidad real, la norma y las especificaciones de calidad (Sharapin, 2001).

C. Calidad de los medicamentos

La calidad idónea para el uso previsto de un medicamento está determinada por el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura, a través del proceso de fabricación y las características que el producto posee de identidad, pureza, potencia, uniformidad, seguridad, estabilidad y biodisponibilidad, que hacen posible la eficacia terapéutica (Paredes, 2007).

Este aspecto se construye en cada una de las etapas del ciclo (o del proceso cultivo-materia-médica-fitomedicamento), por ello la calidad de un medicamento no se basa en ensayos analíticos de parámetros aplicados a un producto terminado sino en una fabricación correcta, efectuada bajo un control continuo del proceso desde la selección de la materia prima adecuada para cada uno de los constituyentes del medicamento hasta el envase adecuado y etiquetado del producto final (Paredes, 2007).

D. Calidad de los medicamentos a base de plantas medicinales

La calidad es un requisito básico de los medicamentos, no solo por su significación intrínseca, sino porque constituye la base sobre la que descansa la reproducibilidad de los parámetros de seguridad y eficacia, especialmente los medicamentos a base de plantas medicinales. Los fitofármacos constituyen sistemas complejos mucho más difíciles de caracterizar que un compuesto puro, sea sintético o natural. Generalmente no se conocen las sustancias responsables de la actividad farmacológica o ésta es producida por diversas sustancias (Sharapin, 2001; Paredes, 2007).

Debe considerarse la influencia que puede tener el proceso de recolección y manipulación posterior hasta el momento de la extracción. Diversas organizaciones internacionales como la Organización Mundial para la Salud han emitido pautas para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y Agronómicas en la producción de medicamentos herbarios y también han desarrollado monografías con información relacionada con las plantas medicinales más comunes (Sharapin, 2001; Paredes, 2007).

Se cuenta con buenas prácticas, normas de cultivo y elaboración, cosecha, lavado, secado y parámetros de calidad que deben observarse para drogas vegetales y derivados, siendo éstos:

- ♦ Autenticación (una definición clara y científica)
- ♦ Identidad
- ♦ Características macro y microscópicas
- ♦ Características organolépticas
- ♦ Perfil cromatográfico
- ♦ Reacciones de identificación
- ♦ Pureza
- ♦ Humedad
- ♦ Cenizas
- ♦ Constantes físicas
- ♦ Materia extraña
- ♦ Disolventes residuales
- ♦ Contaminación microbiana
- ♦ Metales pesados
- ♦ Residuos de pesticidas
- ♦ Aflatoxinas
- ♦ Radioactividad
- ♦ Adulteraciones
- ♦ Valoración
- ♦ Contenido de principio activo (Palma, 2004; Paredes, 2005).

E. Control fitoquímico de plantas medicinales

El control fitoquímico acompaña al trabajo agronómico y tiene por finalidad el análisis cualitativo y cuantitativo de los constituyentes de las plantas medicinales así como la detección de sustancias indeseables (Velásquez, 2009).

La calidad de la materia prima tiene una importancia fundamental en la industrialización de plantas medicinales y de productos fitofarmacéuticos. Si bien en algunos casos se justifica la recolección de drogas vegetales a partir de plantas silvestres, es necesario el cultivo racional de plantas medicinales, utilizando Buenas Prácticas Agrícolas, para la obtención de materia prima de calidad y en cantidad suficiente. También es importante para la calidad, efectuar la recolección en el momento adecuado y un esmerado procesamiento post-cosecha, especialmente en lo que se refiere a la desecación y al almacenamiento, así como un conocimiento certero de las características farmacobotánicas (Sharapin, 2001).

Entre las razones que justifican el creciente interés por las plantas medicinales y por los preparados fitoterapéuticos que durante su proceso mantengan un control fitoquímico, están el cambio en las preferencias del consumidor en los ámbitos de la salud, la higiene y el vestido; que muestra su predilección por los productos naturales en detrimento de los sintéticos, además de tendencia a la escasez de nuevos descubrimientos, mediante los procesos tradicionales de síntesis química, de moléculas farmacológicamente activas con posible aplicación terapéutica y los efectos secundarios derivados del uso incorrecto o abusivo de algunos fármacos sintéticos (Sharapin, 2001).

Las características de las sustancias naturales puras y de los preparados fitoterapéuticos difieren significativamente. Consecuentemente, la tecnología empleada en su obtención es también diferente, además, las plantas medicinales contienen cantidades variables (pero generalmente pequeñas) de principios activos y una mayor proporción de materiales secundarios (sales orgánicas e inorgánicas, polifenoles, azúcares y polisacáridos) que influyen en la acción de los componentes activos y afectan a la tecnología de preparación de ellos (Fuentes, 1996).

El establecimiento de un cultivo de plantas medicinales puede involucrar la domesticación de las especies nativas de la región o la introducción y aclimatación de plantas originarias de otras regiones del mismo o de otros continentes. En ambos casos, la experimentación agronómica debe acompañarse de un control de calidad fitoquímico. La

productividad y la calidad de un cultivo de plantas medicinales vienen determinadas por factores genéticos, ontogenésicos y ambientales (Velásquez, 2009).

El factor genético se considera fundamental, ya que la producción de principios activos en las plantas se da a través del metabolismo secundario, que a su vez está en función de su expresión genética. El factor ontogenésico precisa ser considerado porque los principios activos se localizan preferentemente en determinadas partes u órganos del vegetal, en lugar de distribuirse uniformemente por la planta (Velásquez, 2009).

La posibilidad de falsificaciones y adulteraciones, la destrucción innecesaria de plantas durante el proceso de recolección y el riesgo de reducción o incluso extinción de las especies botánicas son problemas derivados de un deficiente control fitoquímico y el incumplimiento de las normas de calidad y buenas prácticas agrícolas establecidas (Palma, 2004; Velásquez, 2009).

La calidad de la materia prima tiene una importancia fundamental en la industrialización de los productos fitofarmacéuticos; la identificación botánica correcta, la selección de las variedades más productivas y el cultivo, siguiendo Buenas Prácticas Agrícolas y el control de calidad así como el control fitoquímico en todas las etapas del proceso constituye la garantía de un fitomedicamento de calidad, con constancia de actividad, eficaz y seguro (Velásquez, 2009).

F. Aspectos que influyen sobre la calidad de las drogas vegetales

Los aspectos que pueden influir en la calidad de las drogas vegetales son la correcta determinación del origen botánico de la especie; la variabilidad del material vegetal (biodiversidad, quimiotipos, etc.), la influencia del método empleado en el proceso de recolección, secado y almacenado previos al proceso de extracción (Paredes, 2007).

G. Caracterización farmacobotánica

La necesidad de comprender claramente el uso de los diferentes componentes de una planta con propiedades medicinales, graduar con precisión la dosis efectiva y elaborar

de manera estandarizada fármacos homogéneos, ha llevado a que la mayoría de las drogas elaboradas por la industria farmacéutica contengan sólo el o los principios activo(Paredes, 2007; Castillo & Pérez, 2011).

En algunos casos éstos se obtienen del procesamiento de las plantas y en otros casos, se aísla el principio activo para luego ser sintetizado artificialmente. Esto obedece a que las plantas están conformadas por una variada gama de compuestos fitoquímicos cuya bioactividad, en la mayoría de los casos, sigue siendo desconocida y poco estudiada (Paredes, 2007; Velásquez, 2009).

La caracterización farmacobotánica de una planta es una labor que contribuye al empleo de los especímenes idóneos o que cumplan con ciertos caracteres propios para obtener los resultados deseados y evitar reacciones adversas, confusiones provocadas por el empleo de especies o variedades llamadas por el mismo nombre, aún si son muy próximas botánicamente pues pueden variar enormemente en la presencia y concentración de los principios activos (Velásquez, 2009; Sharapin, 2001; Solís, Guerrero, Gatusso& Cáceres, 2005).

H. Caracterización botánica

Una droga vegetal, entera o pulverizada, tiene una serie de elementos apreciables los que pueden ser observados a ojo descubierto, con una lupa de mano o con microscopio óptico. Muchos de estos elementos le son propios y característicos, lo cual permite su identificación (Cáceres, 2006).

De la planta debe establecerse la parte utilizada con fines medicinales, ya sea el tallo aéreo, rizoma, raíz, hoja, flor, arte de flores, inflorescencias, fruto, semilla o exudados. Las especies vegetales utilizadas deben estar designadas por su nombre científico, siguiendo la nomenclatura binomial: nombre genérico, epíteto específico (en latín), seguido de la inicial del descriptor. El nombre debe colocarse en cursiva y entre paréntesis las sinonimias, si

existieran. Cuando fuera necesario debe indicarse subespecie, variedad, etc. Además se debe indicar la cantidad estipulada de principio activo que la droga debe contener (Solís, et al., 2005).

I. Identificación botánica

La identificación de una droga se realiza comparándola con una droga patrón, con descripciones pormenorizadas de distintas farmacopeas y en literaturas especializadas. Las comparaciones pueden ser hechas por procesos directos e indirectos (Solís, 2005; Flores-Vindas, 1999).

Los procesos directos son los que se realizan a ojo desnudo o con una lupa de poco aumento. Proporciona los caracteres macroscópicos y se valen de los órganos de los sentidos: visión (aspecto general: entera, fragmentada, pulverizada), tacto (superficie: lisa, rugosa; consistencia: dura, flexible, coriácea, membranácea, papirácea, carnosa o succulenta). Cada órgano vegetal presenta características morfológicas que le son propias. Las drogas se pueden presentar enteras o fragmentadas y el tipo de fractura que presenta una corteza, por ejemplo nos brinda elementos significativos de diagnóstico. (Solís, et al., 2005).

Los procesos indirectos son aquellos que se limitan a tres categorías: Físicos (microscopía y cromatografía); Químicos (emplean transformaciones químicas, reacciones de caracterización e incineración); y Biológicos (hemólisis, hemoaglutinación y otros). (Velásquez, 2009; Solís, et al., 2005; Flores-Vindas, 1999).

El estudio microscópico de una droga vegetal exige siempre la elaboración de cortes del material en estudio. Dichos cortes pueden realizarse a mano libre o con un micrótopo. Las pruebas histoquímicas se pueden realizar tanto con material fresco como de herbario y aún conservado, siendo preferible su uso al estado fresco, así mismo puede realizarse sobre muestras en estado de polvo o en secciones (Flores-Vindas, 1999).

J. Caracteres a analizar según tipo de droga

1. Tallos herbáceos

Macroscópicamente pueden ser rectos, retorcidos, en sección transversal, cuadrangulares, alados, áfilos o con hojas dispuestas de forma alterna, opuesta o verticilada. Microscópicamente se observa la disposición de los tejidos, tales como:

- ♦ Epidermis: la mayor parte de los tallos tienen una epidermis uniestratificada con cutícula y paredes cutinizadas. Poseen estomas o tricomas.
- ♦ Corteza: constituida por colénquima, parénquima clorofílico, parénquima de reserva y/o idioblastos. Hacia el interior se localiza la colénquima, justo bajo la capa celular de epidermis. El parénquima presenta espacios intercelulares, puede contener almidón, cristales, taninos, idioblastos.
- ♦ Cilindro central o Haz vascular: constituido por el tejido vascular y la médula. Están dispuestos en un solo anillo y están separados por parénquima interfascicular. La médula está constituida por parénquima de reserva (Solís, *et al.*, 2005; Cronquist, 1987).

2. Cortezas

Son los tejidos externos al cambium, tanto en tallos como en raíces. Cuando la corteza es mondada, es que carece de súber.

Su forma depende de la manera en que han sido separadas del leño en tallos y raíces, además durante el proceso de secado se curvan hacia el interior de la estructura y dependiendo del grado de curvatura se las clasifica en: planas, encurvadas, canaletada y canuto. La superficie externa puede ser lisa, irregular, estriada; mientras que la interna puede ser estriada, fibrosa, con puntuaciones debidas a la presencia de cristales. Además, el olor y sabor será característico de la especie analizada (Solís, 2005; Cronquist, 1987).

Microscópicamente puede observarse:

- ♦ Peridermis: constituida por una o varias capas de súber, en este último caso se observa el ritidoma, el felógeno y la felodermis.

- ♦ Parénquima cortical primario: puede o no estar presente pues generalmente se fusiona con el ritidoma.
- ♦ Floema primario y secundario: el floema primario es poco aparente. El floema secundario presenta radios parenquimáticos y constituye un valor diagnóstico por la gran cantidad de fibras, cristales de oxalato de calcio, esclereidas, estructuras secretoras, conductos laticíferos, etc. (Solís, 2005; Cronquist, 1987).

3. Hojas

Se define su consistencia, si son duras, blandas, coriáceas, membranáceas, papiráceas, carnosas o suculentas. Su forma observando el ápice, base, borde, contorno, nerviación, simetría, presencia o ausencia de pecíolo, simple o compuestas, anexos, según clasificaciones botánicas. El olor y sabor son característicos de cada especie. La superficie de la lámina determinando si es lisa, sedosa, áspera, glabra, pubescente, rugosa, ondulada, hirsuta o verrucosa. El pecíolo, si está presente, puede ser estriado, liso, rugoso, piloso o alado (Solís, et al., 2005; Cronquist, 1987).

Debido a la estructura normalmente aplanada de la hoja, se hace una distinción entre los tejidos epidérmicos de las dos superficies foliares: la superficie que está más próxima al entrenudo superior y que normalmente mira hacia arriba se denomina superficie adaxial o superior y la otra llamada superficie abaxial o inferior. Histológicamente, la hoja está formada por tres sistemas de tejido: dérmico, fundamental y vascular. Microscópicamente se observa:

- ♦ Epidermis: constituida por células epidérmicas, células oclusivas de los estomas, acompañadas o no de células subsidiarias, tricomas, etc.
- ♦ Los estomas también presentan diversas formas: anomocíticos, anisocíticos, paracíticos y diacíticos.
- ♦ Mesófilo: ocupa la parte media de la hoja y sus límites son la epidermis. Puede ser homogéneo o diferenciado en un parénquima en empalizada y esponjoso.
- ♦ Sistema vascular: presentando traqueadas y vasos como elementos conductores.
- ♦ Tejidos de sostén: formado por colénquima (Flores-Vindas, 1999; Cronquist, 1987).

K. Determinación cualitativa de metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios son los responsables de la actividad farmacológica. Estos ensayos son simples y se utilizan de forma general para la caracterización de los extractos obtenidos de material vegetal, pero no son ensayos cuantitativos por lo que no indican por sí solos la calidad del material vegetal. Las técnicas más comunes incluyen la determinación de la presencia de taninos, almidón, mucílagos, alcaloides, flavonoides, antracenos, esteroides insaturados, glucósidos cardioactivos y saponinas (Solís, et al., 2005).

1. Taninos

Son sustancias complejas de alto peso molecular, complejos polímeros de ácidos fenólicos, algunos contienen azúcares. Se combinan con las proteínas de la piel de los animales evitando su putrefacción y convirtiéndola en cuero. Esta capacidad de unión a las macromoléculas explica por qué ellos precipitan celulosa, pectinas y proteínas, también explica su característica de astringencia y aspereza, debido a que precipita las glicoproteínas contenidas en la saliva y le hace perder su poder lubricante. Las uniones entre los taninos y las macromoléculas son del tipo hidrofobias y puentes de hidrogeno de los grupos fenólicos de los taninos y de las proteínas (Flores-Vindas, 1999).

2. Almidón

Es un glúcido complejo y el más representativo de los producidos por los vegetales, de hecho constituye la principal reserva de carbohidratos de las plantas superiores. Es insoluble en frío en el agua; al elevar la temperatura se hincha y se convierte en el denominado engrudo (Velásquez, 2009; Cronquist, 1987).

3. Mucílago

Derivado de glúcidos gelatinosos con gran capacidad para retener los líquidos. Son mezclas amorfas de polisacáridos que se tornan viscosos en el agua, pueden formar soluciones coloidales. Las plantas retienen el agua gracias a esta sustancia. Medicinalmente

tienen importancia al proteger los conductos digestivos y las mucosas ante agentes irritantes. (Velásquez, 2009; Cronquist, 1987).

4. Alcaloides

Son sustancias orgánicas nitrogenadas, con propiedades básicas, de origen vegetal y acción fisiológica enérgica (medicinal o venenosa). Se utilizan en terapéutica como estimulantes cardíacos y cerebrales, al elevar la dosis disminuye la actividad motora provocando sueño. Poseen una complejidad molecular; en su mayoría constituyen venenos vegetales muy activos, y en pequeñas dosis producen grandes efectos en el organismo por ello su uso inadecuado puede causar intoxicaciones graves e incluso la muerte. La clasificación según su composición química y estructura es la siguiente: Isoquinolólicos, Indólicos, Quinolólicos, Piridínicos y Piperídicos, Esteroides, derivados del Tropano (Velásquez, 2009; Flores-Vindas, 1999).

5. Flavonoides

Son compuestos de flavonas y sus derivados. Constituyen cada uno de los pigmentos de color amarillo presente en las partes verdes de las plantas junto a la clorofila y los carotenoides. Poseen propiedades de fortalecimiento de capilares sanguíneos, cardiotónico, hemostático y antiinflamatorio (Flores-Vindas, 1999; Cronquist, 1987).

6. Glucósidos

Son sustancias orgánicas donde la función carbohidrato está formado de una o más moléculas de monosacáridos. Están formados por dos partes, la primera de ellas presenta un azúcar que mantiene un efecto favorable sobre la solubilidad del glucósido y su absorción, así como su transporte de un órgano a otro; el segundo componente es el que determina el efecto terapéutico y es denominado aglucón. Se distinguen varios tipos según su composición química, incluyendo: Glucósidos cianogenéticos, biciógenos, cardíacos, sulfurados o tioglucósidos, antocianínicos, antraquinónicos, fenólicos, cumarínicos (Flores-Vindas, 1999; Castillo & Pérez, 2011).

7. Saponinas

Son derivados terpénicos que se emplean como agentes limpiadores y como espumantes y son excelentes emulsivos. Medicinalmente presentan la desventaja de producir hemólisis de glóbulos rojos si se inyectan directamente en sangre. Por otro lado, su hidrólisis mediante óxidos o enzimas tiene como resultante un azúcar (que es utilizado en la síntesis de hormonas esteroides) y una sapogenina (Flores-Vindas, 1999; Cronquist, 1987).

L. Pruebas de pureza

Se realizan diferentes pruebas sobre el material vegetal que dan una idea acerca de su calidad, autenticidad y nivel de seguridad (presencia o ausencia de pesticidas) para el consumo humano y su procesamiento adecuado (Solís, et al., 2005).

Dentro de estas pruebas se incluye el porcentaje de Ceniza producida siendo éste un indicador del correcto cuidado durante el procesamiento de la materia vegetal, en especial para partes subterráneas. En el caso de Cenizas totales, cenizas solubles en agua y cenizas insolubles en ácido, la determinación se realiza mediante procedimientos estándar. Las cenizas insolubles en ácido constituyen una fracción de las cenizas totales que no se solubiliza en ácido clorhídrico y comprende, casi en su totalidad, sílice procedente de la tierra adherida a la droga (Solís, et al., 2005; Cronquist, 1987).

1. Prueba de ceniza total

Esta prueba se realiza sobre el material pulverizado y para algunas farmacopeas no requiere que se establezca el tamaño del tamiz, aunque la norteamericana establece un muestreo y tamaño de tamiz. La prueba de ceniza total se incluye a menos que se establezca lo contrario en la monografía e indica el contenido de minerales que contiene el material en estudio (Solís, et al., 2005; Gattuso & Gattuso, 1999b).

a. Método I (Farmacopea Británica): Incinerar 2 a 3 g de polvo del material vegetal en un plato previamente tarado de sílica o platino, a una temperatura no mayor de 450°C hasta

que está libre de carbón, enfriar y pesar. Si no se puede obtener una ceniza libre de carbono de esta manera, añadir agua caliente a la masa quemada y recoger el residuo sobre papel filtro libre de cenizas, incinerar el mismo junto con el papel, luego añadir el filtrado, evaporar a sequedad e incinerar a una temperatura no mayor de 450°C. Calcular el porcentaje de ceniza utilizando como referencia el peso del material secado al aire. Para otras sustancias utilizar este método con 1g de material, a menos que se especifique lo contrario en la monografía. Calcular el porcentaje de ceniza (Solís, et al., 2005).

b. Método II (Farmacopea Europea): Calentar un plato de evaporación de sílica o platino al rojo por 30 minutos, permitir que se enfríe en un desecador y pesar. A menos que se indique lo contrario en la monografía individual, distribuir 1 g del material en estudio sobre el plato, secar de 100-105°C por 1 hora e incinerar hasta peso constante en una mufla con temperatura entre 575 y 625°C. Dejar enfriar el plato de evaporación dentro de un desecador luego de cada incineración. (Solís, et al., 2005).

No se deben producir llamas en ningún momento durante el procedimiento. Si luego de una prolongada incineración, no se logra obtener una ceniza libre de carbón, disolver en agua caliente, filtrar a través de papel filtro libre de ceniza e incinerar el residuo junto con el papel filtro. Combinar el filtrado con la ceniza y cuidadosamente evaporar a sequedad e incinerar hasta peso constante (Solís, et al., 2005).

c. Método USP: Pesar con exactitud una cantidad de la muestra, representando 2-4 g de material secado al aire, en un plato de evaporación, tarado, e incinerar, suavemente al inicio y gradualmente incrementar la temperatura a $675 \pm 25^\circ\text{C}$, hasta que esté libre de carbón y determinar el peso de la ceniza (Solís, et al., 2005).

Si no se puede obtener una ceniza libre de carbón de esta manera, extraer la masa quemada con agua caliente, pasar el residuo insoluble por un papel filtro libre de cenizas, incinerar el residuo junto con el papel filtro, hasta que la ceniza esté blanca o casi blanca, agregar el filtrado, evaporar a sequedad y calentar todo a una temperatura de $675 \pm 25^\circ\text{C}$. Si no se llega a obtener, una ceniza libre de carbón enfriar el plato, añadir 15 mL de

alcohol, romper la ceniza con una varilla de vidrio, quemar el alcohol y otra vez calentar a una temperatura de $675 \pm 25^{\circ}\text{C}$. Enfriar en un desecador, pesar la ceniza, y calcular el porcentaje de ceniza total a partir del peso utilizado de la droga (Solís, et al., 2005).

d. Método de la Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos: Colocar alrededor de 2-4 g del material secado al aire, en un crisol previamente calcinado y a peso constante (usualmente platino o sílice). Esparcir el material formando una capa homogénea e incinerarlo aumentando gradualmente la temperatura de $500 - 600^{\circ}\text{C}$ hasta que esté blanco, lo que indica la ausencia de carbón. Enfriar en un desecador y pesar.

De esta manera no se puede obtener cenizas libres de carbón, enfriar el crisol y mojar el residuo con alrededor de 2 mL de agua o de solución saturada de nitrato de amonio. Secar en baño de agua, después en una placa de calentamiento y calcinar hasta peso constante. Dejar enfriar el residuo en un desecado durante 30 minutos y pesar rápidamente. Calcular el porcentaje de cenizas (Solís, et al., 2005; Gattuso et al, 1999b).

2. Prueba de humedad

La humedad de una muestra se entiende toda materia volátil que se elimina por calentamiento, conduciendo a la pérdida de peso de la muestra.

Esta prueba permite saber si el secado del material vegetal fue el idóneo para conservar la calidad de la droga y prevenir el enmohecimiento, la acción de las enzimas y de las bacterias. El contenido de humedad de las drogas es variable porque la mayor parte son higroscópicas en mayor o menor intensidad. El método comúnmente empleado es el de pérdida por desecación, que consiste en someter la muestra al calor de una estufa a 100°C hasta peso constante. Las drogas crudas que contienen aceites esenciales, éteres u otros compuestos volátiles requieren de métodos especiales. Las farmacopeas permiten cierto porcentaje de humedad que generalmente no puede ser mayor al 10% (Paredes, 2005).

3. Cromatografía

Técnica empleada para realizar el tamizaje fitoquímico que permite determinar cualitativamente los principales grupos de constituyentes químicos presentes en una planta

y a partir de allí, orientar la extracción de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés. El uso de cromatografía en gas está indicado bajo las pruebas para detectar las especies de plantas que no son parte de la definición. Esto es para limitar la concentración de ciertos constituyentes o para controlar la posible degradación o evaporación de cualquier constituyente que deba estar presente en la materia vegetal en una cierta concentración (Solís, et al., 2005; Arango, 2007; Domínguez, 1975).

La cromatografía en capa fina está indicada para detectar adulteraciones con especies de plantas que no son parte de la definición. El nombre de las plantas no deseadas o sus constituyentes se deben utilizar como el título de prueba. Se describen la posición y el color de las zonas o manchas debidas a los constituyentes que deben estar ausentes. Esta última cromatografía es imprescindible cuando se desean valorar componentes individuales, pues permite la separación de mezclas de sustancias. En capa fina las fases estacionarias pueden ser: silicagel 60F₂₅₄, óxido de aluminio y celulosa (Solís, et al., 2005; Arango, 2007).

4. Técnica de Diafanizado

Es el resultado de la aclaración o eliminación completa de cualquier tipo de plastidio para poder observar de manera clara, las estructuras epidérmicas que presentan las hojas, tal como células normales, estomas, tricomas, entre otros elementos. Se utiliza para observar estructuras de epidermis en hojas gruesas o coriáceas (Solís, et al., 2005, Rosales, Paniagua, Vargas, Granados, Morales & Cárcamo, 2010).

