

I. RESUMEN

La raíz de *Valeriana officinalis* es la materia médica de una planta medicinal empleada desde muchos siglos atrás como sedante. Con el tiempo se le han atribuido además propiedades terapéuticas antiespasmódicas, anticonvulsivantes, antimicrobianas, cardiovascular y otras que han llevado al estudio minucioso de las características y propiedades de dicha planta. Sin embargo *V. officinalis* no es nativa de Guatemala y en nuestro país es la especie nativa *Valeriana prionophylla* a la que se le han atribuido las mismas propiedades medicinales (1,16).

Actualmente en Guatemala se encuentra disponible la valeriana en centros naturistas tanto locales como del interior del país. Sin embargo, la planta comercializada bajo este nombre común, incluye además de *V. prionophylla* a otras tres especies nativas de nuestra flora: *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides* y *Perezia nudicaulis*.

En el presente estudio se describieron algunos de los caracteres de identidad de cada una de las cuatro especies mencionadas, tales como: descripción micromorfológica e histológica y verificación histoquímica de los metabolitos presentes en raíz de valeriana.

Se elaboraron ejemplares de herbario de cada una de las especies en estudio con fines de identificación y como futuras referencias, los cuales fueron depositados en el herbario de la Escuela de Biología (BIGU).

Mediante el uso de las técnicas de cortes a mano alzada y disociado fuerte de raíz se logró la descripción de las principales características microscópicas de raíz de cada especie en estudio. *V. prionophylla* presentó gránulos de almidón con hendidura central, esclereidas ovaladas con extremos en punta, vasos reticulados grandes perforados en ambos extremos y células epidérmicas casi rectangulares

con cicatrices de tricomas. *C. nutans* presentó gránulos de almidón con tres hendiduras centrales, tricomas cónicos, esclereidas ovals grandes, fibras libriformes, células parenquimáticas ovaladas, vasos reticulados y macroesclereidas. En *V. zizanioides* se observaron células esclereidas cúbicas, células subepidérmicas largas y delgadas, vasos del xilema de gran diámetro, células endodérmicas con una pared lateral muy engrosada. *P. nudicaulis* presentó braquiesclereidas rectangulares a cuboides, células peridérmicas rectangulares de borde irregular, elementos cribosos del floema con forma cilíndrica y numerosas placas perforadas reticulares y simples.

Además para *V. prionophylla* también fueron hechos cortes transversales a mano alzada y diafanizado de hoja que evidenciaron tricomas de tipo tector, tricomas globulíferos multicelulares pediculados, tricapa de parénquima de empalizada, estomas anisocíticos en el lado adaxial y estomas anomocíticos y anisocíticos en el lado abaxial de la hoja.

Fue realizado un tamizaje microquímico para seis compuestos en cada especie: alcaloides, almidones, grasas y aceites esenciales, mucílagos, saponinas y taninos. La raíz y hoja de *V. prionophylla* dio positivo para todos los compuestos. *C. nutans* dio negativo únicamente para alcaloides. *V. zizanioides* presentó un resultado negativo para alcaloides y taninos. *P. nudicaulis* solo dio resultado negativo para alcaloides y débilmente positivo para taninos, todos los demás compuestos dieron positivo.

Por último se recolectaron y analizaron muestras comerciales de valeriana de ocho centros naturistas del país y se emplearon las técnicas de disociado fuerte y tamizaje fitoquímico para determinar las estructuras y compuestos de cada muestra comercial por tanto, su identidad. De las ocho muestras, únicamente la muestra proveniente del mercado de La Presidenta ubicado en la ciudad de Guatemala, se trataba de *V. prionophylla*. La muestra proveniente del mercado de la Florida

también ubicado en la ciudad de Guatemala demostró ser *C. nutans*. Las restantes seis muestras coincidían en muchas estructuras con las observadas en *C. nutans* pero además presentaban estructuras adicionales provenientes de alguna otra especie distinta a las estudiadas, lo que sugiere que las muestras se encontraban mezcladas con otras especies de plantas y no en forma pura.

II. INTRODUCCIÓN

Valeriana officinalis es una planta con propiedades sedativas e inductora del sueño de uso popular desde hace cientos de años; en las últimas décadas el interés por esta especie ha llevado al estudio tanto de sus componentes como de sus acciones farmacológicas. Por ser esta especie nativa de Europa, en nuestro país se ha recurrido al uso *Valeriana prionophylla*, planta que pertenece al mismo género y se le atribuyen las mismas propiedades. Esta teoría es respaldada actualmente por un estudio sobre la capacidad inductora del sueño y su efectividad contra el insomnio (1).

Comercialmente en Guatemala se ofrece un grupo de diversas plantas bajo el término Valerianas, entre las que también se encuentran *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides* y *Perezia nudicaulis*. Estas plantas pertenecen a otros géneros y presentan componentes, principios activos y por ende efectos terapéuticos diferentes a los de *V. officinalis*.

En este estudio se describieron y documentaron las características anatómicas microscópicas y microquímicas de cuatro especies comercializadas como Valeriana: *V. prionophylla