5. Técnica de Disociado débil

Se emplea en hojas, tallos herbáceos y cortezas comerciales y su finalidad es disgregar o separar los tejidos de un órgano vegetal específico y así poder observar células y estructuras por separado (Solís, et al., 2005; Rosales et al., 2010)

6. Técnica de Disociado fuerte

Esta técnica se emplea para observar tallos, raíces y tegumentos de semillas comerciales. Su finalidad es disgregar o separar los tejidos de un órgano vegetal específico

y así poder observar por separado las células y estructuras que lo conforman, siendo de utilidad en el control de calidad de la materia vegetal (Solís, et al., 2005; Rosales et al., 2010).

M. Material vegetal

1. Especie en estudio: *Byrsonima crassifolia* (L.) HBK

a. Información taxonómica

Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Dialipetalas superovarieas: Diplogemona
Orden:	Gerániales
Familia:	Malpighiaceae
Género:	<i>Byrsonima</i>
Especie:	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Sinonimias:	<i>Byrsonima cinérea</i> Dec, <i>B. cotinifolia</i> HBK, <i>B. cubensis</i> , <i>B. ferruginea</i> , <i>B. karwinskiana</i> , <i>B. pulchra</i> , <i>B. rufescens</i> , <i>B. laurifolia</i> , var. <i>Guatemalensis</i> , <i>Malpighia crassifolia</i> , L (Rojas, 1926; López, 1992; Cáceres, 1996; Cáceres, 2006).

b. Nombres populares

Chi, Carbo, Nance, Nanzin, Tapal, Zacpah, Nancite, Cereza, Perpleja (López, 1992; Cáceres, 1996; Chizmar, 2009).

c. Descripción botánica

Arbusto o árbol a menudo fructificado cuando tiene 1 o 2 m de altura, pero cuando su altura oscila entre los 5 a 10 m, es de copa redondeada o extendida, a veces angosta, el tronco puede ser recto o recurvado, alto o bajo (Madariaga, 1992; Cáceres, 2006).

La corteza es café oscuro, rugosa, rosácea en el interior, las ramas jóvenes generalmente están cubiertas con un tomento denso de pelos rojos (Madariaga, 1992; Cárcamo, 1993).

Las hojas, son opuestas tienen peciolo, de 8 a 15 mm de largo, la parte inferior es ocre pálido con limbos coráceos, las hojas son ovales u oblongo-elípticas, de 8 a 20 cm de largo y de 4 a 7 cm de ancho, pero variables en medida. En algunos casos son agudas o acuminadas, redondeadas y apiculadas en el ápice, agudas u obtusas en el envés y esparcidas o densamente tomentosas, laxas de pelos rojos o grisáceos (Cárcamo, 1993; Martínez, 2006; Bayuelo, Lozano & Ochoa, 2006).

Las flores se presentan en racimos iguales o más largos que las hojas. Presentan muchas flores, esparcidas o densamente tomentosas, son amarillas al principio, tornándose anaranjadas o rojas, 1-2 cm de ancho con un cáliz de 5 sépalos con 10 glándulas y 5 pétalos unguiculados. (Cárcamo, 1993; Bayuelo, Lozano & Ochoa, 2006).

El fruto es un drupa de 8 a 22 mm de diámetro, portados aisladamente en racimos de 2-15, piel delicada amarilla, opaca o con manchas anaranjadas, abundantemente carnoso de color blanco. Tiene una semilla negra muy dura, posee un jugo blanco, ácido con un olor peculiar (López, 1992; Madariaga, 1992).

d. Descripción geográfica y hábitat

Es una planta nativa o tal vez distribuida por el hombre desde México a través de toda Centroamérica, hasta el norte de Sudamérica (Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela, Guyanas, sur de Brasil) e islas del Caribe. En la costa pacífica de Centroamérica forma plantaciones extensas llamadas nancitales. Se da en lugares pedregosos y arenosos, pues resiste bien la sequía, siendo su zona de vida el bosque seco subtropical, incluyendo sabanas y zonas de repastos y áreas degradadas con suelos pedregosos (Cáceres, 2006; Chizmar, 2009; Cárcamo, 1993).

En Guatemala se encuentra en casi todas las zonas, lo que sugiere que es país de origen. Abunda sobre todo a bajas elevaciones en muchos lugares del oriente y zonas secas del valle de Motagua, en matorrales, terrenos limpios y en la mayoría de los patios de las

viviendas rurales. Se da mayormente en Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, El Progreso, Quiché, Escuintla, Huehuetenango, Izabal, Jalapa, Jutiapa, Petén, Quetzaltenango, Retalhuleu, San Marcos, Santa Rosa, Suchitepéquez y Zacapa (López, 1992; Cáceres, 2006).

e. Agrotecnología

Crece en clima cálido y húmedo, tropical o subtropical, suelo rocoso, arenoso y alcalino, se adapta a oxisoles y ultisoles bien drenados, requiere precipitación pluvial superior a 2,000 mm/año. Se propaga por semillas en semilleros a 2 cm de profundidad, de 30-60% germina en 2-10 semanas. Después de establecerse en el campo su crecimiento inicial es relativamente rápido, es necesaria una poda de formación para eliminar ramas bajas. No se conocen plagas o enfermedades que lo afecten seriamente. Empieza a producir frutos a los 2 años, con rendimiento de 15-20 Kg/árbol. La corteza se recolecta en época seca (Cáceres, 2006; Cárcamo, 1993).

f. Usos medicinales

El agua de decocción de la corteza se emplea en gargarismos, contra el dolor de muelas, después de eliminar los dientes. Se practican enjuagues bucales con el agua de la corteza y se usa para afirmar la dentadura (Madariaga, 1992).

La decocción de la corteza también es utilizada en casos de hemorragias en la mujer; menorragia y flujo blanco así como antiblenorrágico, inflamación de la vejiga, de ovarios. Favorece el parto y la expulsión de la placenta (López, 1992; Bayuelo et al., 2006; Cáceres, 2006; Martínez, 2006).

Se usa como infusión en casos de diarreas, disentería, dolores de estómago, parásitos intestinales, indigestión, dispepsia, estreñimiento, neuralgia, como antitusivo, en casos de asma, bronquitis, amigdalitis e inflamaciones de los pulmones y resfriados. Se usa en los casos de fungosidades en las encías por abuso de mercurio. La decocción de dicha corteza, también se emplea como acaricida, antipirético, antitumoral, antifúngica, como catártico, eupéptico, galactógeno y tónico. El uso de la corteza, además, se ha indicado en el tratamiento de atonía gástrica y cólera por su acción astringente y antibacteriana y ha

sido usado para envenenar peces. En la industria se utiliza la corteza para curtir pieles y en tintorerías (Domingo & López-Brea, 2003; Cáceres, 2006; Martínez, 2006).

La tintura, por su actividad astringente, antiséptica y antifúngica se usa de forma tópica en el tratamiento de candidiasis (oral y vaginal), tinea, úlcera, afecciones dermatomucosas como la estomatitis, leucorrea, piodermia, salpullido, vaginitis y como cicatrizante de heridas. (Martínez, 2006).

El polvo de la corteza cura las úlceras y afecciones de la piel y es digestivo y purgativo. La cocción fuerte da resistencia al organismo para mordeduras de culebras (Cáceres, 2006; Cárcamo, 1993).

Los frutos son comidos crudos y se elabora con ellos helados, jalea y bebidas fermentadas. Es usado como leña y su madera es considerada de buena calidad; la cáscara del fruto se usa para teñir hilos y telas de algodón (Madariaga, 1992; Cáceres, 2006; Martínez, 2006).

g. Farmacología y toxicidad

Estudios antimicrobianos demuestran que el extracto acuoso de corteza es activo contra *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. La tintura de la corteza es activa contra *Salmonella flexneri* y *S. typhi*, *Vibrio cholerae*, *Streptococcus pneumoniae* y *S. pyogenes*, *Candida albicans*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* y *C. stellatoidea*, los mejores disolventes son etanol y acetona (Cárcamo, 1993; Bayuelo, Lozano & Ochoa, 2006).

La decocción de corteza es activa contra *Epidermophyton floccosum*, *Microsporum canis*, *M. gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes* y *T. rubrum*. De cinco órganos del árbol, se demostró que la corteza es la más activa contra bacterias y el etanol el mejor solvente por bioactividad y rendimiento; las bacterias más sensibles fueron *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella flexneri* y *Streptococcus pyogenes*. El extracto de la planta completa no tiene actividad insecticida. El extracto etanólico tiene buena actividad nematocida (Cárcamo, 1993).

A la corteza se le atribuye cierta toxicidad pero no hay estudios específicos. Los extractos acuosos y etanólico de hojas, corteza y raíz son tóxicos a peces del género *Mollinesia*. La infusión de corteza por vía oral en ratón no tiene toxicidad aguda en dosis de 1-5 g/kg (Madariaga, 1992; Cárcamo, 1993).

h. Composición química

La corteza contiene entre el 26 y 28 por ciento de taninos, ácido oxálico, glucósidos, flavonoides, saponinas, sesquiterpenlactonas, triterpenos y sustancias solubles en alcohol (Martínez, Bernal, Cáceres, 2000; Cáceres, 2006; Bayuelo, et al., 2006).

Del tallo y hojas se han descrito, saponinas, esteroides insaturados, cardenólidos, bufadienólidos, flavonoides, leucoantocianinas, taninos, tripterenoides y polifenoles (Cárcamo, 1993).

Los taninos son sustancias que se combinan con proteínas de la piel animal, evitando su putrefacción y convirtiéndola en cuero, tienen naturaleza polifenólica, algunos se encuentran como glucósidos (Madariaga, 1992; Cárcamo, 1993; Bayuelo, et al., 2006).

2. Especie en estudio: *Neurolaena lobata* (L.) R. Br.

a. Información taxonómica

Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Nombre científico:	<i>Neurolaena lobata</i>
Sinonimias:	<i>Conyza lobata</i> , L., <i>Neurolaena lobata</i> var <i>indivisa</i> , <i>Conyza symphytifolia</i> , <i>Pulchea symphytifolia</i> (Roig, 1992; Flores-Vindas, 1999; Cáceres, 1996; Cáceres, 2006).

b. Nombres populares

Capitana, Contragavilana, Gavilana, Hierba amarga, Mano de lagarto, Quina, Tres puntas, (Roig, 1992; Rodas, 1996; Martínez, et al., 2000).

c. Descripción botánica

Hierba erecta, de 1-4 m de alto, poco ramificada, con tallo estriados, surcados, pubescentes. Hojas corto-pecioladas o sésiles, glabras, alternas, acuminadas o agudas a la base, 5-30 cm de largo, dentadas, escabroso-hirsutulosas en el haz, corto-pilosas al envés. Inflorescencia corimboso-paniculada, cabezuelas numerosas, pediceladas, filarios 4 seriados, oblongos, con 1 a 3 nervaduras, pálidos; corolas de color anaranjado a amarillo. Aquenios negros, glabros de dimensión 1-2 mm; pappus uniseriado, cerdas en número de 30 o más, de color blanco a amarillo (Cáceres, 1996; Rodas, 1996).

d. Descripción geográfica y hábitat

Nativa de América, se distribuye desde el sur de México hasta el noroeste de Suramérica, incluyendo la región oeste de las Antillas, en muchas regiones, la planta es propia de terrenos montañosos, colinas, matorrales y tierras de bosques. Se ha reportado también en Puerto Rico, Islas Vírgenes, Bahamas, Jamaica, Santo Domingo y Haití (Martínez, et al., 2000; Rodas, 1996; Roig 1992).

e. Agricultura

El material vegetal usado como medicina es recolectado en su estado silvestre, se recomienda iniciar actividades de conservación, domesticación y cultivo para garantizar su aprovisionamiento sostenible. Se propaga por semilla. Las hojas se colectan en plena floración (Cáceres, 1996).

f. Usos medicinales

Se le atribuye propiedad antibiótica, antimalárica, aperitiva, carminativa, diurética, espasmolítica, febrífuga, hipoglicémica, hipotensora y tónica (Rodas, 1996; Tally, 1994; Yapur, 1994).

La infusión amarga de hojas es administrada por vía oral para el tratamiento de afecciones gastrointestinales, la decocción de hojas secas se administra oralmente para tratar fiebres, diabetes, dolores estomacales, malaria, anemia, disentería, hipertensión (Tally, 1994; Cáceres, 1996).

Las hojas frescas machacadas se aplican tópicamente en picazones; el jugo es sobado en la piel como repelente de garrapatas; la infusión de éstas se aplica para sanar diversos tipos de heridas, lesiones y úlceras en la piel (Cáceres, 1996; Tally, 1994; Roig, 1992).

De los tallos y hojas se hacen extractos acuosos que se administran oralmente para tratar malaria, en infusión se usa para tratar diabetes, hipertensión, como tónico, antipirético y para trastornos hepáticos (Cáceres, 1996).

g. Farmacología y toxicidad

Algunos estudios antimicrobianos demuestran que la tintura de hojas es activa contra bacterias como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Salmonella typhi*; es inactiva contra *Salmonella flexneri*, hongos levaduriformes como *Candida albicans*, *Candida neoformans* y filamentosos como *Epidermophyton floccosum*, *Microsporium gypseum* y *Trichophyton rubrum*. Los extractos alcohólicos son activos contra epimastigotes de *Trypanosoma cruzi in vitro* y contra tripomastigotes *in vitro* e *in vivo* (Roig, 1992; Tally, 1994; Yapur, 1994; Barrientos, 1996; Saravia, 2000; Donis, 2003; Granados, 2007; García-González, Escalante & Díaz, 2007).

El extracto de hojas secas contiene un terpenoide que es inactivo como agente antitumoral. El extracto alcohólico de hojas produce una disminución estadísticamente significativa en los niveles de azúcar en el ratón (Saravia, 2000; Donis, 2003; García-González, et al., 2007).

Se ha reportado su efecto antiofídico al emplear las hojas machacadas con agua y aplicadas en forma de empasto combinado con tabaco en el tratamiento temprano por mordeduras de *Bothrops asper*, pero contraindicado en pacientes con hemopatías o

hemorragia sistémica en fases más avanzadas del tratamiento; en ensayos de pre incubación con trombina ha presentado efecto anticoagulante (Saravia, 2000).

Mientras que el extracto acuoso y las sesquiterpenlactonas de tipo germacranólidos y furanoheliangólidos son activos contra *Plasmodium falciparum in vitro*, particularmente neurolenina B; estos componentes son citotóxicos contra células tumorales GLC4 y Colo 320, particularmente lobatina B. El extracto etanólico de hojas secas administrado oralmente a ratones tiene un efecto antihiper glucémico en dosis de 250 mg/kg mientras que en dosis mayores a 500 mg/kg muestra un efecto hipoglicémico (Marchand & Blount, 1978; Ciccio, 1978; Barrientos, 1994).

h. Composición química

Las hojas y tallos contienen flavonoides (axilarina, 6-hidroxi:3-7-dimetiléter kaempferol, 6-hidroxi:3-metil éter 7-0-Beta-D glucósido kaempferol, 6-hidroxi:3-metiléter-7-sulfato kaempferol, 6-hidroxi:7-0-Beta-D glucósido de luteolina, quercetagetin-3-7-dimetiléter, quercetagetin-3-7-0-Beta-D-glucósido, quercetagetin-3-metil éter-7-sulfato, quercetagenin-7-0-Beta-D-glucósido; lactonas sesquiterpénicas de tipo germacranólido (neurolenina A, B, C y D), lobatina A y el furanoheliangólido lobatina B (Marchand & Blount, 1978; Barrientos, 1994; Passreiter, 2007).

i. Indicaciones terapéuticas.

Por su actividad antiprotozoaria, antibacteriana y sudorífica, su uso oral está indicado en el tratamiento sintomático de malaria, fiebre, diarrea y dolor de estómago; por su actividad hipoglicemiante puede contribuir al manejo de la diabetes. Se recomienda administrar de 2 a 3 veces/día en dosis de 1-3 g en infusión o 1-2 mL de tintura 1:8 en etanol al 35% (Cáceres, 1996; Barrientos, 1996).

IV. JUSTIFICACION

Guatemala es un país que cuenta con riqueza y variedad de especies vegetales nativas que han sido utilizadas, desde la antigüedad, como plantas medicinales debido al conocimiento empírico que se posee de ellas.

El empleo de especies vegetales con actividad medicinal ofrece fuentes de tratamiento de bajo costo y al alcance de aquellos que, de otra forma, no poseen acceso a los medicamentos disponibles comercialmente, asimismo se presentan como una alternativa ante la resistencia a los fármacos terapéuticos de elección. Además, gran parte de la población guatemalteca recurre a las plantas como tratamiento medicinal aún cuando no se haya confirmado científicamente su efectividad e identidad.

Por ello se consideró importante establecer los caracteres farmacobotánicos de dos plantas nativas medicinales (*Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata*) empleadas contra microorganismos patógenos del tracto intestinal, determinando los parámetros que permitan el control de pureza de la droga fresca y seca. Así mismo, los estudios de plantas medicinales con propiedades antimicrobianas le otorgan validez científica a su utilización y se favorece el aprovechamiento de la flora nativa beneficiando a la población en general.

V. OBJETIVOS

A. General

Determinar los caracteres de identidad farmacobotánica de *Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata*.

B. Específicos

- ♦ Describir y documentar las características anatómicas y morfológicas de *Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata*.
- ♦ Describir y documentar las características histológicas de las especies en estudio.
- ♦ Identificar los compuestos característicos de *Byrsonima crassifolia* y de *Neurolaena lobata* a través de pruebas microquímicas.
- ♦ Establecer características de calidad tales como: porcentaje de humedad y cenizas totales de las plantas en estudio.
- ♦ Proporcionar validez científica al uso de las especies mencionadas anteriormente.
- ♦ Elaborar ejemplares de herbario y muestrarios de droga seca de las especies en estudio.

VI. HIPOTESIS

No se planteó hipótesis debido a que es un estudio descriptivo.

VII. MATERIALES Y METODOS

A. Universo

Especies vegetales nativas de Guatemala

B. Muestra

Materia vegetal fresco de *Neurolaena lobata* (hojas, tallos y raíces pequeñas) y *Byrsonima crassifolia* (corteza, hojas y tallos delgados) fueron recolectados en Ecoparcela El Kakawatal, ubicada en el cantón Chiguaxté, municipio de Samayac, departamento de Suchitepéquez, Guatemala. La materia vegetal seca de *Neurolaena lobata* (hojas) fue proporcionado por el Laboratorio de productos fitofarmacéuticos FARMAYA.

C. Recursos

1. Recursos Humanos

- ♦ Br.Rita Eugenia Morales Coromac Autora
- ♦ Br.Wendi Carina Lima Ortiz Autora
- ♦ M.A. Maria Eugenia Paredes Sánchez Asesora de Seminario
- ♦ M.A. Isabel Cristina Gaitán Fernández Revisora de Seminario

2. Recursos Institucionales

- ♦ Biblioteca Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC.
- ♦ Biblioteca Facultad de Agronomía. USAC.
- ♦ Laboratorio de Anatomía vegetal, Departamento de Biología General, Facultad de Agronomía. USAC.
- ♦ Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC
- ♦ Laboratorio de Productos Fitofarmacéuticos, FARMAYA.
- ♦ Herbario BIGU, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC.

D. Materiales y equipo

1. Materia vegetal

- ♦ *Byrsonima crassifolia* (corteza, hojas, tallos delgados)
- ♦ *Neurolaena lobata* (hojas, tallos, raíces pequeñas)

2. Cristalería

- ♦ Beacker de 100 mL
- ♦ Beacker de 200 mL
- ♦ Beacker de 500 mL
- ♦ Caja de Petri
- ♦ Cápsulas de porcelana
- ♦ Cubreobjetos
- ♦ Crisoles
- ♦ Erlenmeyer
- ♦ Embudo de vidrio
- ♦ Micropipeta
- ♦ Mortero
- ♦ Portaobjetos
- ♦ Probetas
- ♦ Tubos de ensayo
- ♦ Varilla de vidrio
- ♦ Vaso de precipitar.
- ♦ Vidrio de reloj

3. Equipo de Laboratorio

- ♦ Aguja histológica
- ♦ Balanza analítica
- ♦ Balanza de humedad

- ♦ Baño de María
- ♦ Campana
- ♦ Centrifuga
- ♦ Estereoscopio
- ♦ Estufa eléctrica
- ♦ Horno de secado
- ♦ Incubadora
- ♦ Microscopio

4. Equipo misceláneo

- ♦ Algodón
- ♦ Batería triple A
- ♦ Bolsas plásticas con cierre hermético
- ♦ Cámara fotográfica digital
- ♦ Computadora
- ♦ Cronómetro
- ♦ Duroport
- ♦ Espátulas de metal
- ♦ Esmalte de uñas
- ♦ Hojas de afeitar Gillete
- ♦ Jabón
- ♦ Lupa
- ♦ Papel filtro
- ♦ Papel absorbente
- ♦ Pincel pequeño
- ♦ Pinza para crisoles
- ♦ Termómetro

5. Reactivos

- ♦ Ácido clorhídrico al 25%
- ♦ Ácido crómico al 25%
- ♦ Ácido sulfúrico concentrado
- ♦ Agua destilada
- ♦ Alcohol al 70%
- ♦ Alcohol al 96%
- ♦ Anhídrido acético
- ♦ Azul de Cresil a 1%
- ♦ Floroglucina
- ♦ Gelatina-glicerina
- ♦ Hidróxido de potasio al 10%
- ♦ Hidróxido de sodio al 5%
- ♦ Hipoclorito de sodio al 50%
- ♦ Reactivo de Dragendorff
- ♦ Reactivo de Lugol
- ♦ Reactivo de Orange G
- ♦ Reactivo Sudan III
- ♦ Reactivo Sudan IV
- ♦ Reactivo de Sulfato férrico
- ♦ Solución de Fast Green
- ♦ Solución de Safranina

E. Métodos

1. Características macroscópicas y descripción botánica

a. Herborización de ejemplares frescos

De las muestras botánicas recolectadas se separó una porción de material vegetal fresco de cada una, que fueron utilizados para realizar la herborización; una segunda

porción fresca se utilizó para realizar las pruebas macroscópicas, organolépticas y microquímicas y una última porción se separó con el fin de someterlo a desecación para realizar las pruebas de pureza. Previo a iniciar los análisis, se limpió el material vegetal con una brocha a manera de desprender tierra, líquenes o musgo (Giberti, 1998).

A partir de las muestras recolectadas se preparó un ejemplar de herbario para cada una, procediendo de la siguiente manera:

- Se cortaron ejemplares que pudiesen ser colocados dentro de una hoja de papel periódico, de forma tal que al secarse se puedan observar todos los detalles de la planta, incluyendo flores y frutos de preferencia.
- Las muestras se colocaron entre cartones dentro de una prensa de madera y se dejaron secar en la secadora para evitar el desarrollo de hongos como resultado de la presencia de humedad.
- Después se colocaron en los formatos adecuados para este propósito y se identificaron claramente. (Gattuso & Gattuso, 1999a).

b. Determinación de características organolépticas y macromorfológicas

A simple vista y con auxilio de una lupa y microscopio estereoscopio, se revisaron y anotaron los caracteres que ayudaron a la correcta identificación de la morfología de la materia fresca y seca. El olor se determinó colocando una pequeña porción de muestra en la palma de la mano y se trituró, clasificándolo como inodoro, débil o fuerte; y la sensación del olor se clasificó como aromático, frutal, leñosa, húmeda, mohosa o rancia. (Girón & Martínez, 2001; Herrera, 2003; Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

2. Características micromorfológicas e histológicas

Se realizaron cortes finos de las muestras, utilizando la técnica de corte con micrótopo para la corteza de *Byrsonima crassifolia* debido a su naturaleza y la técnica de corte a mano alzada para el resto de material vegetal, tanto de *Byrsonima crassifolia* como de *Neurolaena lobata*. (Gattuso & Gattuso, 1999b).

a. Corte a mano alzada

- Se utilizaron bloques de duroport de aproximadamente 2 cm por 5 cm de largo en forma de cilindro, al cual se le hizo un corte por el medio.
- Se realizó un corte en el material vegetal, en el área de elección, con medidas aproximadas de 2 cm de largo y 5 mm de ancho. El material se colocó sobre el duroport cortado anteriormente, nivelando la superficie del cilindro de duroport con un corte.
- Se hizo un corte en forma transversal o bien, longitudinal, con movimientos rápidos. Se utilizó siempre una hoja de afeitar nueva, pues esta debía estar muy afilada para que el corte resultase delgado, uniforme y sin daños. La hoja de afeitar se humedeció en agua y se procedió a hacer los cortes.
- Se colocaron los cortes obtenidos en un vidrio de reloj con agua desmineralizada. Seguidamente se realizó un tren de tinción según indicaciones para cada reactivo, observando microscópicamente el corte seleccionado antes de realizar la tinción. (Gatusso & Gatusso, 1999b; Rosales, et al., 2010).

b. Técnica de diafanizado

- Se colocó el material vegetal en un vaso de precipitado conteniendo 10 mL de alcohol de 96%, llevando a ebullición en baño de María durante 10 minutos.
- Se colocó en una solución de partes iguales de alcohol de 96% e hidróxido de sodio al 5%, llevando a ebullición en baño de María durante 5-10 minutos, según la consistencia del material.
- Se lavó con agua destilada tibia varias veces hasta que el agua quedó totalmente limpia.
- Se colocó el material en una cápsula de Petri conteniendo hipoclorito de sodio al 50%, dejándolos hasta que quedaron blanco-transparente.
- Se lavó con agua destilada, hasta eliminar totalmente el hipoclorito de sodio.
- Se colocó en hidrato de cloral (5:2), hasta que se tornaron transparentes.
- Se coloreó el material con Safranina 1% en agua y se procedió a montarlo con gelatina-glicerina (Herrera, 2007; Rosales, et al., 2010).

c. Método de disociado débil

- Se colocó el material cortado finamente en una solución de hidróxido de sodio al 5%.
- Se hirvió durante 5 minutos.
- Se lavó con agua destilada hasta que el líquido quedó limpio.
- Se colocó una porción del material sobre el portaobjetos y se disgregó con ayuda de una aguja.
- Se cubrió con el cubreobjetos y se observó al microscopio.
- Se conservó con gelatina-glicerina (Herrera, 2007, Rosales, et al., 2010).

d. Pruebas microquímicas

i. Alcaloides (Reactivo de Dragendorff)

Se colocaron los cortes sobre el portaobjeto, se agregó una gota de reactivo. Ante la presencia de alcaloides apareció un precipitado color rojo ladrillo (Herrera, 2003; Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

ii. Aleuronas (Orange G)

Se colocaron cortes muy delgados sobre el portaobjeto, luego se agregó una gota del colorante. Los cristaloides de aleurona se tiñen de color rojo-anaranjado mientras el globoide va desapareciendo poco a poco (Paredes, 2005; Solís, 2005).

iii. Almidón (Reactivo de Lugol)

Se colocó el corte en el portaobjeto, se agregó una gota de lugol. El almidón se colorea de azul o azul-violáceo (Herrera, 2003; Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

iv. Grasas y aceites (Reactivo Sudan III o Sudan IV)

Se colocaron cortes delgados en el portaobjeto, se agregó una gota de reactivo, se dejó actuar durante 10 minutos, seguidamente, se lavó alcohol de 70%. Las grasas y los aceites

se tiñen de color rojo como así también la cutina y suberina (Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

v. Lignina (Prueba de floroglucina)

Se colocó el material sobre el portaobjeto y se agregó una gota de floroglucina, se colocó el cubreobjetos y se flameó suavemente. Se retiró de la llama y se colocó por el borde del cubreobjetos una gota de ácido clorhídrico al 25%. Las paredes con lignina, se colorean de rojo (Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

vi. Mucílagos (Azul de cresil al 1%)

Se colocaron los cortes en el portaobjetos, luego se agregó una gota de reactivo. Los mucílagos dan una coloración azul Francia (Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

vii. Taninos (Sulfato férrico)

Se colocaron los cortes sobre el portaobjetos, se agregó una gota del reactivo y se dejó actuar 2-3 minutos, luego se lavó con agua destilada. Los taninos dan una coloración azul-verdosa (Herrera, 2003; Paredes, 2005, Solís, et al., 2005).

viii. Saponinas (Ácido sulfúrico concentrado)

Se colocaron los cortes sobre el portaobjeto, luego se agregó una gota de reactivo y se observó cambios en la coloración (Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

e. Coloración con Safranina

- Se seleccionó el material vegetal a colorear.
- El material se sumergió en un vidrio de reloj conteniendo Safranina al 1% durante 3 minutos.
- Se retiró el material vegetal coloreado utilizando una aguja de disección.
- Se trasladó a un portaobjetos.
- Se agregaron 2 gotas de gelatina-glicerina.
- Se cubrió suavemente con un cubreobjetos evitando la aparición de burbujas.

- Se sellaron los extremos del cubreobjetos utilizando esmalte para uñas. (Paredes, 2005; Solís, et al., 2005).

3. Pruebas de pureza

a. Método de cenizas totales

El porcentaje de ceniza producido después de la incineración de la materia orgánica de interés es indicador de las buenas prácticas realizadas durante el procesamiento de la misma; además proporciona una idea acerca del contenido total de minerales presentes en la muestra. El procedimiento realizado para cada muestra fue el siguiente:

- Se identificaron cuatro crisoles por la parte de abajo con un lápiz.
- Los crisoles se sometieron a ignición durante tres horas a una temperatura de 600°C.
- Permanecieron dentro de la mufla hasta el día siguiente, después permanecieron en la desecadora por 15 minutos, se retiraron de la misma y se tararon, tomando nota del peso exacto.
- Se midió la humedad de las muestras vegetales (para realizar el procedimiento fue necesario que la misma correspondiera a menos del 10%).
- Se pesó 1 gramo del material vegetal en cada crisol anotando el peso exacto.
- Se introdujeron en la mufla y se procedió a la ignición, nuevamente por tres horas y a 600°C.
- Después de transcurrido este tiempo, se dejó enfriar la mufla hasta el día siguiente.
- Se retiraron los crisoles de la mufla y se observaron las cenizas obtenidas, si las mismas presentaban una coloración blanca, se procedió a pesar cada crisol y se anotó el peso.
- Se procedió a calcular el porcentaje de cenizas totales.
- Si las cenizas obtenidas no fueron blancas, entonces no se encontraban libres de carbón, para lo cual se debió de extraer la masa quemada con agua caliente.
- Seguidamente, el residuo se filtró y el filtrado se recolectó en un beacker.
- Se incineró el residuo conjuntamente con el papel filtro en una estufa, hasta que la ceniza se tornó blanca.
- Se agregó el líquido filtrado y se evaporó hasta la sequedad.

- Nuevamente se procedió a la ignición en la mufla, por espacio de tres horas y a 600°C.
- Cuando no obtuvo una ceniza libre de carbón, se dejó enfriar el crisol en la desecadora y se le adicionaron 15 mL de alcohol.
- Las cenizas se rompieron con ayuda de una varilla de vidrio.
- Se calentó la muestra hasta quemar el alcohol en una estufa.
- Se incineró nuevamente en la mufla durante 3 horas a 600°C.
- Se enfriaron en la mufla, se desecó durante 15 minutos y se procedió a pesar las cenizas obtenidas.
- Se procedió a calcular el porcentaje de cenizas totales obtenidas mediante este procedimiento empleando la fórmula (Paredes, 2005; Gatusso & Gatusso, 1999a):

Porcentaje de Cenizas Totales =

$$\frac{\text{Peso final (crisol + muestra)} - \text{Peso inicial del crisol vacío}}{\text{Muestra}} * 100\%$$

b. Método de porcentaje de humedad

Dicho porcentaje hace referencia a la materia volátil que es eliminada por calentamiento y que conduce a la pérdida de peso de la muestra. Si existe exceso de agua en la muestra puede ocurrir una hidrólisis de sus constituyentes favoreciendo el desarrollo de microorganismos (Paredes, 2005). El procedimiento se llevo a cabo de la siguiente forma:

- Se seleccionó una parte representativa del total de la muestra, se homogenizó y se mezcló.
- Se realizó la medición empleando una balanza de Humedad; seleccionando el programa de 15 minutos a una temperatura de 105°C.
- Se colocó el platillo en la balanza, se determinó la tara del mismo y después se agregó 1.000 g de muestra.
- Se cerró la tapa de la balanza.
- Se inició el programa de secado y después de transcurrir el tiempo seleccionado, se anotó el resultado (Paredes, 2005; Gatusso & Gatusso, 1999a).

El procedimiento fue realizado cuatro veces para cada muestra. En el caso de la corteza de *Byrsonima crassifolia* cada corteza fue limpiada, con ayuda de una brocha, y reducida a tozos muy delgados sumamente pequeños (menos de 1 cm de largo) antes de secarse en el horno desecador. Las hojas de *Neurolaena lobata* fueron secadas previamente colocándolas en papel periódico, después se paso por un tamiz para eliminar partículas diferentes al material de interés. (Paredes, 2005; Gatusso & Gatusso, 1999b).

c. Determinación de materia extraña

Se pesaron 10 mg de muestra vegetal a examinar y se esparció en una fina capa sobre una superficie plana; se examinó en busca de materia extraña mediante inspección directa ocular y con la ayuda de una lupa grande. Seguidamente, se separó la materia extraña, pesándola y realizando el cálculo matemático correspondiente (Solís, et al., 2005).

$$\frac{\text{Peso de materia extraña (gramos)}}{10 \text{ gramos}} \times 100\% = \text{Porcentaje de materia extraña.}$$

4. Cromatografía en capa fina

- Se preparó una solución con el extracto vegetal de cada material de estudio.
- Se preparó el solvente a utilizar tomando en cuenta el análisis a realizar según indicaciones del procedimiento operativo del Laboratorio.
- Se colocó una placa de silicato con los dedos sin tocar la superficie de la misma, ubicándola sobre la mesa.
- Se realizó una marca con lápiz a un centímetro del borde inferior de la placa de sílica en los bordes laterales. Se hizo una segunda marca a 10cm arriba de la marca inferior. Estas se utilizaron como guía para colocar las muestras y determinar hasta dónde se dejaría correr la cromatografía.
- Se identificaron los puntos donde se colocarán las muestras manteniendo una separación de 1.5 cm entre cada una.
- Se colocaron 2 uL de cada una de las muestras individuales (los estándares y la solución del extracto previamente preparada) sobre la placa de sílica.

- Se colocó la placa de sílica sin la guía plástica en el horno durante 5 minutos para secarla.
- Se dejó secar la placa, repitiendo el procedimiento de muestreo como en el paso 6 (esto permitió concentrar las muestras para que los puntos se observasen con más claridad).
- Se secó al horno y se dejó enfriar, seguidamente se colocó la placa en el solvente y tapando para evitar pérdida del mismo por volatilidad.
- Se dejó que el solvente migrara por capilaridad hasta unos 10 cm del punto donde se colocaron las muestras.
- Se secó en el horno durante 5 minutos.
- Se retiró, dejó enfriar y después de esto se roció con la solución indicada en el procedimiento operativo del Laboratorio.
- Se colocó de nuevo en el horno por varios minutos hasta que se apreciaron las manchas de colores.
- Se anotó la presencia o ausencia de cada mancha, así como la coloración (Medinilla, 2000).

5. Pruebas cualitativas macro y semimicro en tubo

a. Alcaloides

Se pesa 1 g de material vegetal, agregándole 2 gotas de solución de hidróxido de amonio al 10% (p/v), luego añadir 25 mL de metanol a 60°C. Se filtró y acidificó el filtrado con ácido clorhídrico 2N. Se dividió la solución en cuatro tubos y se evaluó de la siguiente manera:

Tubo 1: se agregó 5 gotas de reactivo de Mayer's.

Tubo 2: Se agregó 5 gotas de reactivo de Dragendorff

Tubo 3: Se agregó 5 gotas de reactivo de Wagner

Tubo 4: Se usó como tubo testigo.

Se usó como solución estándar Papaverina 1%. Durante 2 horas se observó la existencia de precipitados, turbidez o precipitación de complejos en los tubos (Santa Cruz, 1986; Medinilla, 2000).

b. Antraquinonas

Prueba de Bornträger: Se pulverizaron 3 g de material vegetal con 10 mL de etanol al 80%, luego se filtró y se concentró en baño María a 60°C. El residuo se disolvió con 30 mL de agua destilada, se filtró y se extrajo con 2 mL de tolueno. A la fase de tolueno se añadió 1 mL de solución de test de amonio y luego se agitó. Se observó el cambio en la coloración en la fase alcalina, si el color es rojo-rosado el resultado es positivo (Santa Cruz, 1986).

c. Flavonoides y compuestos afines

Se disolvió extracto vegetal en 40 mL de metanol al 80% realizando una solución 1:10. Se dividió en 7 tubos y se procedió de la siguiente forma:

Tubo 1: se agregó 0.5 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Tubo 2: se agregó 3 a 5 gotas de cloruro férrico al 10% p/V.

Tubo 3: se agregó 0.5 mL de ácido clorhídrico concentrado y se calentó en baño de María durante 5 minutos.

Tubo 4: se agregó magnesio metálico y 0.5 mL de ácido clorhídrico concentrado.

Tubo 5: se agregó un álcali (hidróxido de sodio).

Tubo 6: se agregó solución de ácido bórico en anhídrido acético.

Tubo 7: se utilizó como testigo.

Se evaluaron las reacciones, cambios de color y formación de precipitados. El desarrollo inmediato de color indica flavonas y flavonoles (amarillo a rojo), flavanoles (rojo a magenta), flavanonas (rojo, magenta, violeta, azul), isoflavonas (amarillo), isoflavononas, chalconas y auroras no dan coloración (Santa Cruz, 1986; Medinilla, 2000).

d. Taninos

Se homogenizó la solución al 1% del extracto pulverizado. Se rotularon cuatro tubos de ensayo agregando 2.5 mL de la solución a cada uno, seguidamente se procedió:

El tubo 1 se utilizó como testigo

Al tubo 2 se le agregó 5 gotas de solución de gelatina al 1% p/v (0.5 g de gel en 50 mL)

Al tubo 3 se le añadió 4 gotas de gel-sal (1% de gelatina y cloruro de sodio al 10%)

Al tubo 4 se le adicionó 4 gotas de solución de FeCl₃ al 10% p/v

Se observó la formación de precipitado y cambio en coloración (grisáceo-negro: catecol, negro-azulado: pirogalol) (Santa Cruz, 1986; Medinilla, 2000).

e. Saponinas

Prueba de espuma: se rotulan tres tubos, seguidamente, se procedió así:

Tubo 1: agregó 100 mg de material vegetal seco y pulverizado.

Tubo 2: se agregó 2 mL de control de saponinas (estándar de saponinas)

Tubo 3: se agregó 2mL de agua

A cada tubo se le adicionó 10 mL de agua destilada, luego se calentó en baño María a 60°C durante 30 minutos. Se dejó enfriar, se taparon los tubos y se agitaron vigorosamente. Luego se dejaron reposar durante 30 minutos, transcurrido este tiempo se observó la formación de una capa de espuma. La presencia de saponinas se presume si una capa de espuma mayor a 3 cm persiste en la superficie líquida después de 30 minutos. (Santa Cruz, 1986; Medinilla, 2000).

F. Diseño de investigación

1. Tipo de investigación

Se realizó un estudio observacional de tipo descriptivo.

2.Muestra

Las especies en estudio se recolectaron en la Ecoparcela “El Kakawatal” ubicada en el cantón Chiguaxté, municipio de Samayac, departamento de Suchitepéquez, tomando cinco ejemplares al azar de cada especie.

Para *Byrsonima crassifolia* se emplearon muestras de arbustos de diferentes edades: uno, tres, cuatro, cinco, seis, ocho, nueve, diez y once años.

3. Análisis de Resultados

a. Cualitativos

Se describió la observación macroscópica, microscópica, así como se indicó ausencia o presencia de metabolitos secundarios de acuerdo al análisis químico del material vegetal, realizando cuatro réplicas por conveniencia.

Se describieron los hallazgos de los metabolitos secundarios presentes, mediante análisis histoquímicos y análisis mediante cromatografía en capa fina de los extractos vegetales.

b. Cuantitativos

Se realizaron cuatro réplicas de las variables cuantitativas (cenizas totales, porcentaje de humedad) y se establecieron medidas de tendencia central, media, mediana, desviación estándar y rango.

Los resultados se analizaron en forma descriptiva para cada planta, reportándose en textos, dibujos, tablas y fotografías con las características anatomorfológicas e histoquímicas halladas, según se consideró conveniente.

VIII. RESULTADOS

A continuación se describen los principales hallazgos encontrados en el material de estudio para cada una de las especies; en el caso de *Byrsonima crassifolia* se analizó la corteza que constituye la principal materia medicinal y se incluyó, además, hojas y tallos jóvenes; mientras que para *Neurolaena lobata* se analizaron hojas como materia medicinal y se incluyeron tallo y raíces pequeñas.

A. *Byrsonima crassifolia*

1. Recolección y herborización de ejemplares frescos

Se recolectaron ejemplares frescos de *Byrsonima crassifolia* en Ecoparcela El Kakawatal, ubicada en el cantón Chiguaxté, municipio de Samayac, departamento de Suchitepéquez, Guatemala (Altitud 465 msnm, Latitud 14° 28'20.96" N, Longitud 091° 29'46.21" O). De los mismos, se ingresaron cuatro ejemplares en el Herbario de la escuela de Biología (BIGU). El espécimen de la especie *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth posee el número de registro 61737 (Anexo 1).

2. Características macroscópicas y descripción botánica

Árboles de 5 a 10 m, de copa amplia e irregular. La corteza es de textura rugosa, color café en el exterior y coloración rosada o café claro en el interior. Hojas opuestas, de color verde en el haz y de color ocre en el envés; forma ovalada y elíptica con el margen entero, su tamaño varía de entre 4 a 10 cm. Presenta flores en racimos o paniculadas o estrechas de cinco pétalos coloración anaranjado o amarillo y en grupos. Su fruto es una drupa carnosa con una sola semilla de color negro y dura; con olor y sabor astringente y característico (Fotografía 1-4).



Fuente: datos experimentales
Fotografía 1. Hoja de *Byrsonima crassifolia*



Fuente: datos experimentales
Fotografía 2. Tallo delgado de *B. crassifolia*



Fuente: datos experimentales
Fotografía 3. Fruto de *Byrsonima crassifolia*.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 4. Flor de *Byrsonima crassifolia*.

3. Análisis macroscópico y organoléptico de la droga constituido por la corteza.

a. Droga fresca

Se recolectaron cortezas de árboles con diferentes edades que correspondieron a: uno, tres, cuatro, cinco, seis, ocho, nueve, diez y once años; el grosor de las cortezas de uno a cuatro años facilita su manipulación (5mm a 10mm) mientras que las de mayor edad son más gruesas dificultando su manejo.

La corteza fresca se desprende en pedazos rectangulares, posee olor fuerte *sui generis*, sabor terroso, la cara externa posee textura rugosa y color café oscuro, mientras que la interna posee textura fibrosa y color rosado (Fotografía 5).



Fotografía 5. Materia vegetal de la corteza fresca.

b. Droga seca

La materia vegetal seca posee las mismas características en cuanto a olor, sabor y textura que la materia fresca, sin embargo, el color se acentúa siendo rosado fuerte. Los pedazos rectangulares adquieren una forma encorvada hacia el exterior, lo que caracteriza a la droga seca (Fotografía 6).



Fotografía 6. Materia vegetal seca de la corteza.

4. Características micromorfológicas e histológicas

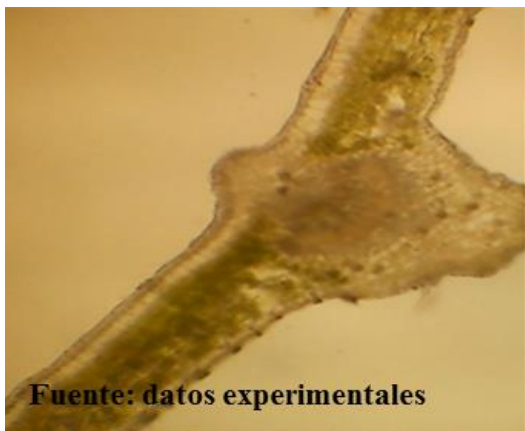
a. Corte transversal de hoja de *Byrsonima crassifolia*

En el corte transversal (CT) de hoja de *Byrsonima crassifolia* se observaron los tejidos vasculares, tejidos fundamentales de sostén y la epidermis con sus respectivos componentes.

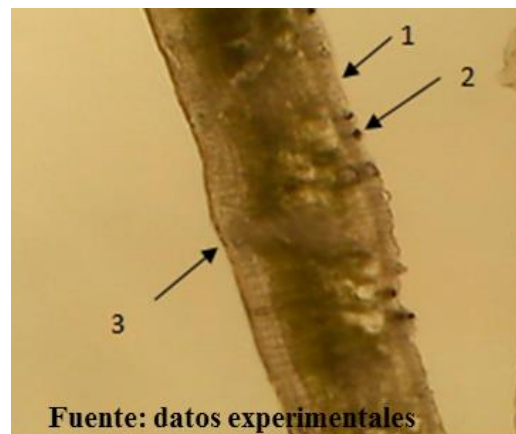
En el CT de mesófilo se observó epidermis adaxial y abaxial, parénquima en empalizada uniestratificado regular con células delgadas de forma rectangular muy altas y gruesa capa de cutícula (Fotografía7-10); seguido de parénquima esponjoso con aspecto y distribución irregular, que presentó aerénquima (Fotografía 11 y 12); estomas en epidermis abaxial a nivel y algunos ligeramente sobre elevados (Fotografía 12 y 14) y cristales de oxalato de calcio en forma de drusas (Fotografía 13).

Los tricomas son unicelulares presentando forma de letra “T” con los brazos arqueados hacia abajo (Fotografía 15 y 16), forma de letra “Y” (Fotografía 17) y tricomas unicelulares con aspecto glanduloso (Fotografía 18 y 19).

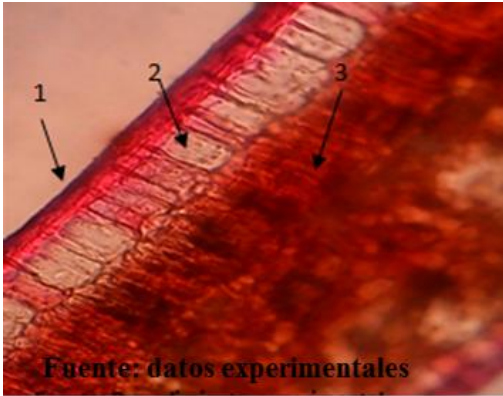
A nivel de nervio medio (Fotografía20 y 21) se observó epidermis adaxial uniestratificada formada por células rectangulares altas con una gruesa capa de cutícula; epidermis abaxial también uniestratificada cuyas células son ligeramente más pequeñas y cutícula más delgada. El haz vascular es biclateral abierto (Fotografía22), el xilema lineal e interno al floema, el haz está rodeado por parénquima de almacenamiento y por 2 a 3 capas de esclerénquima, se observó colénquima de tipo lacunar debajo de ambas epidermis y algunos cristales de oxalato de calcio (Fotografía23 y 24).



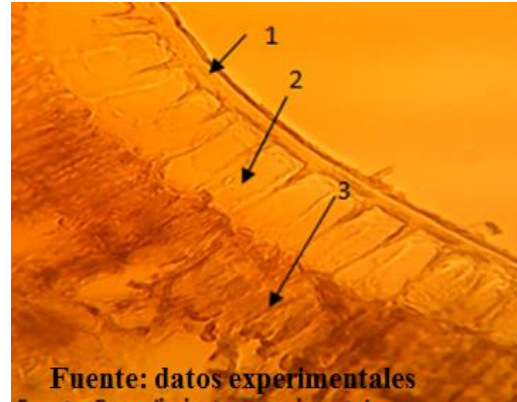
Fuente: datos experimentales
Fotografía 7. Mesófilo y nervio medio. 10 X. Preparación en fresco.



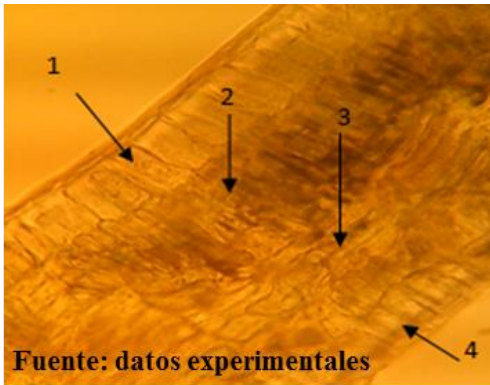
Fuente: datos experimentales
Fotografía 8. Mesófilo. (1) epidermis abaxial (2) estoma (3) epidermis adaxial. 10X. Fresco.



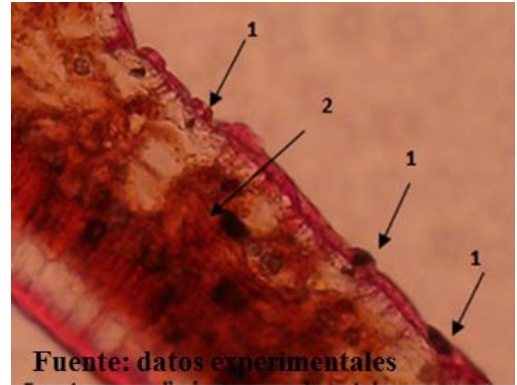
Fuente: datos experimentales
Fotografía 9. Mesófilo. (1) cutícula. (2) epidermis Adaxial uniestratificada (3) parénquima en empalizada 40X. Safranina.



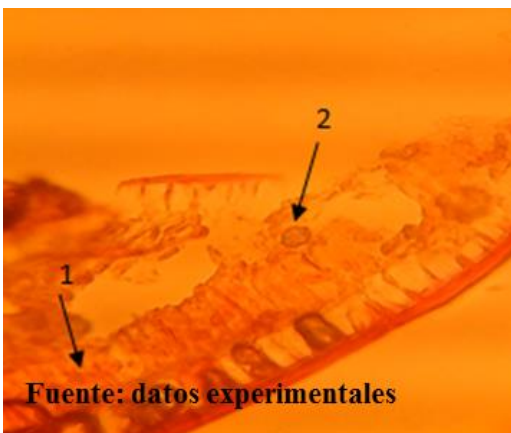
Fuente: datos experimentales
Fotografía 10. Mesófilo. (1) cutícula; (2) epidermis (3) parénquima en empalizada. Safranina. 40X.



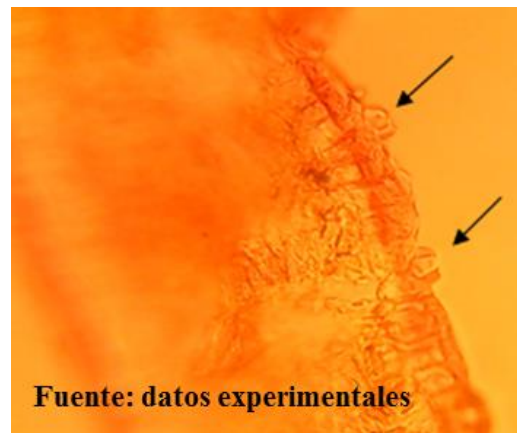
Fuente: datos experimentales
Fotografía 11. Mesófilo. (1) epidermis adaxial (2) parénquima en empalizada (3) parénquima esponjoso (4) epidermis abaxial. 40X. Fresco.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 12. Mesófilo. (1) estomas (2) parénquima esponjoso con espacios de aerénquima. Safranina. 40X.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 13. Mesófilo. (1) parénquima en empalizada (2) drusa de oxalato de calcio. 40X. Safranina.

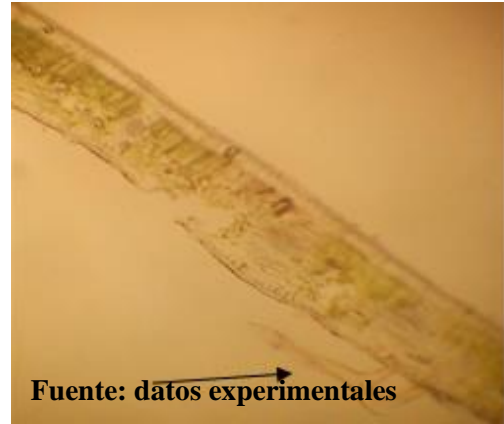


Fuente: datos experimentales
Fotografía 14. Mesófilo. Estomas sobre elevados. 100X. Safranina.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 15.Tricoma en forma de letra “T”. 40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 16.Mesófilo. Tricoma en forma de letra “T”.10X. Fresco.



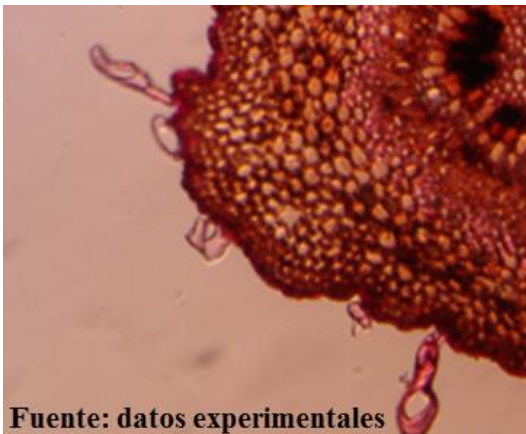
Fuente: datos experimentales

Fotografía 17.Tricoma en forma de letra “Y”. 40X. Fresco.



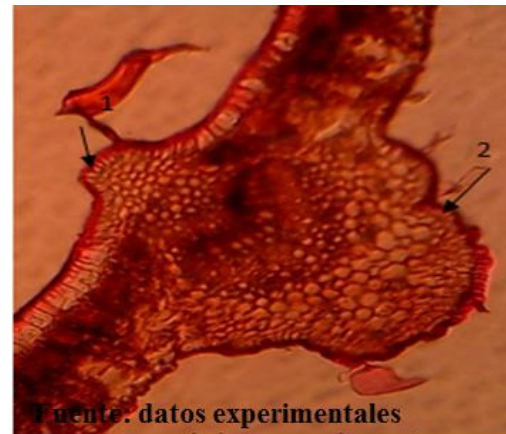
Fuente: datos experimentales

Fotografía 18.Tricoma unicelular glandular. 40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 19.Tricomas de aspecto glanduloso a nivel de nervio medio. 40X. Safranina.

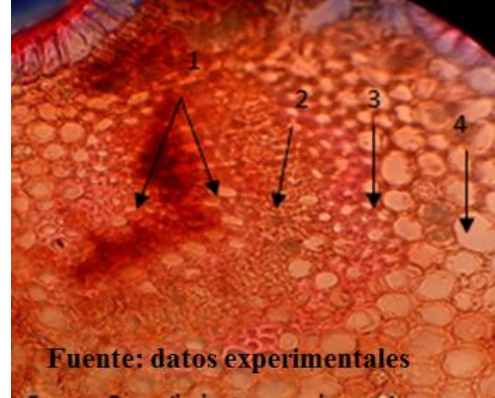


Fuente: datos experimentales

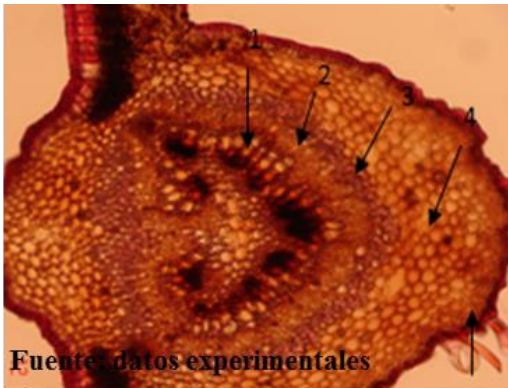
Fotografía 20. Nervio medio. (1) epidermis Adaxial (2) epidermis abaxial. Safranina.10X



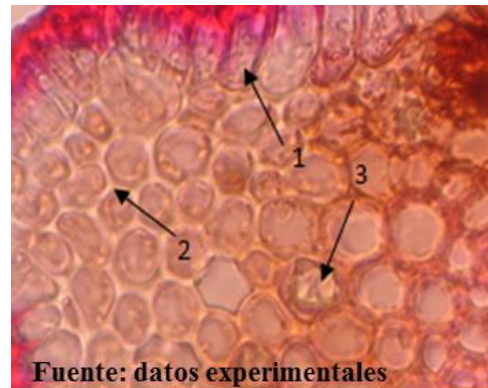
Fotografía 21. Nervio medio. (1) tejido vascular (2) colénquima. 10X.



Fotografía 22. Sistema conductor. (1) xilema (2) floema (3) esclerénquima(4) parénquima 40X. Safranina.



Fotografía 23. Nervio medio. (1) xilema. (2) floema (3) esclerénquima (4) parénquima. (5) colénquima. 40X. Safranina.



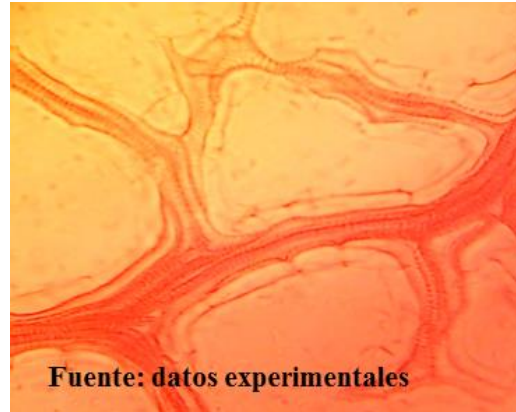
Fotografía 24. (1) epidermis adaxial (2) colénquima (3) cristal de oxalato de calcio. 40X. Safranina.

b. Diafanizado de hoja de *Byrsonima crassifolia*

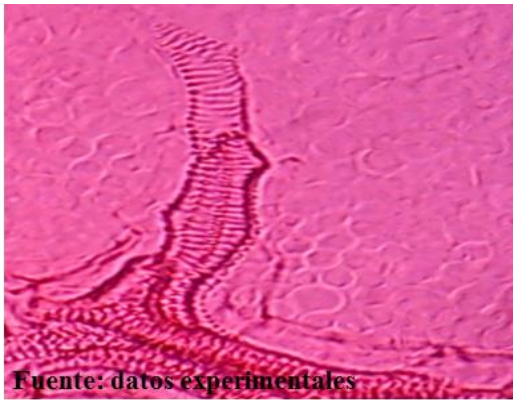
En el diafanizado del limbo foliar se observa que la hoja presenta ápice agudo con margen entero (Fotografía 25), nervadura rodeada por esclereidas (Fotografía 26); se visualizaron elementos del xilema laxo y con puntuaciones en forma de hélice (Fotografía 27 y 28); presenta abundantes cristales de oxalato de calcio en forma de drusas (Fotografía 29). La nervación es abierta y reticulada (Fotografía 30). En la cara abaxial se observa abundantes tricomas unicelulares glandulares y no glandulares (Fotografía 31-33); dicha epidermis está formada por células de forma regular y pared gruesa; las bases de tricomas se conforman por cinco células con disposición radial respecto al tricoma (Fotografía 34-36), el complejo estomático es paracítico, con células oclusivas y células acompañantes o subsidiarias que presentan eje longitudinal paralelo a la apertura del estoma (Fotografía 37 y 38).



Fuente: datos experimentales
Fotografía 25. (1) ápice y margen entero. 40X. Safranina.



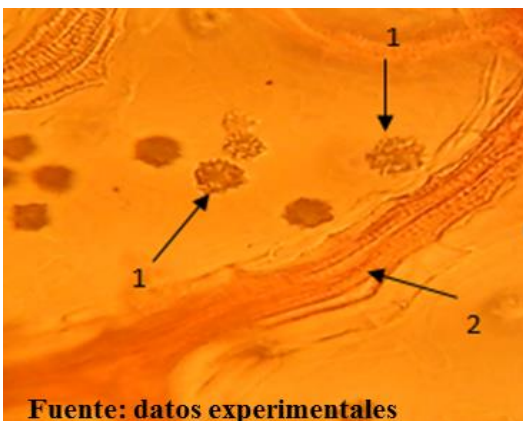
Fuente: datos experimentales
Fotografía 26. Nervadura rodeada de esclereidas. 40X. Safranina.



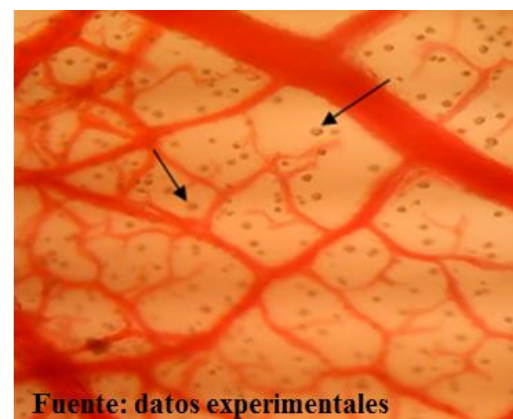
Fuente: datos experimentales
Fotografía 27. Xilema con puntuación en forma de hélice. 100X. Safranina.



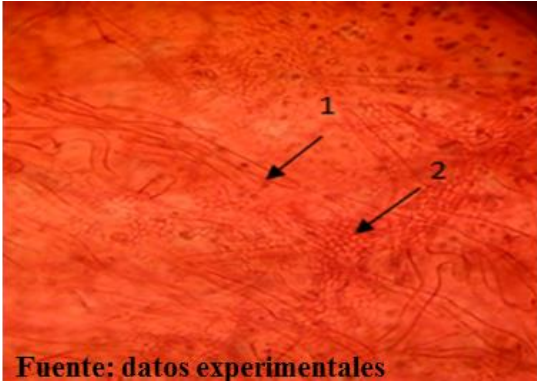
Fuente: datos experimentales
Fotografía 28. Xilema helicoidal laxa. 100X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 29. (1) drusas de oxalato de calcio (2) conducto vascular. 40X. Safranina.



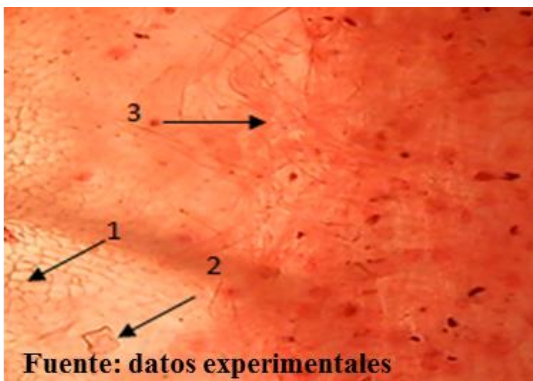
Fuente: datos experimentales
Fotografía 30. Nervación abierta y reticulada. Cristales de oxalato de calcio. 40X. Safranina



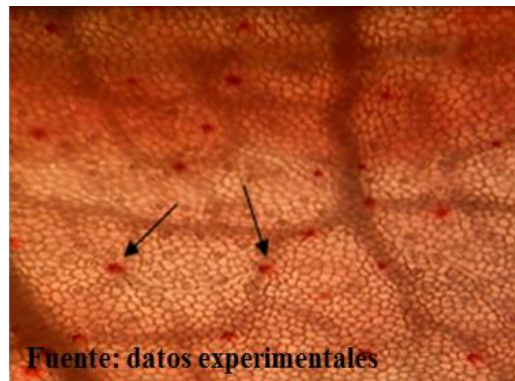
Fuente: datos experimentales
Fotografía 31.(1)tricoma unicelular(2) células parenquimáticas. 40X. Safranina.



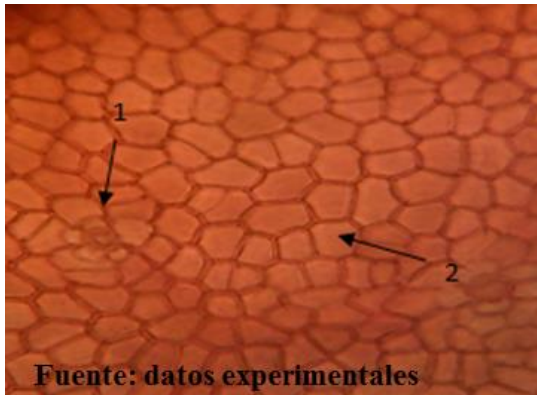
Fuente: datos experimentales
Fotografía32. Tricoma unicelular. 40X. Safranina.



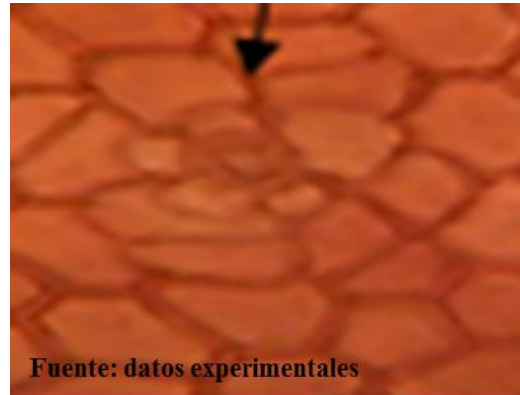
Fuente: datos experimentales
Fotografía 33.(1) células epidérmicas (2) cristal de Oxalato de calcio (3) Tricoma unicelular. 40X. 40X. Safranina.



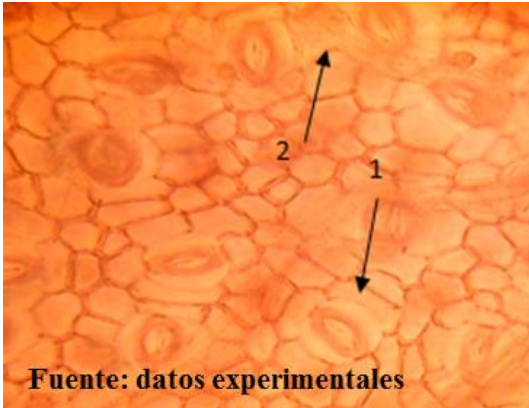
Fuente: datos experimentales
Fotografía 34.Epidermis abaxial. Base de tricoma. 10X. Safranina



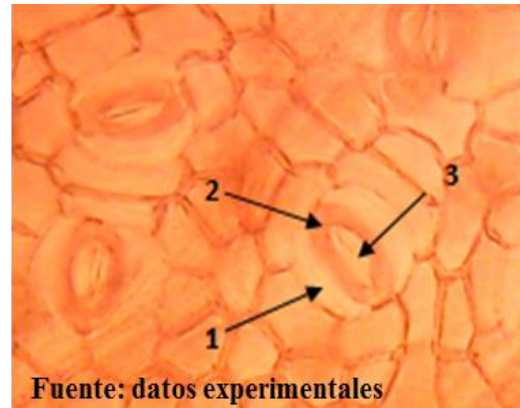
Fuente: datos experimentales
Fotografía 35. Epidermis abaxial. (1) base de tricoma (2) células del clorénquima. 40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 36. Epidermis abaxial. Base de tricoma. 100X. Safranina.



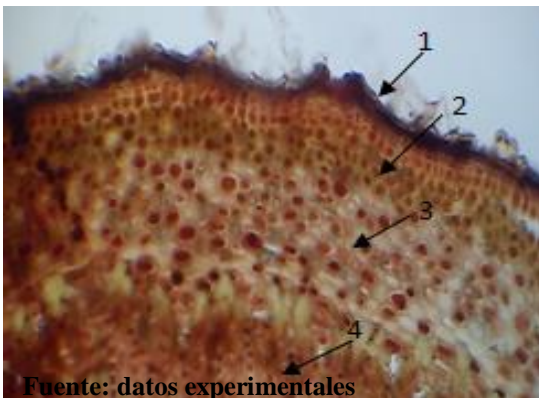
Fuente: datos experimentales
Fotografía 37. (1) Estoma paracítico (2) Elemento traqueal. 40X. Safranina.



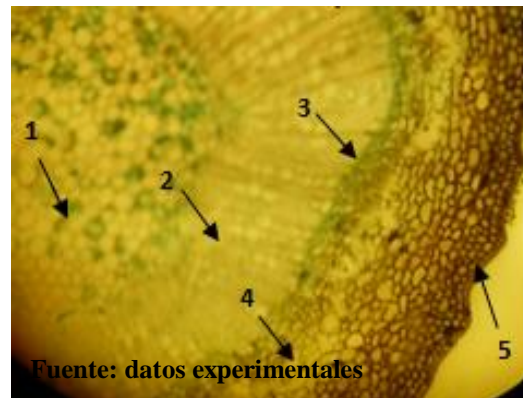
Fuente: datos experimentales
Fotografía 38. Complejo estomático (1) células acompañantes (2) células oclusivas (3) osteolo. 40X. Safranina.

c. Corte transversal de tallo delgado de *Byrsonima crassifolia*

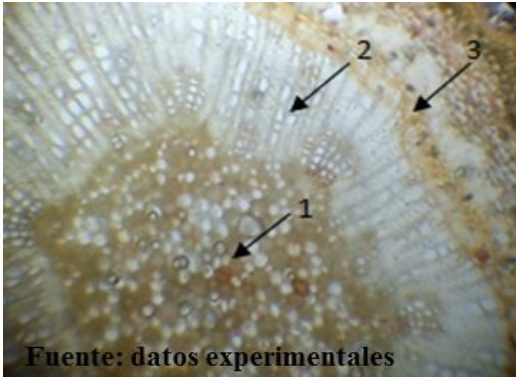
Se observó que la estela del tallo es de tipo sifonostela, presentando una distribución de haces vasculares concéntricos perifloemáticos y con médula parenquimática. (Fotografía 39-42). También se observaron células de corcho, cristales de oxalato y parénquima medular (Fotografía 43-48).



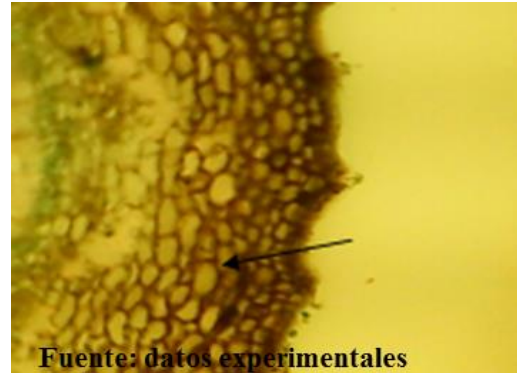
Fuente: datos experimentales
Fotografía 39. Tallo de *Byrsonima crassifolia*. 40X. Fresco.



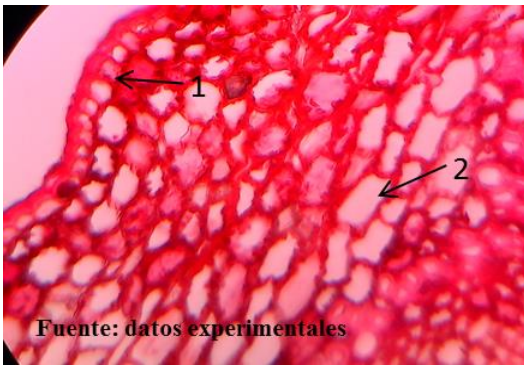
Fuente: datos experimentales
Fotografía 40. (1) Parénquima medular (2) Xilema (3) Floema (4) Esclerenquima (5) Epidermis. 10X. Fresco.



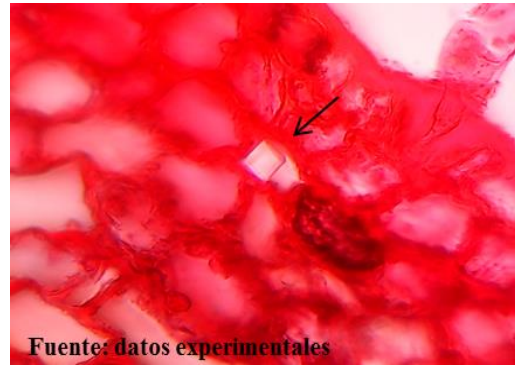
Fuente: datos experimentales
Fotografía 41. (1) parénquima medular (2) xilema (3) floema. 40X. Fresco.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 42. Células de corcho. 40X. Fresco.



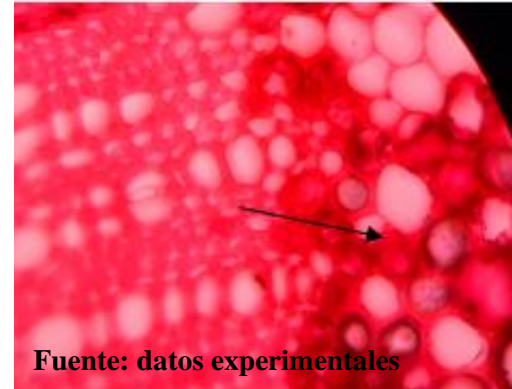
Fuente: datos experimentales
Fotografía 43. (1) Epidermis (2) células de corcho. 100X. Safranina.



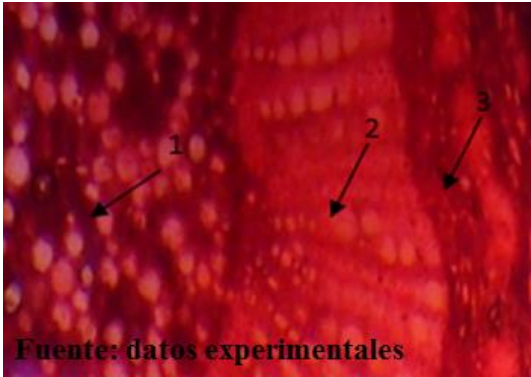
Fuente: datos experimentales
Fotografía 44. Cristal de oxalato de calcio. 100X. Safranina.



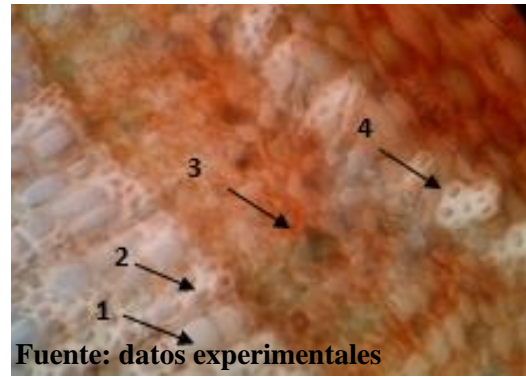
Fuente: datos experimentales
Fotografía 45. (1) xilema (2) floema (3)esclerénquima 100X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 46. Células de medula parenquimática. 100X. Safranina.



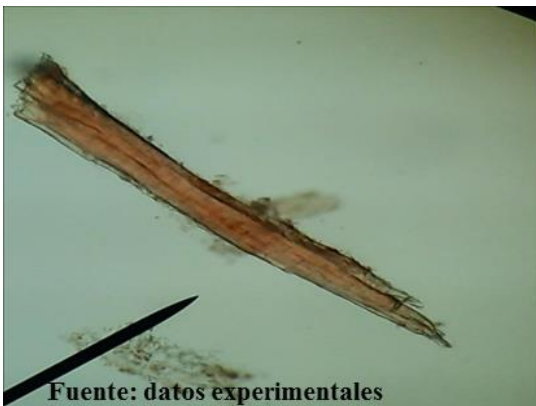
Fuente: datos experimentales
Fotografía 47. (1) parénquima medular (2) xilema (3) floema. 40X. Safranina.



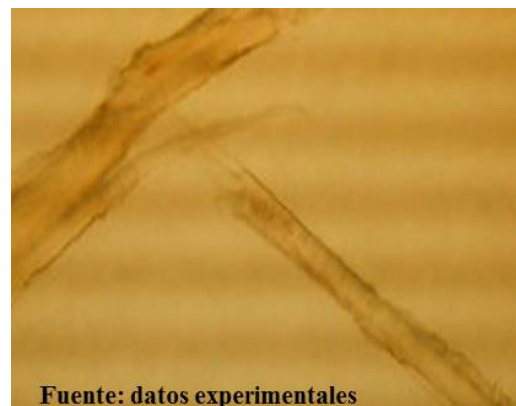
Fuente: datos experimentales
Fotografía 48. (1) haces del xilema (2) metaxilema (3) floema (4) esclereidas. 100X. fresco.

d. Disociado de corteza de *Byrsonima crassifolia*

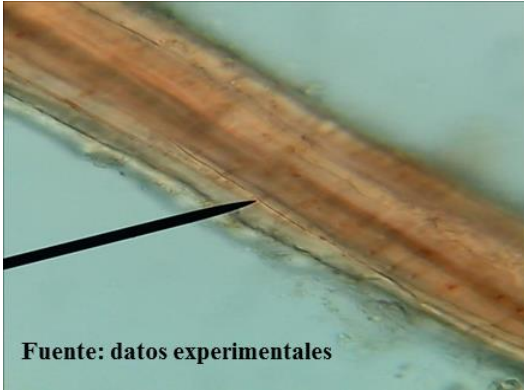
En el disociado de la corteza se observaron las siguientes estructuras: fibras del esclerénquima en gran abundancia (Fotografía 49-51); fibras xílicas (Fotografía 52); fibras septadas (Fotografía 53); fibrotraqueida (Fotografía 54); células del parénquima, células del colénquima con mayor tamaño y pared gruesa (Fotografía 55-58); células con almidón (Fotografía 56) braquiesclereidas (Fotografía 59-61); macrosclereidas (Fotografía 62-64).



Fuente: datos experimentales
Fotografía 49. Fibra de esclerénquima. 10X. Fresco.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 50. Fibra de esclerénquima. 10X. Safranina.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 51. Fibra de esclerénquima septada. 40X. Fresco.



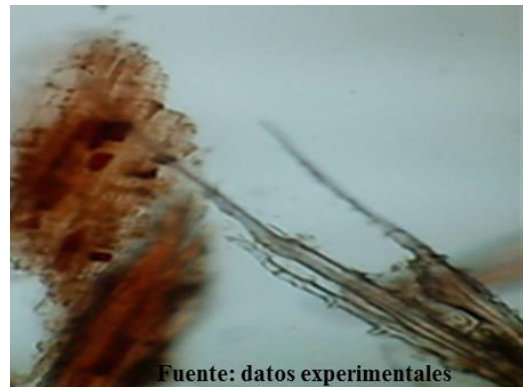
Fuente: datos experimentales

Fotografía 52. Fibras xílicas. 40X. Safranina.



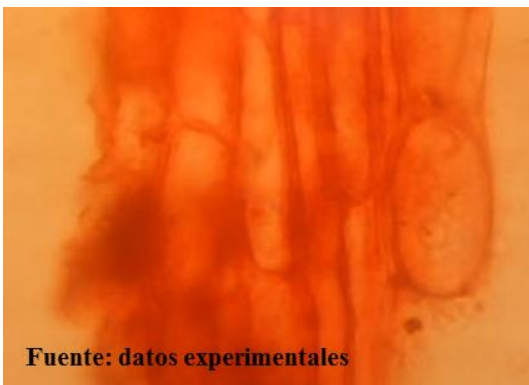
Fuente: datos experimentales

Fotografía 53. Fibra septada. 40X. Fresco.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 54. Fibrotracheida. 40X. Fresco.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 55. Células del parénquima. 40X. Safranina. Safranina.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 56. Células parenquimáticas con 40X. Safranina.



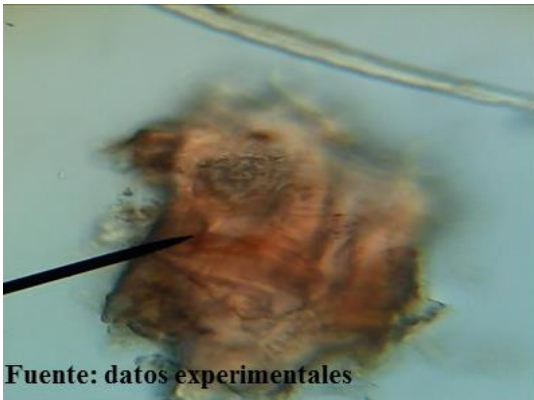
Fuente: datos experimentales

Fotografía 57. Células parenquimáticas y células de colénquima. 40X. Safranina.



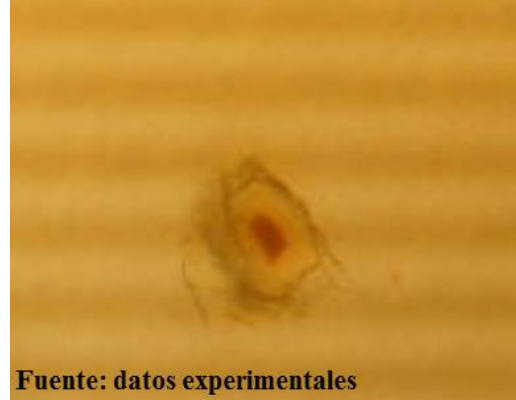
Fuente: datos experimentales

Fotografía 58. Conjunto de células del parénquima en vista frontal. 40X. Safranina.



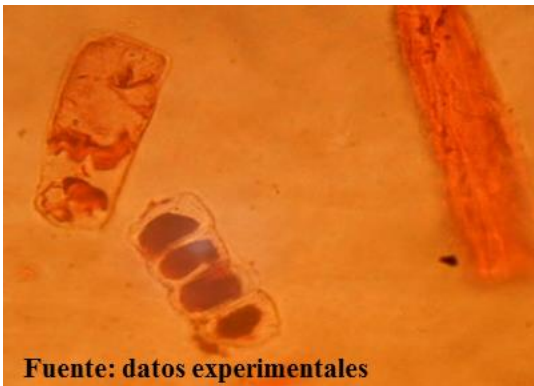
Fuente: datos experimentales

Fotografía 59. Grupo de esclereidas. 100X. Safranina



Fuente: datos experimentales

Fotografía 60. Esclereida. 40X. Safranina.



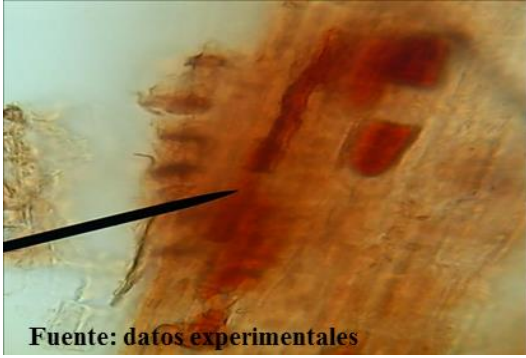
Fuente: datos experimentales

Fotografía 61. Células tánicas (idioblastos). 40X. Safranina.

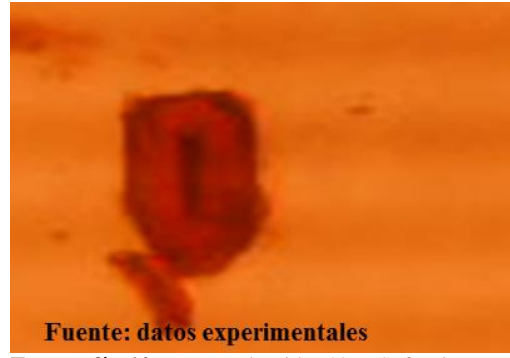


Fuente: datos experimentales

Fotografía 62. Macrosclereida. 40X. Fresco.



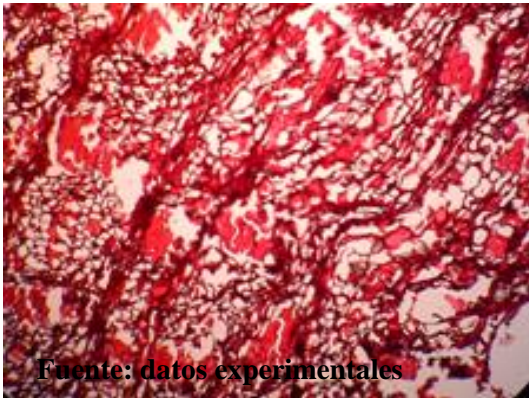
Fuente: datos experimentales
Fotografía 63.Células del parénquima con pigmento 40X. Fresco.



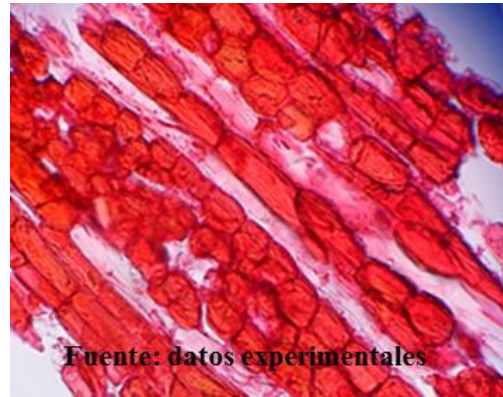
Fuente: datos experimentales
Fotografía 64.Macroesclereida. 40X. Safranina.

e. Corte transversal de corteza de *Byrsonima crassifolia*

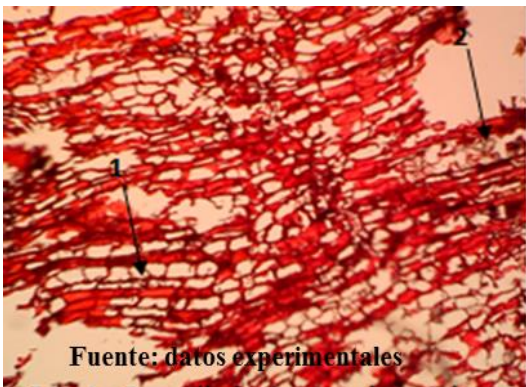
Al emplearla técnica de corte con micrótopo se observó gran cantidad de células de corcho súber (Fotografía 65 y 66), fibrotraqueidas (Fotografía 67 y 68) fibras septadas (Fotografía 69 y 70), cristales de oxalato de calcio, presentándose en forma individual o en conjunto (Fotografía 71-72), esclereidas (Fotografía 73 y 74).



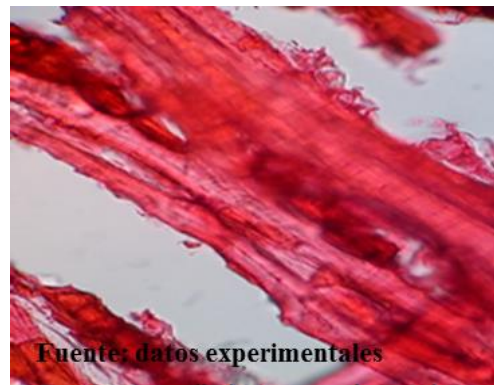
Fuente: datos experimentales
Fotografía 65.Corteza. Células de corcho. 10X. Safranina.



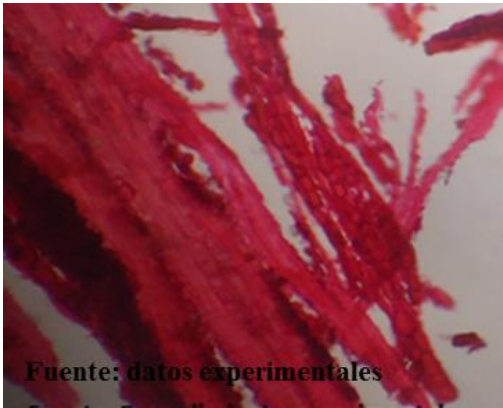
Fuente: datos experimentales
Fotografía 66. Células de corcho. 40X. Safranina.



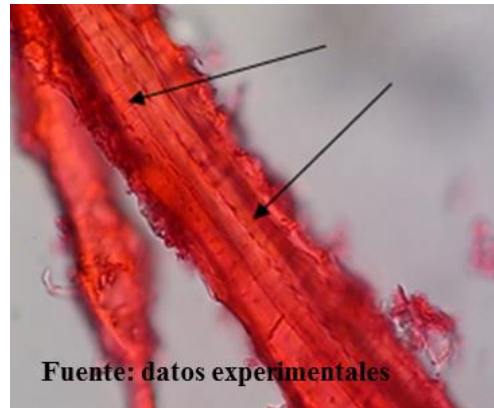
Fuente: datos experimentales
Fotografía 67.Corteza. (1) fibrotraqueidas (2) cristales de oxalato de calcio. 10X. Safranina.



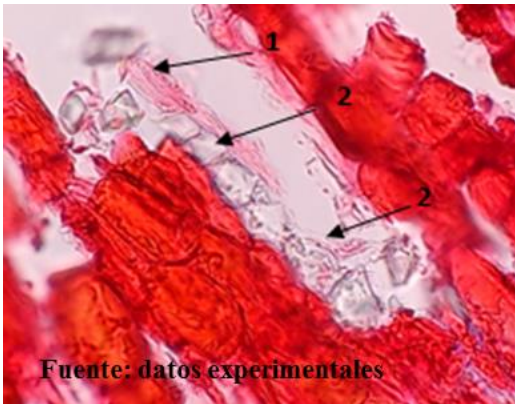
Fuente: datos experimentales
Fotografía 68.Fibrotraqueidas. 100X. Safranina.



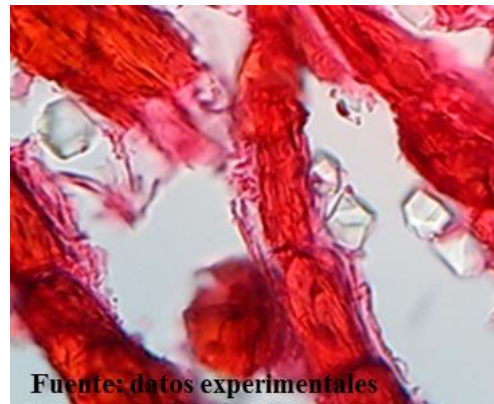
Fuente: datos experimentales
Fotografía 69. Fibras de la corteza. 40X. Safranina.



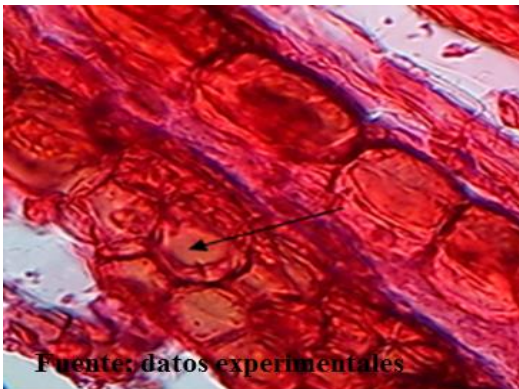
Fuente: datos experimentales
Fotografía 70. Fibra septada. 100X. Safranina.



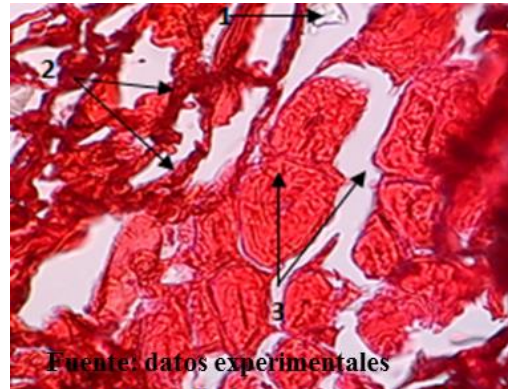
Fuente: datos experimentales
Fotografía 71.(1) Fibras. (2) Acúmulo de cristales de oxalato de calcio. 40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 72. (1) Cristal de oxalato de calcio.40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 73. Esclereidas. 100X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 74. Esclereidas. 40X. Safranina.

B. *Neurolaena lobata*

1. Recolección y herborización de ejemplares frescos

Se recolectaron ejemplares frescos de *Neurolaena lobata* en Ecoparcela El Kakawatal, ubicada en el cantón Chiguaxté, municipio de Samayac, departamento de Suchitepéquez, Guatemala (Altitud 465 msnm, Latitud 14° 28'20.96" N, Longitud 091° 29'46.21" O). De los mismos, se ingresaron 4 ejemplares en el Herbario de la escuela de Biología (BIGU). El espécimen de *Neurolaena lobata* (L.) Cass., posee el número de registro 61737 (Anexo No. 1).

2. Características macroscópicas y descripción botánica

Es una hierba erecta, con tallos estriados y pubescentes. Sus hojas son sésiles o con peciolo muy corto, con disposición alterna, acuminadas o agudas, dentadas; la mayoría de hojas presentan forma trilobada (tres lóbulos claramente diferenciados) y en menor proporción, hojas con forma recta, el rango del largo de las hojas fue de 5 a 25 cm. La nerviación es reticulada presentando un nervio central recto del que se desarrollan venas en forma pinnada. Su inflorescencia es corimbo-paniculada; las corolas presentan color amarillo y anaranjado (Fotografías 75-77).



Fotografía 75. Inflorescencia corimbo-paniculada.



Fotografía 76. Hojas con forma trilobada.



Fuente: Datos experimentales

Fotografía 77. Arbusto. Hojas trilobadas grandes.

3. Análisis macroscópico y organoléptico de la droga constituida por la hoja

a. Droga fresca

Las hojas poseen olor suave con sensación dulce; el sabor es amargo, textura áspera, el color en el haz es verde oscuro mientras que el envés es verde olivo (Fotografías 78 y 79).



Fuente: datos Fuente: datos

Fotografía 78. Haz de la hoja de *Neurolaena lobata*.



Fuente: datos experimentales

Fotografía 79. Envés de hoja de *Neurolaena lobata*.

b. Droga seca

Las hojas poseen olor suave sin sensación alguna; el sabor es muy amargo, la textura es áspera, son quebradizas al tacto. El color en el haz es verde oscuro mientras que en el envés es verde olivo (Fotografía 80). Se depositaron tres muestras de droga seca en la

colección de droga vegetal seca del Departamento de Citohistología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (anexo No.2).



Fuente: datos experimentales

Fotografía 80. Materia vegetal seca de *Neurolaena lobata*.

4. Características micromorfológicas e histológicas

a. Corte transversal de hoja de *Neurolaena lobata*

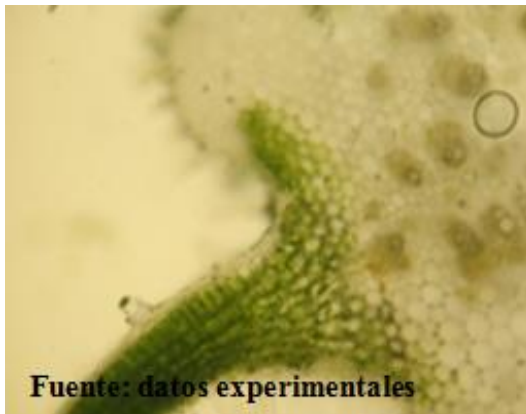
En los cortes transversales (CT) de hoja de *Neurolaena lobata* se apreció la disposición de los tejidos fundamentales, vasculares y epidermis.

En el limbo foliar se observó que la hoja es dorsiventral; la epidermis foliar, adaxial y abaxial, es uniestratificada presentando células de forma cuadrangular con una capa delgada de cutícula; la epidermis adaxial es más homogénea que la abaxial, cuyas células son irregulares y de menor tamaño (Fotografías 81 y 83).

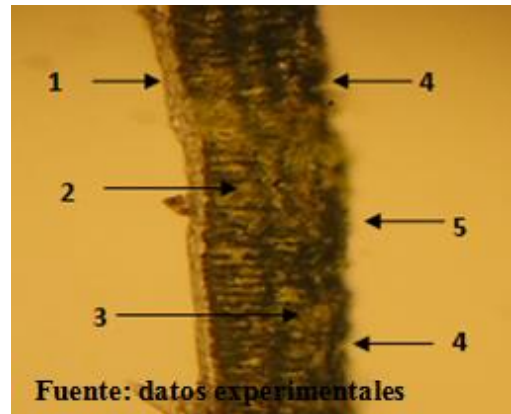
El parénquima en empalizada es uniestratificado con células alargadas, rectangulares y con arreglo compacto (Fotografías 82 y 83); el parénquima esponjoso con aspecto y distribución irregular; en dicho parénquima se observaron gotas de aceites esenciales (Fotografía 84). Los tricomas observados son glandulares y tectores. En la epidermis abaxial se identificaron tricomas tectores osteolados pluricelulares formados por 4 a 9 células y tricomas glandulares osteolados pluricelulares en menor proporción, formados por 4 a 5 células (Fotografías 85-88), tricomas glandulares pluricelulares colectores formados por 2 o 3 células (Fotografía 85 y 86), tricomas osteolados con cistolito (Fotografía 89) tricomas glandulares con pedicelo multicelular y cabezuela unicelular (Fotografías 90-92).

La epidermis adaxial presentó principalmente tricomas osteolados formados por un número menor de células que los encontrados en la epidermis abaxial, comparativamente (Fotografía 93), la base de tricomas osteolados está formada por alrededor de 10 células, más elevadas respecto a las cercanas (Fotografía 94).

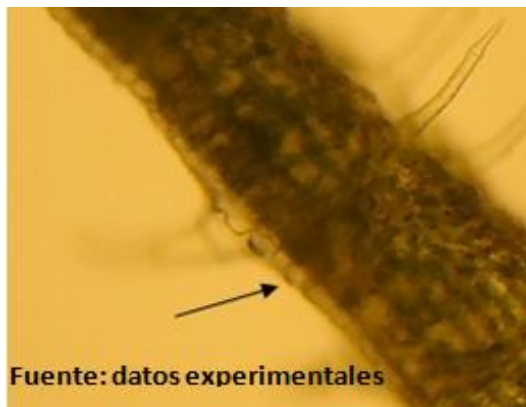
A nivel de nervio central (Fotografía 95) se observó epidermis abaxial, tejido fundamental y tejido vascular; la epidermis abaxial es uniestratificada (Fotografía 96); el colénquima es angular y el parénquima es de almacenamiento (Fotografías 97-100); en éste último se apreció la presencia de ductos secretores (Fotografía 98). El haz vascular presento forma biclateral abierto (Fotografía 101), el xilema se encuentra en forma lineal e internamente al floema (Fotografía 102).



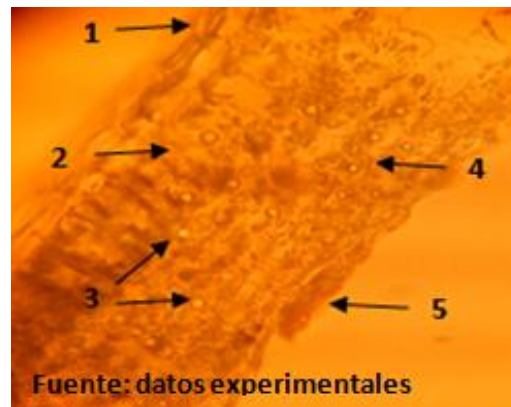
Fuente: datos experimentales
Fotografía 81. Mesófilo. 40X. Fresco.



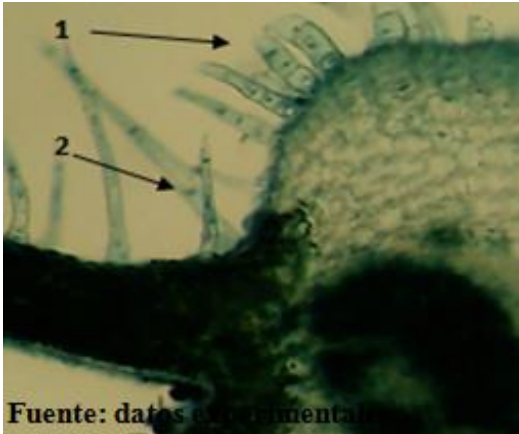
Fuente: datos experimentales
Fotografía 82. Mesófilo. (1) epidermis adaxial (2) parénquima en empalizada (3) parénquima esponjoso (4) estomas. (5) epidermis abaxial. 10X. Fresco



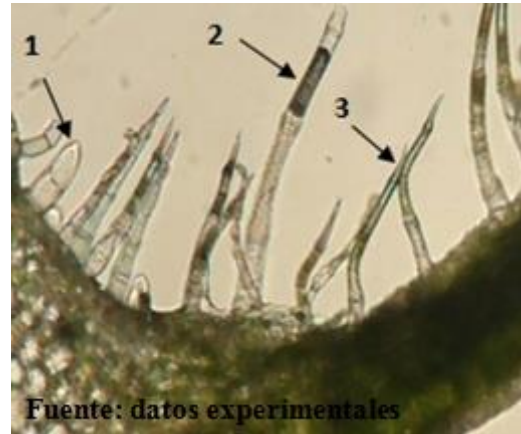
Fuente: datos experimentales
Fotografía 83. Mesófilo. (1) epidermis adaxial uniestratificada y cutícula delgada. 40X. Fresco.



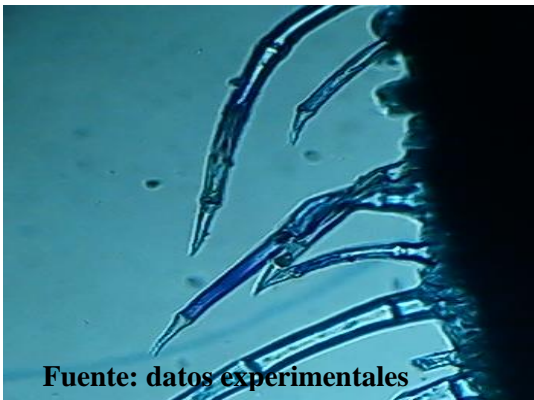
Fuente: datos experimentales
Fotografía 84. Mesófilo. (1) epidermis adaxial (2) parénquima en empalizada (3) aceites (4) parénquima esponjoso (5) epidermis abaxial. 40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 85. (1) Tricomas glandulares pluricelulares. (2) tricomas osteolados. 40X. Fast Green-colorante.



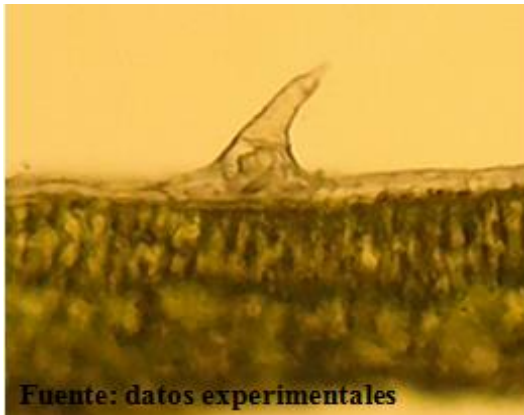
Fuente: datos experimentales
Fotografía 86. Tricomas. (1) glandular colector (2) osteolado glandular (3) osteolado no glandular. 40X. Fresco.



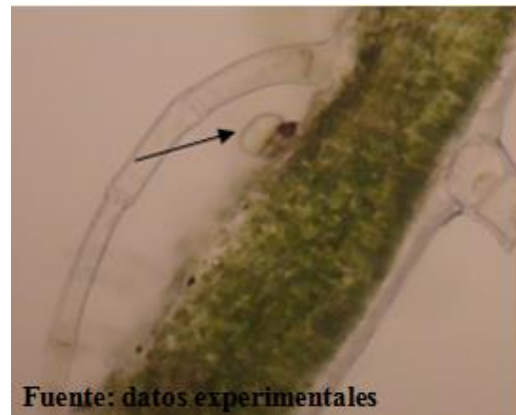
Fuente: datos experimentales
Fotografía 87. Mesófilo. Tricomas osteolados, pluricelulares. 40X. Azul de cresil.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 88. Tricoma osteolado verrucoso. 40X. Fresco.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 89. Tricoma osteolado con cistolito en epidermis adaxial. 40X. Fresco.

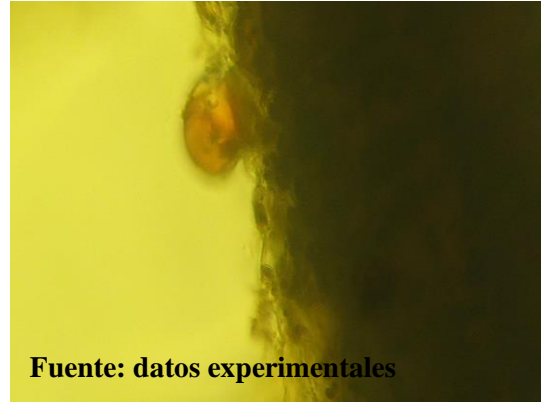


Fuente: datos experimentales
Fotografía 90. Tricoma glandular con pedicelo multicelular y cabezuela. 40 X. Fresco.



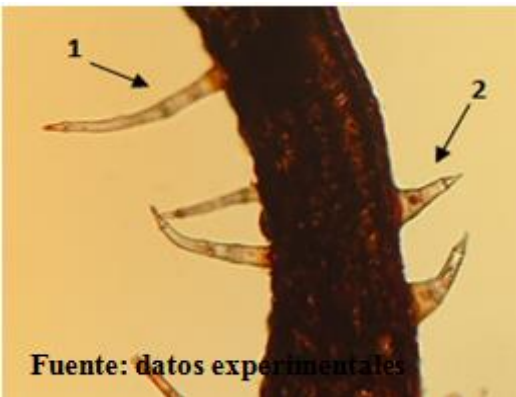
Fuente: datos experimentales

Fotografía 91. Tricoma glandular en epidermis abaxial 40X. Fresco.



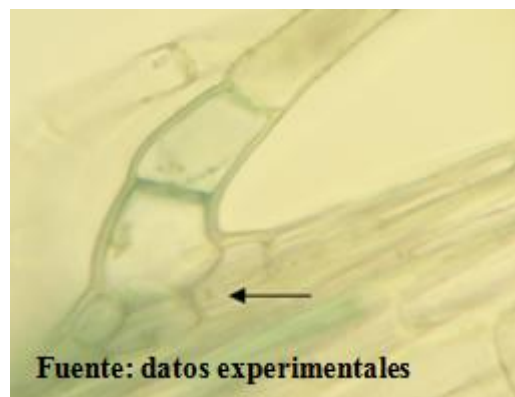
Fuente: datos experimentales

Fotografía 92. Tricoma glandular con cabezuela. 40X. Lugol.



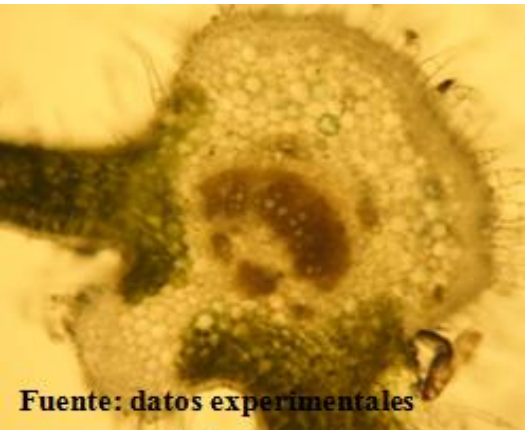
Fuente: datos experimentales

Fotografía 93. Tricomas osteolados en: (1) epidermis abaxial. (2) epidermis adaxial. 40X. Sudan IV.



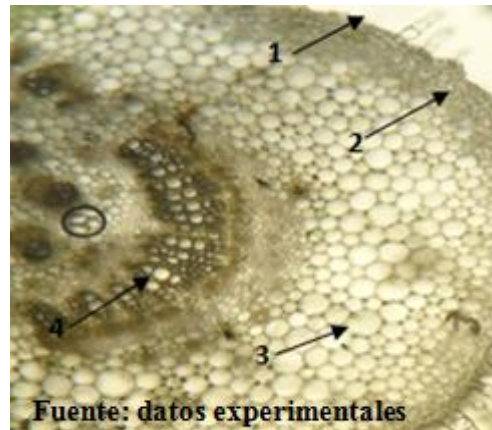
Fuente: datos experimentales

Fotografía 94. Base de tricoma pluricelular. 10X. Fast Green.



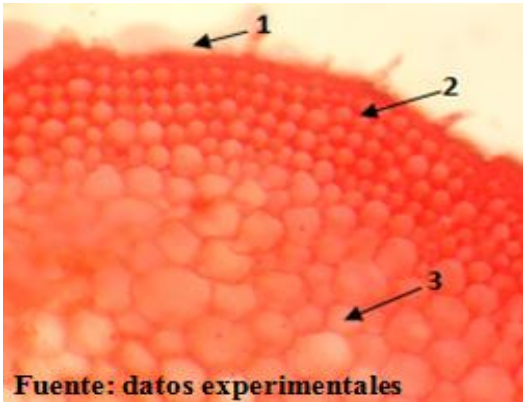
Fuente: datos experimentales

Fotografía 95. Nervio central. 10X. Fresco.

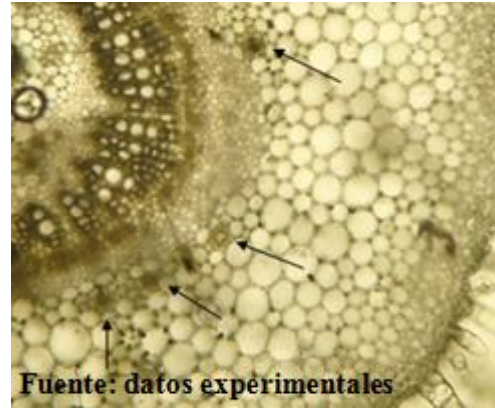


Fuente: datos experimentales

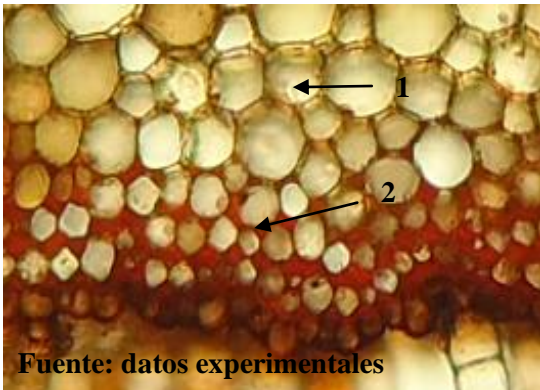
Fotografía 96. Nervio central. (1) epidermis (2) colénquima (3) parénquima (4) haces vasculares. 40X. Fresco.



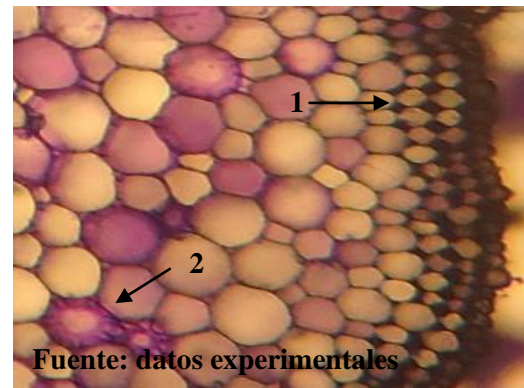
Fuente: datos experimentales
Fotografía 97. Nervio central. (1) epidermis (2) colénquima angular (3) parénquima. 100X. Safranina.



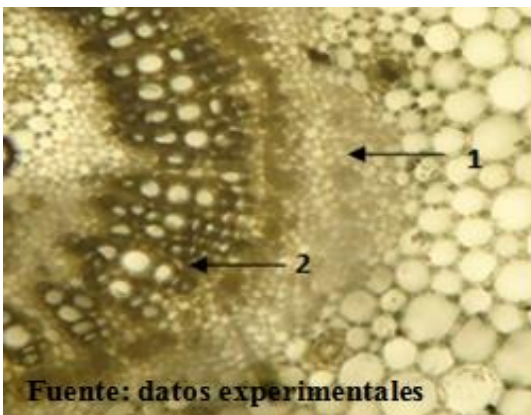
Fuente: datos experimentales
Fotografía 98. Parénquima. Ducto colector. 40X. Fresco.



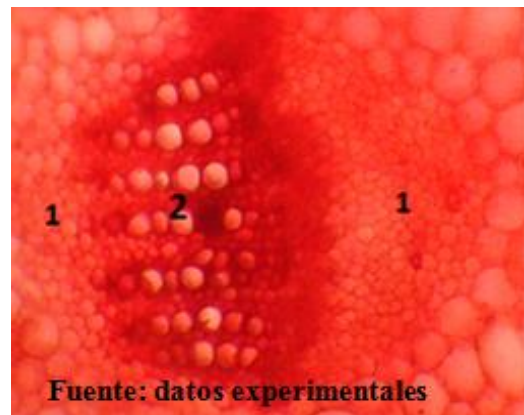
Fuente: datos experimentales
Fotografía 99. (1) Parénquima. (2) Colénquima angular. 40X. Sudán IV.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 100. (1) Colénquima angular (2) esclereidas. 40X. Azul de cresil.



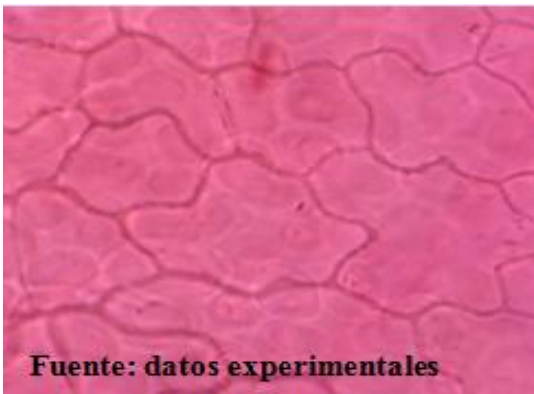
Fuente: datos experimentales
Fotografía 101. Sistema vascular. (1) Floema (2) xilema. 40X. Safranina.



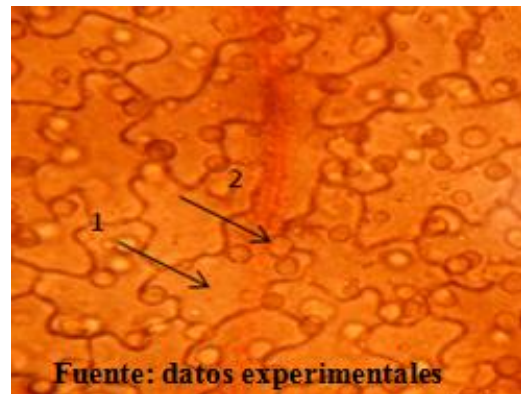
Fuente: datos experimentales
Fotografía 102. (1) Floema (2) xilema. 40X. Safranina.

b. Diafanizado de la hoja de *Neurolaena lobata*

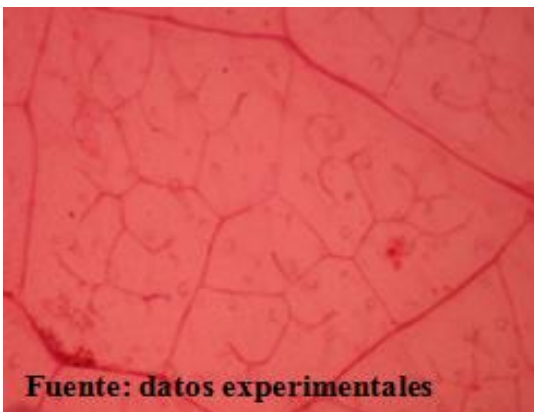
Ambas epidermis, abaxial y adaxial, se encuentran compuestas por células de forma irregular con bordes sinuosos, (Fotografías 103 y 104); la venación es reticulada y abierta (Fotografía 105), posee traqueidas con disposición helicoidal (Fotografía 106). Se visualizaron elementos del xilema con disposición helicoidal laxa; en forma de tráquea (Fotografías 107 y 108). La epidermis abaxial presentó abundantes tricomas pluricelulares glandulares y no glandulares de tipo osteolado (Fotografías 109-111 y 116). En el haz se observaron bases de tricomas conformadas por diez a trece células en disposición radial (Fotografía 112-115). Los estomas observados en el envés son de tipo anomocítico, no presentan células subsidiarias, únicamente células oclusivas (Fotografía 117 y 118).



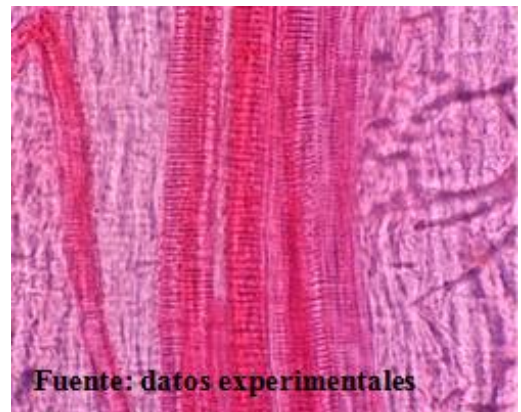
Fotografía 103. Epidermis adaxial. 40X. Safranina.



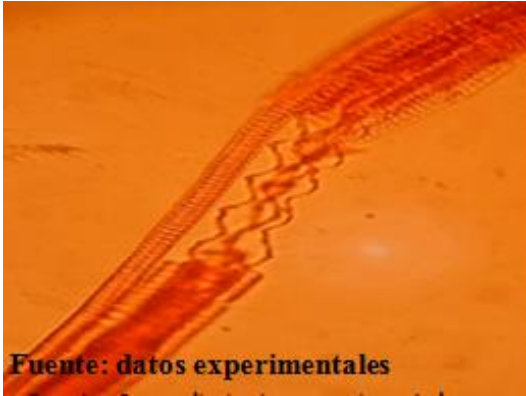
Fotografía 104. (1) Epidermis abaxial (2) células de contorno sinuoso. 40X. Safranina.



Fotografía 105. Venación reticulada y abierta. 40X. Safranina.



Fotografía 106. Nervio central. Traqueida con puntuación en forma de hélice. 40X. Safranina.



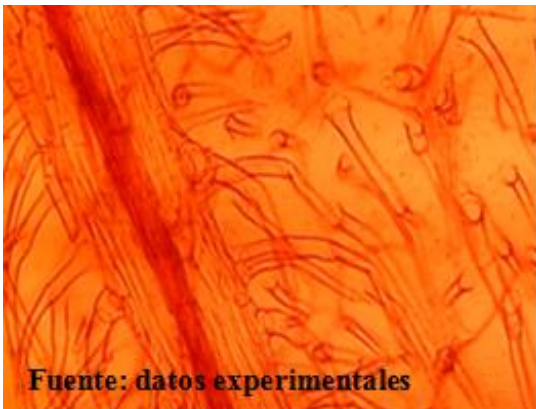
Fuente: datos experimentales

Fotografía 107. Xilema helicoidal laxa. 40X. Safranina.



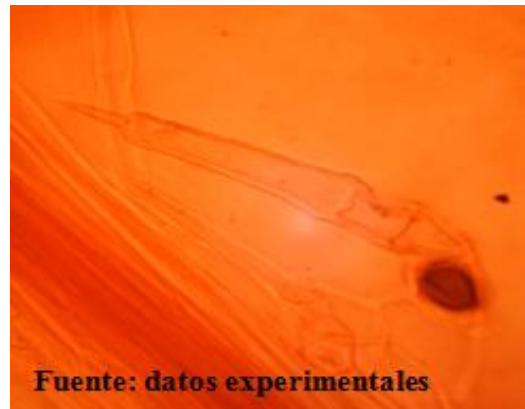
Fuente: datos experimentales

Fotografía 108. Tricomos pluricelulares. 40X. Safranina.



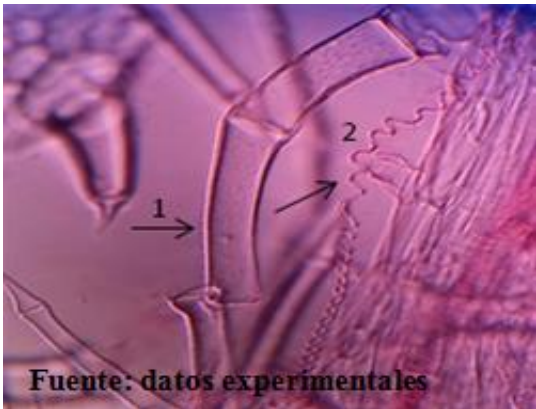
Fuente: datos experimentales

Fotografía 109. Tricoma pluricelular. 40X. Safranina.



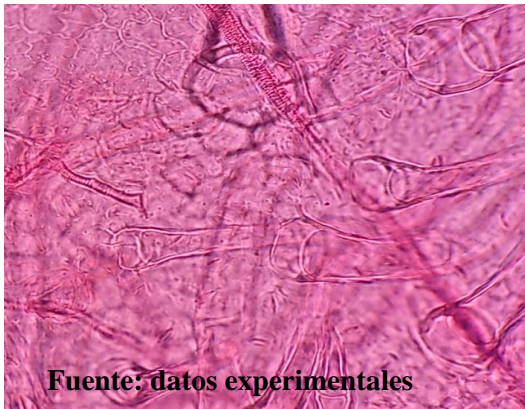
Fuente: datos experimentales

Fotografía 110. Tricoma pluricelular osteolado glandular. 40X. Safranina.



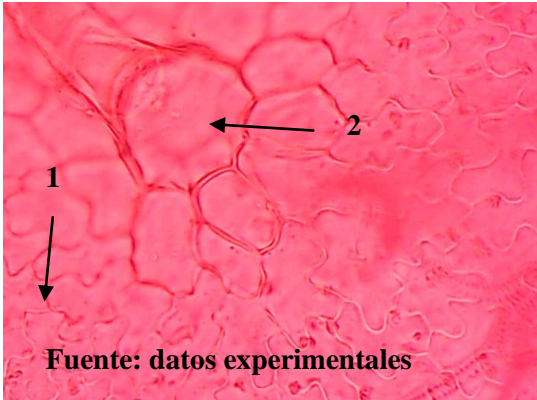
Fuente: datos experimentales

Fotografía 111. (1) Tricoma pluricelular. (2) xilema helicoidal. 40X. Safranina.

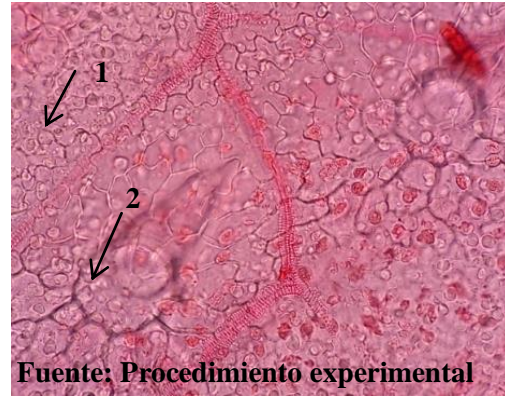


Fuente: datos experimentales

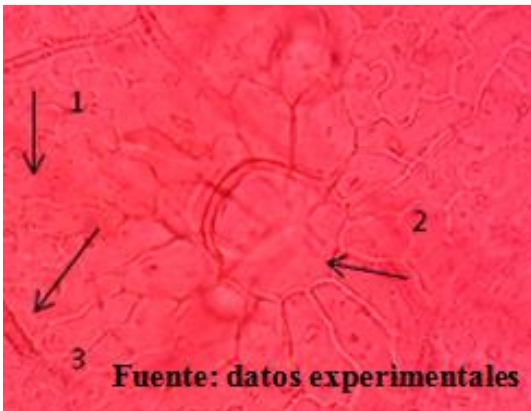
Fotografía 112. Bases de tricoma. 40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 113. (1) células de la epidermis (2) base de tricoma. 40X. Safranina.



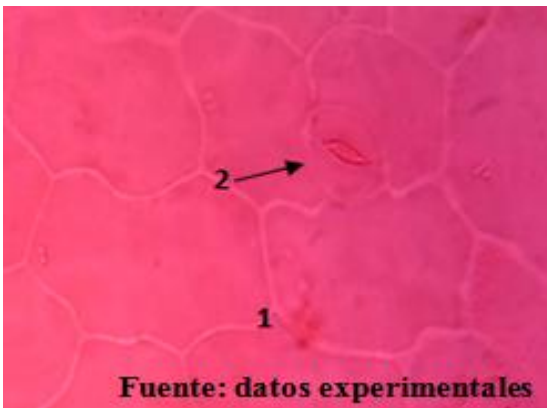
Fuente: Procedimiento experimental
Fotografía 114. (1) células de la epidermis adaxial (2) base de tricoma. 40X. Safranina.



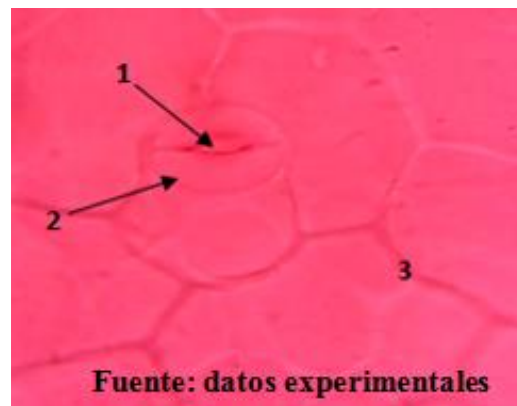
Fuente: datos experimentales
Fotografía 115. (1) células de epidermis. (2) base de tricoma. (3) elemento traqueal. 40X. Safranina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 116. (1) tricoma. (2) complejo estomático. 40X. Safranina.



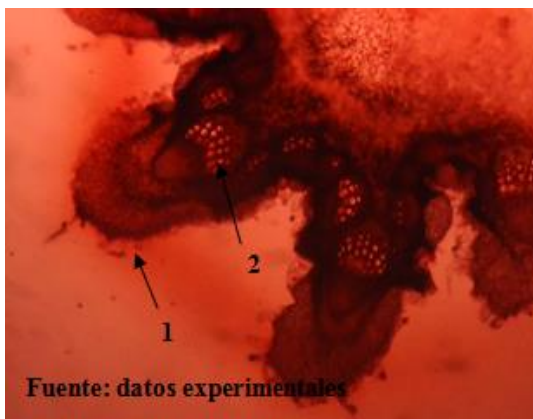
Fuente: datos experimentales
Fotografía 117. (1) células de la epidermis abaxial (2) estoma anomocítico. 40X. Safranina.



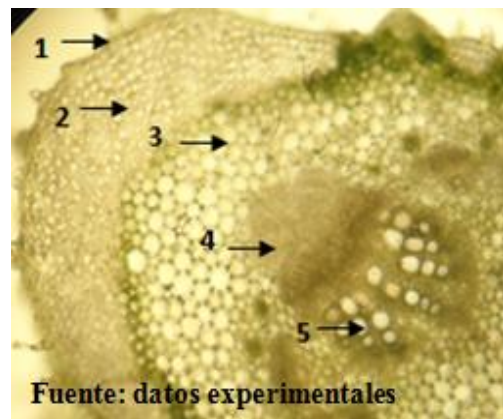
Fuente: datos experimentales
Fotografía 118. Complejo estomático. (1) ostíolo (2) Células oclusivas. (3) Epidermis abaxial. 100X. Safranina.

c. Corte transversal de tallo de *Neurolaena lobata*

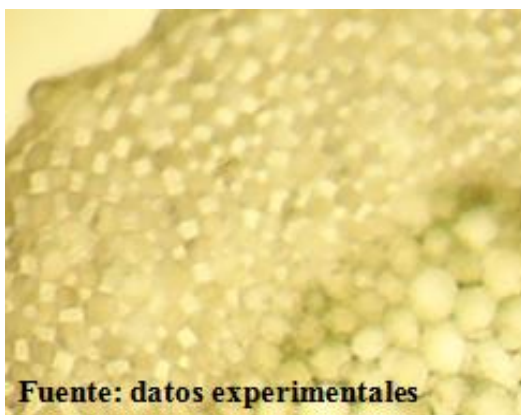
El tallo posee forma estriada (Fotografía 119) y epidermis uniestratificada (Fotografía 120); el tejido fundamental presentó protuberancias o haces discontinuos con colénquima tipo angular (Fotografía 121), parénquima de almacenamiento con cloroplastos en sus capas externas conformando el cortex (Fotografía 122). El tejido vascular presentó un anillo de células formando el cambium fascicular entre el xilema y el floema, también se observó cambium interfascicular ubicado entre cada haz vascular (Fotografía 123 y 124), los tricomas encontrados fueron pluricelulares de tipo osteolado y glandular (Fotografía 125), tricomas con cabezuela unicelular y tricoma glandular unicelular (Fotografía 126).



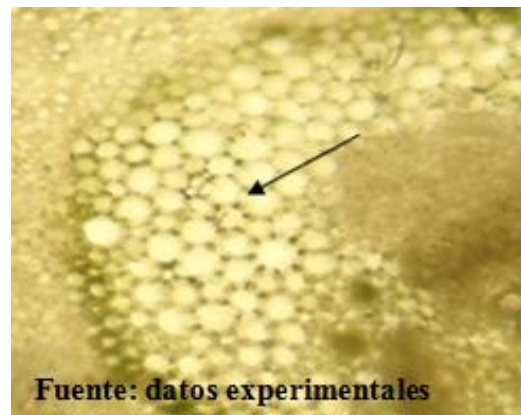
Fuente: datos experimentales
Fotografía 119. Tallo estriado. 4X. Fresco.



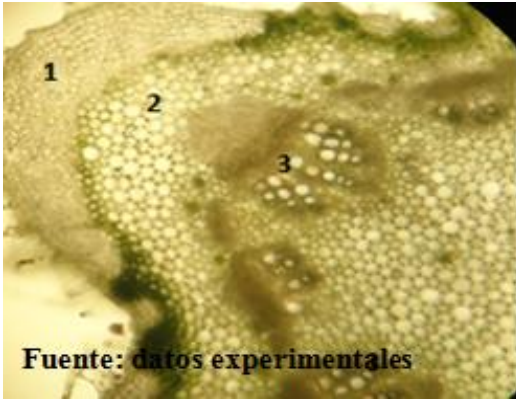
Fuente: datos experimentales
Fotografía 120. (1) Epidermis (2) colénquima (3) parénquima (4) floema (5) xilema. 40X. Fresco.



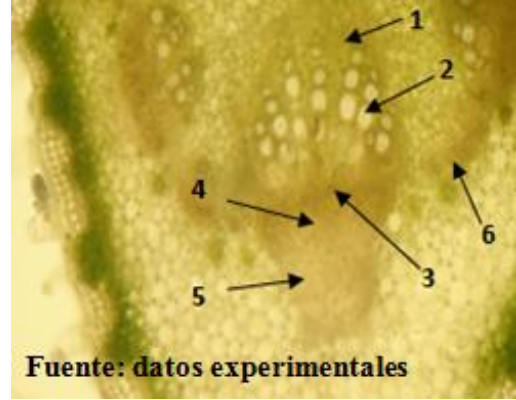
Fuente: datos experimentales
Fotografía 121. Colénquima angular. 100X. Fresco.



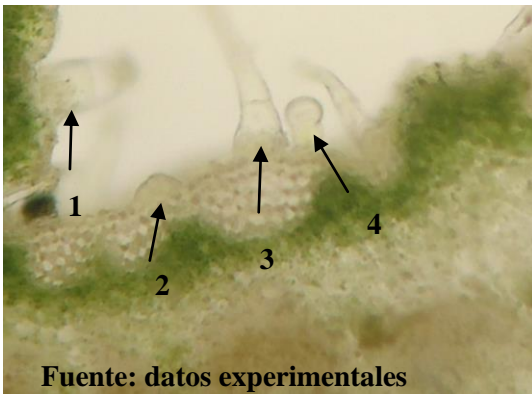
Fuente: datos experimentales
Fotografía 122. Parénquima. 100X. Fresco.



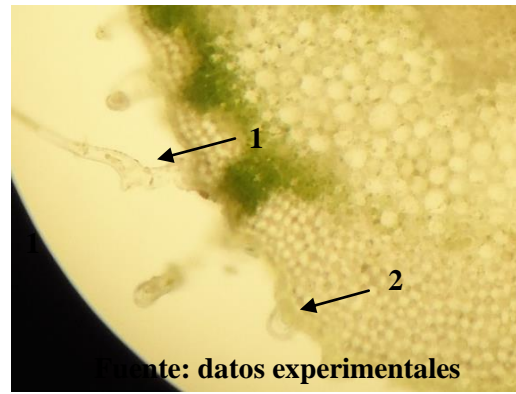
Fuente: datos experimentales
Fotografía 123. (1) Colénquima (2) Parénquima (3) Hazes vasculares. 40 X. Fresco



Fuente: datos experimentales
Fotografía 124. Haz vascular (1) xilema primario (2) xilema secundario (3) cambium fascicular (4) floema secundario (5) floema primario (6) Cambium interfascicular. 40X. Fresco.



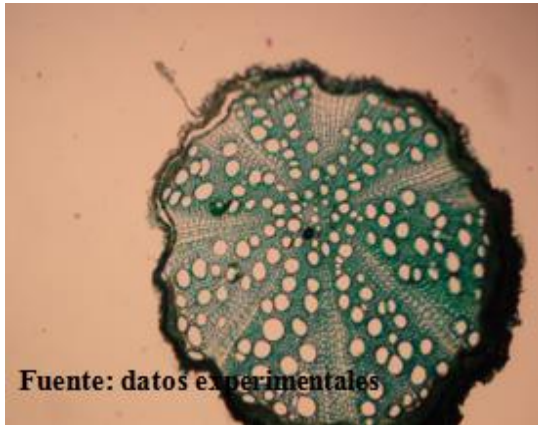
Fuente: datos experimentales
Fotografía 125. (1) tricoma glandular pluricelular (2) tricoma glandular unicelular (3) tricoma osteolado (4) tricoma glandular con pedicelo y cabezuela unicelular. 40X. Fresco.



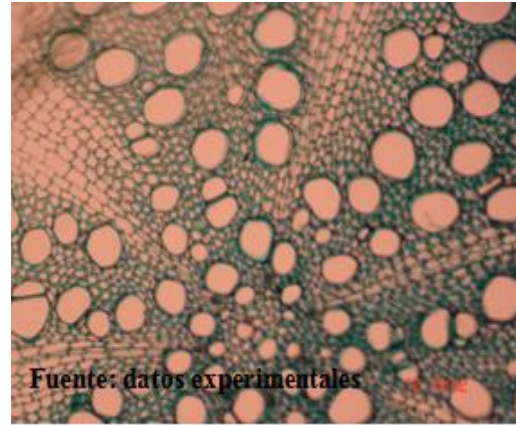
Fuente: datos experimentales
Fotografía 126. (1) tricoma osteolado. (2) tricoma glandular. 40X. Fresco.

d. Corte transversal de raíces pequeñas

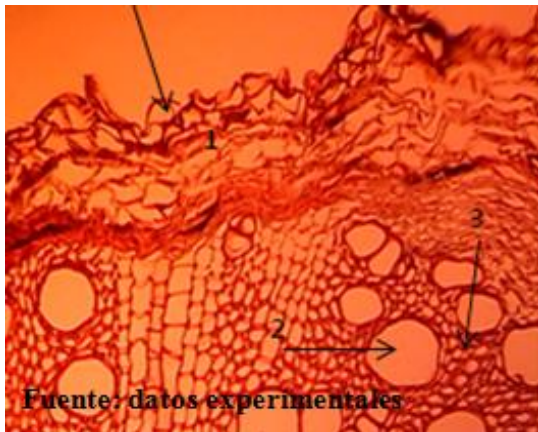
Se observó que la raíz es poliarca (Fotografía 127); se evidenció el xilema primario al centro y algunos elementos de nutrición (Fotografía 128). El xilema secundario y el correspondiente floema presentaron un diámetro mayor al de los haces primarios (Fotografía 129). Se observó rizodermis que es la epidermis propia de la raíz y endodermis (Fotografía 130).



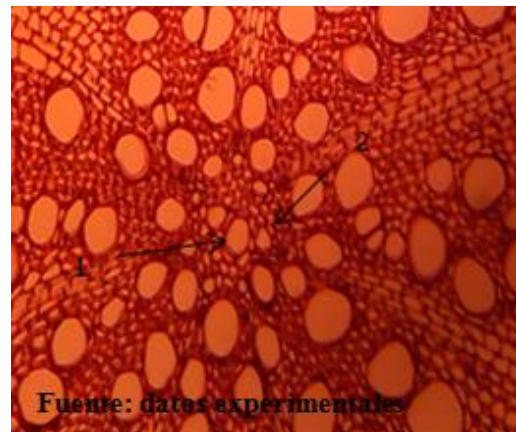
Fotografía 127. Raíz poliarca. 4X. Fast Green.



Fotografía 128. Xilema primario. 40X. Fast Green.



Fotografía 129. (1) rizodermis. (2) xilema secundario (3) floema secundario. 40X. Safranina.



Fotografía 130. (1) xilema primario. (2) floema primario. 40X. Safranina.

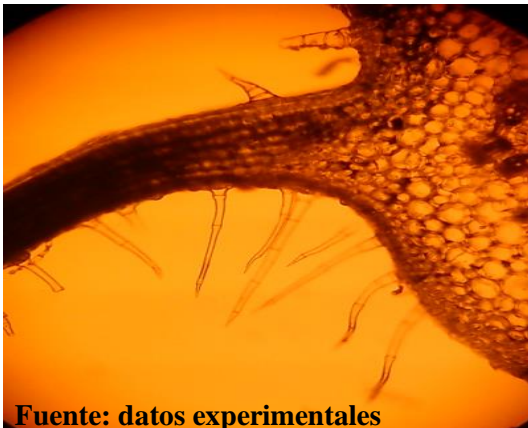
5. Pruebas histoquímicas en cortes transversales de *Neurolaena lobata*

Se realizaron pruebas histoquímicas para evidenciar la reacción positiva o negativa, para determinar la presencia de algunos productos finales del metabolismo vegetal (metabolitos secundarios), entre éstos: alcaloides, aleuronas, almidón, grasas y aceites, lignina, mucílagos, taninos y saponinas. Los hallazgos se indican a continuación:

La planta en estudio no presenta alcaloides (Fotografía 131). No se evidenció la presencia del metabolito secundario aleuronas (Fotografía 132).

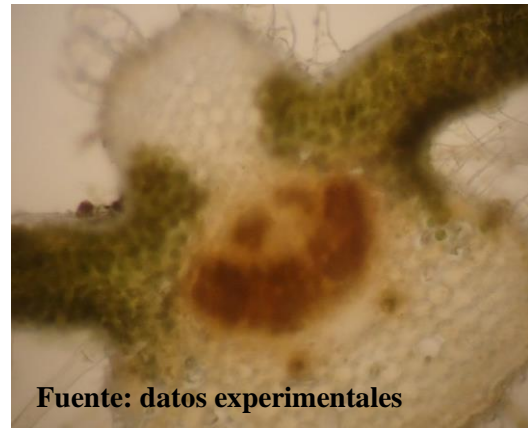
Se evidenció reacción positiva para almidón únicamente en el mesófilo (Fotografía 133 y 134). La presencia de grasas y aceites fue levemente positiva en mesófilo y algunos tricomas (Fotografías 135 y 136). En las muestras de cortes transversales se evidenció la

presencia de lignina únicamente en los haces del xilema (Fotografía 137). Se determinó que el metabolito mucílago se encuentra únicamente en los haces del xilema (Fotografías 138 y 139). La reacción para taninos fue positiva sólo en mesófilo (Fotografía 140 y 141). No se observó reacción positiva para saponinas (Fotografía 142).



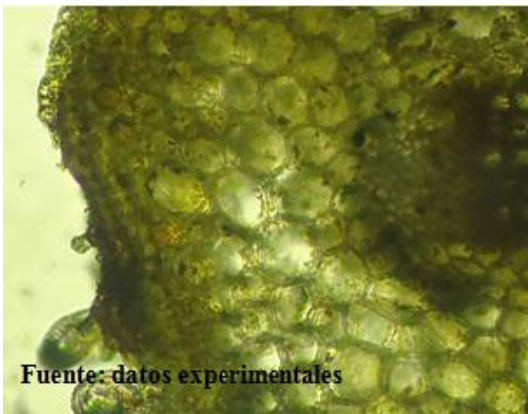
Fuente: datos experimentales

Fotografía 131. Mesófilo. Prueba para alcaloides negativa. 10X. Dragendorff.



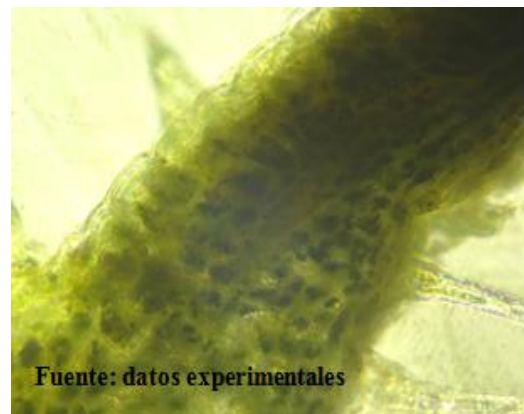
Fuente: datos experimentales

Fotografía 132. Nervadura central. Prueba para aleuronas negativa 10X. Naranja G.



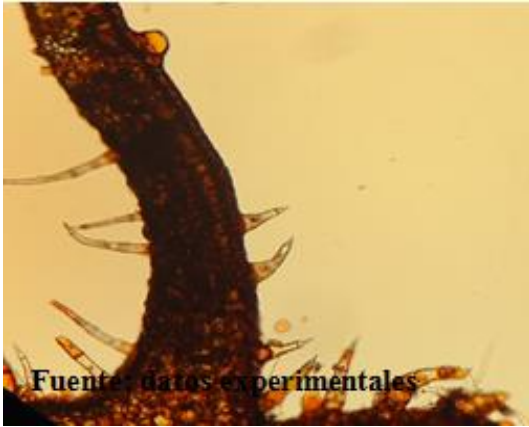
Fuente: datos experimentales

Fotografía 133. Nervio central. Almidón negativo. 40X. Lugol.



Fuente: datos experimentales

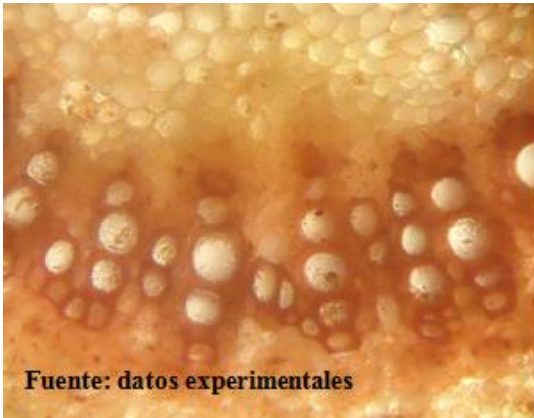
Fotografía 134. Mesófilo. Almidón positivo. 40X. Lugol.



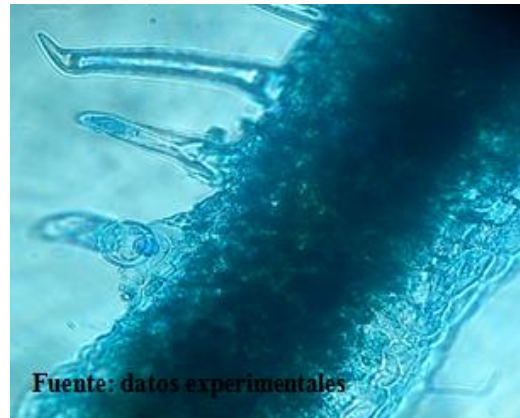
Fuente: datos experimentales
Fotografía 135. Mesófilo. Grasas y aceites positivo en mesófilo y algunos tricomas. 10X. Sudan IV.



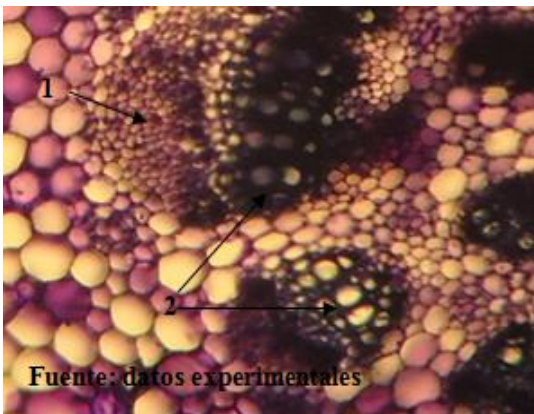
Fuente: datos experimentales
Fotografía 136. Nervio central. Grasas y aceites negativo. 10X. Sudán IV.



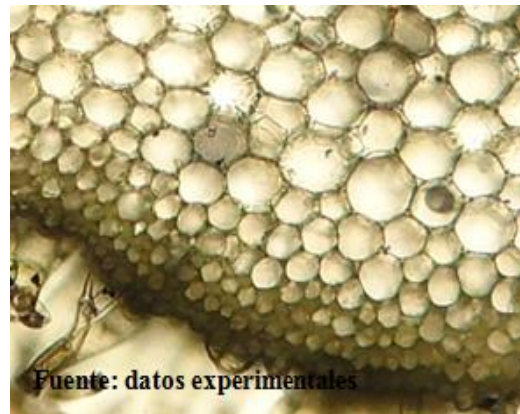
Fuente: datos experimentales
Fotografía 137. Nervio central. Lignina positivo. 10X. Floroglucina.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 138. Mesófilo. Prueba de mucílagos negativa en mesófilo y tricomas. 100X. Azul de cresil.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 139. Haz vascular a nivel de nervio central. Mucílagos negativo en (1) floema. Positivo en (2) xilema. 100X. Azul de Cresil.



Fuente: datos experimentales
Fotografía 140. Nervio central. Taninos negativo. 40X. Sulfato férrico.



Fotografía 141. Mesófilo. Taninos positivo. 40X. 40X. Sulfato férrico.



Fotografía 142. Mesófilo. Saponinas negativo. 40X. Ácido sulfúrico concentrado.

6. Análisis mediante Cromatografía en Capa Fina (CCF)

Se realizó la caracterización fitoquímica determinando la presencia de algunos metabolitos secundarios y realizando comparaciones con soluciones estándar de rutina. En la tabla No.1 se indican los hallazgos para *Byrsonima crassifolia* al emplear un extracto de corteza, mientras que en la tabla No.2 se muestran los resultados para el extracto de hojas de *Neurolaena lobata*.

Cuadro 1. Resultados de la caracterización fitoquímica del extracto vegetal de *Byrsonima crassifolia* mediante la técnica de cromatografía en capa fina.*

METABOLITO	CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR			RESULTADO		
	Estándar	Rf	Color	Rf	Color	Interpretación
Flavonoides	Quercetina	0.80	Anaranjado	0.79	Anaranjado	Presente
	Rutina	0.41	Amarillo	--	--	Ausente
	Acido clorogénico	0.56	Verde	--	--	Ausente
Saponinas	Estándar de saponinas	0.88	Azul	0.88	Azul	Presente
Antraquinonas	Antraquinona	0.95	Rojo	--	--	Ausente
	Antrona	0.92	Amarillo	--	--	Ausente
	--	--	--	0.85	Azul	Presente

*Fuente: Datos experimentales.

El resultado fue negativo para los siguientes metabolitos secundarios: alcaloides (estándar utilizado: papaverina y atropina), cumarinas (estándar: umbeliferona, ácido p-cumárico y cumarina) y sesquiterpenlactonas (estándar: artemisinina).

Cuadro 2. Resultados de análisis mediante cromatografía en capa fina para el extracto de *Neurolaena lobata**

METABOLITO	CARACTERÍSTICAS DEL ESTÁNDAR			RESULTADO		
	Estándar	Rf	Color	Rf	Color	Interpretación
Flavonoides	Quercetina	0.80	Anaranjado	0.79	Anaranjado	Presente
	Rutina	0.41	Anaranjado	0.41	Amarillo	Presente
	Acido clorogénico	0.56	Verde	0.55	Verde	Presente
Antraquinonas	Antranas	0.95	Amarillo	--	--	Ausente
	Antraquinonas	0.92	Rojo	0.97	Rojo	Presente
Sesquiterpenlactonas	Artemisinina	0.98	Amarillo	0.98	Amarillo	Presente

*Fuente: Datos experimentales.

Los siguientes metabolitos mostraron un resultado negativo: alcaloides (estándar utilizado: papaverina y atropina), cumarinas (estándar: umbeliferona, ácido p-cumárico y cumarina), saponinas (estándar: solución de saponinas).

7. Pruebas macro y semimicro de los extractos de las drogas vegetales

Cuadro 3. Resultados de pruebas cualitativas presuntivas en tubo para los metabolitos secundarios: Alcaloides, Antraquinonas, Flavonoides, Saponinas y Taninos, realizados en extractos vegetales de *Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata*.*

METABOLITO	REACTIVO	<i>Byrsonima crassifolia</i>	<i>Neurolaena lobata</i>	RESULTADO ESPERADO
Alcaloides	Mayer's, Dragendorff, Wagner	--	--	Formación de precipitados color blanco
Antraquinonas	Prueba de Bornträger	--	+ (Coloración rojiza)	Cambio de coloración en fase alcalina
Flavonoides	Acido sulfúrico, Cloruro férrico, Acido clorhídrico y Mg metálico, Hidróxido de sodio, Acido bórico en anhídrido acético	+ (cambios en coloración)	+ (formación de precipitado)	Cambio de coloración o formación de precipitado
Saponinas	Agua destilada	+	--	Formación de espuma a los 30 min
Taninos	Gelatina, Gelatina y cloruro de sodio, cloruro férrico	+ (pirogalol)	+ (catecol)	Cambio de coloración

*Fuente: Datos experimentales. (+): presente, (--): ausente.

8. Determinación de porcentaje de humedad

En el cuadro 4 se observan los valores obtenidos en la medición de porcentaje de humedad y de cenizas totales en ambas especies, para ello se sometió a desecación el material de interés y se realizaron cuatro repeticiones. El valor porcentual indicado por la Organización Mundial para la Salud es menor o igual a 10%.

El porcentaje de humedad de *Byrsonima crassifolia* presentó un valor medio de 7.39%, con un rango de entre 7.09 a 7.69%. El valor medio fue de 6.79% con un rango de 6.40 a 7.12% para *Neurolaena lobata*.

9. Determinación de porcentaje de cenizas totales

Se obtuvieron los residuos que deja la combustión del material vegetal llamado “Cenizas totales” y se expresaron porcentualmente, realizando también cuatro repeticiones. Los resultados se muestran en el cuadro 4.

Con respecto a esta determinación, se observó un valor medio de 8.64%, con un rango de 8.32 a 9.05% para *Byrsonima crassifolia*; mientras que, para *Neurolaena lobata* el valor medio fue de 8.58% y su rango de 7.79 a 9.07%. En el caso de esta última, se realizó la marcha analítica para cenizas ácidas. El valor indicado por la Organización Mundial para la Salud para este parámetro es de 10% como máximo.

Cuadro 4. Resultado de la medición de porcentaje de humedad y porcentaje de cenizas totales para las especies *Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata* y las medidas estadísticas obtenidas.*

ESPECIE	HUMEDAD (%)			CENIZAS TOTALES (%)		
	Media	DE	Mediana (Rango)	Media	DE	Mediana (Rango)
<i>Byrsonima crassifolia</i>	7.38	±0.28	7.38 (7.09 - 7.69)	8.63	±0.34	8.58 (8.32 - 9.05)
<i>Neurolaena lobata</i>	6.79	±0.32	6.83 (6.40 - 7.12)	8.57	±0.58	8.72 (7.79 - 9.07)

*Fuente: Datos experimentales. (DE) Desviación estándar.

10. Materia extraña

Se realizó la determinación de porcentaje de materia extraña presente en las muestras vegetales de *Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata*, siendo de 0.4 % y de 0.1% respectivamente. Según Solís, et al. (2005), el valor aceptable debe ser menor a 1%.

IX. DISCUSION DE RESULTADOS

El presente estudio se centró en la definición de los caracteres farmacobotánicos y fitoquímicos de las especies *Byrsonima crassifolia* y *Neurolaena lobata*, utilizados en el control de calidad de la materia médica de ambas plantas; con la principal finalidad de garantizar la utilización adecuada de las mismas y evitar posibles confusiones o adulteraciones de estas especies, dada la importancia que han adquirido las plantas medicinales (Muñoz, 2003).

Los ejemplares herborizados de ambas especies fueron ingresados en el herbario BIGU e identificados en base a la Flora de Guatemala, de igual manera se depositaron muestras de droga seca en la colección del departamento de Citohistología de la Facultad de Farmacia. Las muestras patrón pueden ser utilizadas como referencia para asegurar la obtención, en futuras investigaciones, de especímenes de la misma población y/o aportar valor sistemático a la droga seca, además contribuyen a certificar, complementar e incrementar el valor de la información de la droga fresca (Giberti, 1998).

La descripción organoléptica del material vegetal medicinal de *Byrsonima crassifolia*, constituida por la corteza, tanto en estado seco como fresco, coincide con lo reportado en estudios previos (Fotografía 5 y 6) (Fernández, 2012).

Las características morfológicas externas observadas en *Byrsonima crassifolia* están acordes con la información relacionada al género *Byrsonima*, descrito en la Flora de Guatemala; las hojas son generalmente opuestas con lámina foliar ovalada, con ápice apiculado; flores en racimos o paniculadas, drupa carnosa como fruto, (Fotografía 1-4) en la familia *Malpighiaceae* (Metcalfe & Chalk, 1970; Judd, Campbell, Kellogg & Stevens, 1999).

El mesófilo encontrado en este estudio presentó epidermis uniestratificada con células de mayor tamaño en la epidermis adaxial, cutícula gruesa (Fotografía 9-11), estomas paracíticos, cámaras subestomáticas bien definidas (Fotografía 37 y 38), traqueidas en espiral y punteadas, concuerda con lo reportado en la literatura que describe a los

representantes de la familia *Malpighiaceae*, y que son características comunes en el género *Byrsonima* (Silva, 2008). La presencia de drusas en gran cantidad (Fotografía 29) confirma lo reportado anteriormente por Laskowski (2000).

Los tricomas en forma de T y Y, observados en el presente estudio (Fotografía 15-18) son características de la familia y comunes para el género *Byrsonima* según lo reportado por estudios previos (Silva, 2008; Herrera & Palomares, 2005). Según Silva (2008), la presencia de tricomas tectores en forma de letra T le otorgan valor taxonómico a este género.

A nivel del nervio medio, la observación de floema, colénquima lacunar y una capa de células esclerenquimáticas rodeando los haces vasculares (Fotografía 22-24) se correlacionan con la información proporcionada por Silva (2008), en donde indica que son características del género *Byrsonima*.

El disociado de la corteza mostró características como gran cantidad de fibras septadas, no septadas, con puntuaciones, células de súber, células del esclerénquima y cristales de oxalato de calcio (Fotografía 49-53), hallazgos que se correlacionan con lo reportado por Fernández (2012) para esta especie. Las observaciones de muestras de corteza con distinta edad fenológica no mostraron diferencia en cuanto a sus componentes estructurales.

Los metabolitos secundarios tienen actividad farmacológica, por ello cobra importancia el tamizaje fitoquímico en búsqueda alternativas terapéuticas, según lo informado por diversos autores (Gattuso & Gattuso, 1999b; Paredes, 2005).

El análisis cromatográfico indicó la presencia de flavonoides (cuadro 1), específicamente quercetina, relacionándose con las propiedades antibacteriana, antifúngica, antiinflamatoria, antitumoral, antitrombótica y analgésica, además provee protección a hígado y estómago, lo que explica presuntivamente su empleo en diversas afecciones (Martínez-Flores et al., 2002). La presencia de saponinas (cuadro 1) le otorga acción irritante y explica su intervención como expectorante, diurético y hemolítico (Madariaga, 1992).

Empleando este análisis se encontró una antraquinona diferente a los estándares utilizados (antrona y solución de antraquinonas) con un Rf que no fue compatible con los estándares disponibles, pero al realizar la prueba de Bornträger no se evidenció el cambio en la coloración que confirma su presencia y no hay estudios que reporten su hallazgo en esta especie. La presencia de este metabolito otorga efectos irritantes y por ello podría ser utilizado en el tratamiento de afecciones dermato-mucosas, según indica López (1992).

Las pruebas presuntivas en tubo demostraron la presencia de Taninos del tipo pirogalol, saponinas y flavonoides, indicando la ausencia de alcaloides. La literatura (Cáceres, 1996) indica la presencia de sesquiterpenlactonas, sin embargo, en el presente estudio no se evidenció dicho metabolito (cuadro 3).

Ghilhon-Simplicio & Meneses (2011) demostraron la presencia de flavonoides y taninos para el género *Byrsonima*; mientras que el estudio realizado por Fernández (2012) de la especie *B. crassifolia*, evidenció la presencia de taninos y saponinas.

Las características organolépticas del material botánico en estado fresco y seco de *Neurolaena lobata* coinciden con las reportadas en estudios previos (Granados, 2007), las hojas se caracterizan por su forma trilobada y con un sabor amargo muy intenso (Fotografía 75-80).

En el corte transversal de hoja, la presencia de mesófilo dorsiventral, epidermis uniestratificada, parénquima en empalizada diferenciado del parénquima esponjoso y colénquima angular (Fotografía 81-84), son observaciones congruentes con las apreciadas por Granados (2007) para esta especie y que algunos autores han informado como comunes a la familia *Asteraceae*.

Las hojas dorsiventrales hipostomáticas, estomas anomocíticos (Fotografía 82), haces vasculares en la lámina foliar rodeados por una vaina parenquimática y presencia de canales o conductos secretores observados en esta especie, han sido reportados por algunos autores y los resaltan como características anatómicas constantes en la familia *Asteraceae* (Metcalf & Chalk, 1970; Standley & Williams, 1970; Rocha, Matías, Meyer, García, Días-Filho & Nakamura, 2006).

Los tricomas tipo tector son abundantes y el tipo glandular es escaso (Fotografía 85 y 86) en esta familia, según lo reportado en la literatura por Lapp, Jáuregui & Ruíz-Zapata, 2006; Del-Vechio-Viera, Barbosa, Lopes, Sousa, Santiago-Fernández, Esteves & Kaplan, 2008. Sin embargo, se apreciaron diversos tricomas tectores osteolados y tricomas glandulares con un pequeño pie bicelular biseriado y cabezuela unicelular y tricomas glandulares uniseriados unicelulares y pluricelulares (Fotografía 87-90).

A nivel del nervio medio, el tipo de colénquima, la disposición de los haces vasculares y la presencia de gran cantidad de tricomas en la cara abaxial (Fotografía 95) coincide con lo descrito por Granados (2007). En el parénquima se observaron ductos secretores (Fotografía 98), que generalmente contienen sustancias lipofílicas de origen terpénico (Rocha et al, 2006; Delbón, Cosa, Dottori & Stiefkens, 2007).

Empleando la técnica de diafanizado, se apreciaron las células de la epidermis cuyas paredes son sinuosas u onduladas (Fotografía 103 y 104); estomas de tipo anomocítico y observados únicamente en la epidermis abaxial (Fotografía 118), aspecto indicado como diferenciación de género según Rocha, et al., (2006).

El almidón provee de una acción suavizante y antiinflamatoria en la piel (Cañigual, Vila & Witchl, 1998), lo que podría explicar el empleo de *N. lobata* en afecciones gástricas pues el análisis histoquímico en sus hojas indicó la presencia de pequeños gránulos de almidón (Fotografía 134). Dicho análisis demostró la presencia de taninos (Fotografía 141), los que están relacionados con las propiedades astringente, vasoconstrictora, antiinflamatoria, antibacteriana, antifúngica y nematocida (Rodríguez, 2005). Ambos hallazgos concuerdan con los análisis reportados por Granados (2007).

Además, se evidenció la presencia leve de grasas y aceites que son los constituyentes de los principios odoríferos que actúan como repelentes de insectos (Rodríguez, 2007), este hallazgo difiere de lo reportado por el estudio realizado por Granados, 2007, que indicó su ausencia en muestras provenientes de la misma localidad que las analizadas en este estudio.

También se demostró la presencia de mucílagos y lignina; el primero de ellos se relaciona con la actividad antiinflamatoria y protectora de mucosas, el segundo le otorga rigidez a las estructuras permitiendo tener hojas fuertes y resistentes a sustancias químicas y microorganismos; los metabolitos ausentes fueron alcaloides, aleuronas y saponinas (Cañigüeral, 1998, Rodríguez, 2005).

El análisis mediante cromatografía en capa fina (Cuadro 2), indicó la presencia de flavonoides del tipo quercitina, rutina y ácido clorogénico, explicando las propiedades antiinflamatorias, analgésicas, antibacteriana, anticancerígena, antiviral, antifúngica, antiofídica, antioxidante, hepatoprotectora y su intervención en la fragilidad capilar y disminución de colesterol (Sepúlveda, 2004; Martínez-Flores, et al., 2002) atribuidas a *Neurolaena lobata*.

Esta técnica demostró la presencia de antraquinonas, las mismas le otorgan una acción irritante y explica su empleo en afecciones de origen fúngico o que afectan al sistema respiratorio o renal. (Sepúlveda, 2004).

También manifestó la presencia de sesquiterpenlactonas (artemisinina), metabolito ampliamente distribuido y empleado como marcador quimiotaxonómico en la familia *Asteraceae* y que tiene importante actividad citotóxica, y que explica su uso como hipoglicemiante, hipolipemiante, antiinflamatorio y antiparasitaria (Bohlmann & Jakipovic, 1978; Ooguchi, et al., 2009, Villacorta, 2013). Estudios previos, han reportado la identificación de lactonas sesquiterpénicas y flavonoides en extractos de *Neurolaena lobata* (Passreiter, et al., 1978; Castro, Barrios, Chinchilla & Guerrero, 1996).

Las pruebas en tubo (Cuadro 3), indicaron la presencia de taninos, presuntivamente de tipo catecol de acuerdo a la coloración verde-grisácea observada; también flavonoides de tipo isoflavononas, chalconas y auronas pues no se evidenció cambios en la coloración de las soluciones pero sí la formación de precipitados. El resultado también fue positivo para la presencia de Antraquinonas (Lipronat, 2007). Dichas pruebas indicaron la ausencia de alcaloides y de saponinas, correlacionando los resultados obtenidos mediante histoquímica.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1998) el porcentaje de humedad y cenizas totales debe presentar un valor menor al 10%; Solís, et al., 2005, indica que el valor de materia extraña es menor al 1%; parámetros que aportan información acerca del control de pureza de la materia médica de una planta medicinal (Palma, 2004).

En el presente estudio, ambas plantas presentaron un porcentaje de humedad dentro del valor aceptado por la OMS (Cuadro 4); y un valor porcentual de materia extraña por debajo del valor máximo recomendable para este parámetro, lo que garantiza que el material vegetal utilizado cumple con los requisitos de pureza necesarios.

Se tomó en consideración la recomendación indicada por Galindo, Kestler & Méndez (2010), en cuanto a observar que la planta está lista para proceder a realizar las mediciones de porcentaje de humedad en el momento en que puedan romperse las partes duras de la planta y las débiles puedan manipularse sin riesgo al tacto. El propósito del secado al que se somete la materia vegetal previo a los análisis es eliminar el agua e impedir el desarrollo de microorganismos que la alteran y deterioran, como mohos y bacterias (Velásquez, 2009).

El porcentaje de cenizas totales es utilizado como indicador de los minerales en forma de sales inorgánicas (fosfatos, carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos de sodio, potasio, calcio) y sales orgánicas (ácido málico, oxálico, acético) presentes en la materia vegetal (Rojas, et al., 2011). En la especie *Byrsonima crassifolia*, este parámetro se encontraba dentro del valor aceptado por la OMS. Sin embargo, en el caso de *Neurolaena lobata*, fue necesario someter la materia vegetal al procedimiento de la marcha analítica para cenizas ácidas al presentar resultados fuera del rango permitido para cenizas totales, como consecuencia de la presencia de cistolitos en algunas estructuras (Galindo, et al., 2010), después de lo cual se obtuvo un valor porcentual menor al 10%.

X. CONCLUSIONES

1. La presencia de tricomas en forma de letras “T” y “Y” constituyen una característica de identificación farmacobotánica en *Byrsonima crassifolia*.
2. La característica morfológica principal en la hoja de *Neurolaena lobata* es su forma trilobada con presencia de tricomas osteolados mayormente.
3. Las características histológicas en la corteza de *Byrsonima crassifolia*, incluyen fibras punteadas, esclereidas, cristales de oxalato de calcio y células conteniendo almidones y sustancias tánicas.
4. El disociado de corteza de *Byrsonima crassifolia*, no mostró diferencias estructurales en muestras con distinta edad fenológica.
5. Se identificaron los metabolitos secundarios responsables de las propiedades medicinales atribuidas a *Neurolaena lobata*, tales como taninos, almidón, grasas y aceites, flavonoides, sesquiterpenlactonas y antraquinonas.
6. En este estudio ambas especies cumplieron con los parámetros farmacobotánicos de control de calidad (porcentaje de humedad y cenizas totales), establecidos por la Organización Mundial de la Salud para materia vegetal de uso medicinal.
7. La droga seca de *Neurolaena lobata* constituida por sus hojas, es sumamente frágil y quebradiza al tacto.

XI. RECOMENDACIONES

- 1.** Recopilar datos sobre contaminación microbiana, constantes físicas, residuos tóxicos, metales pesados, etc., que permitan complementar la información sobre calidad de las especies en estudio.
- 2.** Fomentar y continuar con estudios que aporten datos acerca del control de calidad y pureza de las plantas de uso medicinal.
- 3.** Es necesario estandarizar para cada planta, las condiciones de tratamiento en la técnica del diafanizado.

XII. REFERENCIAS

- Alvarado, C. (2007). *Búsqueda de actividad contra Campylobacter jejuni en cinco plantas de uso popular guatemalteco*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Arango, J. (2007). *Etnobotánica medicinal practicada por las comunidades de Senú de Necoclí*. Medellín: Universidad de Antioquía. Facultad de Química Farmacéutica.
- Barrientos, A. (1996). *Evaluación de la actividad antitripanosoma de fracciones cromatográficas gruesas obtenidas a partir del extracto etanólico de Neurolaena lobata*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Bayuelo, J., Lozano, J. & Ochoa, I. (2006). Caracterización morfológica de *Byrsonima crassifolia* (L) Kunth nativa de Churumuco, Michoacán. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29.
- Bohlmann, F. & Jakupovic, J. (1978). Neuegermacranolideaus *Caleaurticifolia*. *Phytochemistry*, 18, 119-123.
- Cáceres, A. (1996). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. (2ª Ed). Guatemala: Editorial Universitaria.
- Cáceres, A. (2006). *Vademécum nacional de plantas medicinales*. Guatemala: Editorial Universitaria.
- Cañigueral, S., Vila, R. & Wichtl, M. (1998). *Plantas medicinales y drogas vegetales para infusión y tisanas*. España: OEMF Internacional.

- Castro, O., Barrios, M., Chinchilla & M., Guerrero, O. (1996). Evaluación química y biológica del efecto de extractos de plantas contra *Plasmodium berghei*. *Revista de Biología Tropical*, 44, 361-367.
- Cárcamo, L. (1993) *Determinación de la actividad cicatrizante de las hojas, tallos y flores de Portulaca olerácea (verdolaga) y de las hojas de Byrsonima crassifolia (nance), en heridas producidas en ratas albinas*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Castillo, M. y Pérez, M. (2011). *Descripción de caracteres farmacobotánicos de Ocimum micranthum (albahaca)*. Tesis para optar al título licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Chizmar, C. (2009). *Plantas comestibles de Centroamérica*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad INBio.
- Ciccio-Alberti, J., Calzada-Alan, J., Montero, W. & Poveda-Alvarez, L. (1978). Preliminary phytochemical study of plants of the family *compositae* in Costa Rica. sesquiterpenelactones. *Revista de Biología Tropical*, 159-165.
- Cronquist, A. (1987). *Introducción a la botánica*. (2ª Ed). México: Compañía Editorial Continental.
- Delbón, N., Cosa, M., Dottori, N. & Stiefkens, L., (2007) Análisis comparativo de los caracteres epidérmicos en *Flourensia campestris* y *F. oolepis* (Asteraceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42, 245-250.

- Del-Vechio-Vieira, G., Barbosa, M., Lopes, B., Sousa, O., Santiago-Fernandes, L., Esteves, R. & Kaplan, M. (2008). Caracterização morfoanatômica de *Ageratum fastigiatum* (Asteraceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 18, 769-776.
- Domingo, D. & López-Brea, A. (2003). Plantas con acción antimicrobiana. España: *Revista Española de Quimioterapia*, 16, 385-393.
- Domínguez, X. (1975). *Cromatografía en papel y en capa delgada*. Washington DC: Unión Panamericana. Dpto. de Asuntos Científicos. Serie Química.
- Donis, M. (2003). *Evaluación de la toxicidad aguda y subcrónica de la planta Neurolaena lobata (tres puntas)*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Fernández, M. (2012). *Byrsonima crassifolia (L.) H.B.K. estudio fitoquímico y farmacológico*. Tesis para optar al título Doctoral, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, España.
- Flores-Vindas, E. (1999). *La planta, estructuras y funciones*. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.
- Fuentes, V. (1996). Especies vegetales en Cuba empleadas en la preparación de medicamentos homeopáticos. Instituto de investigaciones fundamentales en agricultura tropical Alejandro de Humboldt. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 1, 3-8.
- Galindo, A., Kestler, R. & Méndez, D. (2010). *Determinación de caracteres farmacobotánicos de cuatro especies vegetales de uso popular en el tratamiento de*

- hongos fitopatógenos*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- García-González, M., Escalante, C. & Díaz, C. (2007). Antipyretic effect of the aqueous extract obtained from leaves of *Neurolaena lobata* (Asteraceae) on a pyretic model induced from brewer's yeast. *Revista Médica de la Universidad de Costa Rica*, 1, 21-30.
- Gattuso, M.A. & Gattuso, S.J. (1999a). *Manual de procedimiento para el análisis de drogas en polvo*. CYTED. Editorial Universidad Nacional del Rosario Urquiza.
- Gattuso, M.A. & Gattuso, S.J. (1999b). *Conocimientos básicos de técnicas histológicas en materia vegetal*. Argentina: Editorial Universidad Nacional del Rosario Urquiza.
- Giberti, G. (1998). La herborización y herbarios como referencia en estudios técnico-científicos. Herbarios de la Argentina. *Dominguezia*, 14, 16-39.
- Girón, L. & Martínez, V. (2001). *Buenas prácticas de agricultura en el cultivo, cosecha y post cosecha de plantas medicinales*. Guatemala: Manual para el Funcionamiento de Formulario de Plantas Medicinales. CONAPLAMED.
- González, A. (2008). *Morfología de las plantas vasculares*. Argentina: Universidad nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Granados, N. (2007). *Establecimiento de los patrones de identidad farmacognóstica de Neurolaena lobata (L.) R. Br. Ex Cass a partir de las características anatómicas de seis poblaciones silvestres*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Guilhon-Simplicio, F. & Meneses, M. (2011). Aspeitos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae). *Quimica Nova*, 34, 1032-1041.

- Herrera, M. (2003). *Manual de laboratorio de anatomía y fisiología vegetal*. Guatemala: Editorial Universitaria.
- Herrera, M.E. (2007). *Manual de laboratorio de anatomía y morfología vegetal*. (2ª Ed). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía: Taller de impresiones.
- Huaranca, R. (2010). *Histología vegetal: histología de las plantas vasculares*. Perú.
- Judd, W., Capbell, C., Kellog, E. & Stevens, P. (1999). *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sundeiland, Sinaver Associates.
- Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT). (2005). *Manual de operaciones, proceso operativo estándar, rendimiento de aceites esenciales y tamizaje fitoquímico*. Guatemala: Autor.
- Laskowski, L. (2000). Características anatómicas de la hoja y el tallo del Semeruco (*Malpighia emarginata* DC) cultivada en dos localidades del estado Lara. *Bioagro*, 12, 33-40.
- López, M. (1992). *Demostración de la actividad antimicrobiana de Byrsonima crassifolia y Malpighia glabra*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Madariaga, A. (1992). *Inhibición in vitro de Streptococcus pyogenes y Streptococcus pneumoniae por extractos etanólicos de las plantas: Bouganvillea glabra (Bunganbilia), Byrsonima crassifolia (Nance), Lapraria biblioria (Té de monte), púnica granatum (Granada), Ruta chalepensis (Cruda), Sida acuta (Escobillo), Sida rhombifolia (escobillo) y Salanum torvum (buiiz), popularmente usadas en el tratamiento de afecciones de las vías respiratorias*,

Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- Marchand, P. & Blount, J. (1978). Stereostructures of neurolenins A and B, novel germacranolide sesquiterpenes from *Neurolaena lobata* (L). *Jour. Org. Chem*, 43, 4352-4354.
- Martínez, J., Bernal, N. & Cáceres, A. (2000). *Fundamentos de agrotecnología de cultivo de plantas medicinales Iberoamericanas*. Colombia: Convenio Andrés Bello y Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Martínez-Flores, S., González-Gallego, J., Culebras, J. & Tuñón, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17, 271-278.
- Martínez, M., Valencia, G., Jiménez, N., Mesa, M. & Galeano, E. (2008). *Manual de prácticas de laboratorio de Farmacognosia y Fitoquímica*. Colombia: Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica.
- Martínez, M. (2006). Caracterización morfométrica de frutos y semillas de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L) H.B.K.). *Revista Chapingo, serie Horticultura*. 17.
- Medinilla, B. (2010). *Documento de apoyo, introducción a la farmacognosia, concepto y desarrollo, ciencias relacionadas, importancia y futuro*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Metcalf, C. & Chalk, L. (1970). *Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses*. Oxford: Clarendon Press.
- Moreno, N. (1984). *Glosario botánico ilustrado*. Instituto nacional de investigación sobre recursos bióticos. México: Compañía Editorial Continental.

- Moreno, P. (1995). *Caracterización de cuatro poblaciones de Neurolaena lobata (L.) Br., in situ y su evaluación ex situ en dos localidades, con fines de domesticación*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Muñoz, L., (2003). Plantas medicinales españolas: *Jasonia glutinosa (L.) DC. Asteraceae*. (Té de Roca). *Acta Botánica Malacitana*, 28, 221-227.
- Ohguchi, S., Ito M., Yokoyama, K., Inuma, M. Itoh, T. & Nozawa, Y. (2009). Effects of sesquiterpenlactones on melanogenesis in mouse B16 melanoma cells. *Biol. Pharm. Bull*, 32, 308-310.
- Organización Mundial para la Salud (OMS). (1998). *Quality control methods for medicinal plant material*. Ginebra, Suiza. Disponible en: www.who.org
- Pahlow, M. (1985). *El gran libro de las plantas medicinales; la salud mediante las fuerzas curativas de la naturaleza*. (5ª Ed). León, España: Editorial Everest.
- Palma, N. (2004). *La calidad de los productos medicinales de origen natural*. Universidad de Occidente, Nicaragua.
- Paredes, M. (2005). *Determinación de algunos estándares de identidad y pureza de cuatro plantas medicinales comercializadas en Guatemala*. Tesis para optar al título de Maestría, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Facultad de Agronomía: MUPLAN, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Passreiter, C., Wendisch, D. & Gondol, D. (1995). Sesquiterpenlactones from *Neurolaena lobata*. *Phytochem*, 3, 133-137.
- Rocha, L., Mathias, K., Meyer, A., Garcia, D., Dias-Filho, B. & Nakamura, C. (2006). Estudio morfo anatómico preliminar do caule e da folha de

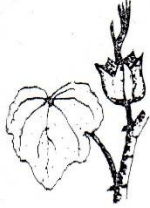
- Acanthospermumastrale* (Loefl.) Kuntze (Asteraceae-Heliantheae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16, 42-52.
- Roig J. (1992). *Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba*. (2ª Ed). Cuba: Editorial Científico-técnica La Habana.
- Rodríguez, H. (2005). *Plantas plaguicidas en Costa Rica*. San José de Costa Rica: Editorial Universitaria Nacional de Heredia.
- Rodas, S. (1996). *Caracterización farmacológica de cuatro poblaciones naturales de Neurolaena lobata (L) R.Br. (tres puntas) evaluadas "in situ" y en dos localidades "ex situ" con el propósito de domesticación*, Tesis para optar al título de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.
- Rojas, C., Cruz, N. & Román, A. (2011) *Propuestas de normas de calidad farmacobotánicas de cuatro especies leguminosas con actividad antifúngica comprobada*, Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Rosales, C., Paniagua, H., Vargas, J.M., Granados, N., Morales, A. & Cárcamo, P. (2010). *Manual de laboratorio anatomía vegetal*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Biología. Departamento de Botánica, Recursos Naturales Renovables y Conservación.
- Sandoval, E. & Rojas, A. (s.f). *Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal*. México: Instituto de biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Santa Cruz, L. (1986). *Manual de selección fitoquímica. Guía práctica para los laboratorios de química de productos naturales y fitoquímica*. Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Saravia, P. (2000). *Plantas con actividad antiofídica en Guatemala, identificación y evaluación de su capacidad neutralizante*. Guatemala. Proyecto FODECYT, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sepúlveda, G. (2004). *La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas*. México: Redalyc.
- Sharapin, N. (2001). Materias primas vegetales para la industria de productos fitofarmacéuticos. *Revista de Fitoterapia*, 1, 197-203.
- Silva, J. (2008). *Anatomía foliar de 16 especies de Malpighiaceae ocorrentes em área do Cerrado, estado do Minas Gerais, Brasil*. Tesis Pós-Graduação, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- Solís, P., Guerrero, N., Gatusso, S., & Cáceres, A. (2005). *Manual de Caracterización y análisis de drogas vegetales y productos fitoterapéuticos*. Guatemala: Proyecto de desarrollo de tecnología de cultivo de plantas medicinales y producción de fitoterápicos. OEA/AICD/AE.
- Standley, P. & Williams, L. (1970). Flora of Guatemala. *Fieldiana, Botany*, 24.
- Tally, W. (1994). *Contribución al estudio farmacológico de las hojas de Neurolaena lobata, tres puntas, como antiespasmódico*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- Velásquez, K. (2009). *Características farmacobotánicas y de propagación de Ternstroemia tepezapote*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Villacorta, J.R. (2013). *Cuantificación de sesquiterpenlactonas provenientes de las hojas de Calea urticifolia (Juanislama) recolectadas en el período de enero a julio 2012*. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Wagner, H., Bladt, S., & Zgainsk, E. (1984). *Plant drug analysis, in: A thin layer Chromatography atlas*. Berlín: Ed Springer-Verlag.
- Yapur, A. (1994). *Efecto de infusiones de Jacaranda mimosifolia, Neurolaena lobata y Solanum hatwegii sobre curvas de parasitemia de Trypanosoma cruzi en ratones*, Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

XIII. ANEXOS

Anexo 1. Carta de Herbario BIGU



HERBARIO BIGU

Escuela de Biología
Facultad de C.C.Q.Q. y Farmacia

Guatemala, 27 de Noviembre de 2012

A QUIEN CORRESPONDA:

Por este medio se hace constar que los estudiantes (as) Rita Eugenia Morales Coromac carné 199913082 y Wendi Carina Lima Ortíz carné 199913108 de la carrera de Química Biológica, de la Facultad Ciencias Químicas y Farmacias, ingresaron al herbario BIGU el espécimen de la especie *Neurolaena lobata* (L.) Cass. familia **ASTERACEAE** la cual fue ingresada al libro de inventario y se le adjudico el número de Boucher 61736; *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. familia **MALPIGHIACEAE** la cual fue ingresada al libro de inventario y se le adjudico el número de Boucher 61737, por lo que a solicitud de los interesados (as), se les extiende la presente en el mismo lugar y fecha arriba indicados.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. For. Luis E. Velásquez Méndez
Coordinador a.i.
Herbario BIGU, Escuela de Biología



Anexo 2. Mediciones de porcentaje de humedad y cenizas totales

Cuadro 5. Mediciones del porcentaje de humedad en ambas especies vegetales.*

ESPECIE	HUMEDAD			
	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
<i>Byrsonima crassifolia</i>	7.09	7.69	7.21	7.56
<i>Neurolaena Lobata</i>	6.40	6.96	7.12	6.70

*Fuente: datos experimentales.

Cuadro 6. Mediciones del porcentaje de cenizas totales realizado en ambas especies vegetales.*

ESPECIE	CENIZAS		TOTALES	
	R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)
<i>Byrsonima crassifolia</i>	8.41	8.76	8.32	9.05
<i>Neurolaena lobata**</i>	7.79	9.07	8.94	8.51

*Fuente: Datos experimentales. ** Resultado obtenido después del procedimiento para cenizas ácidas.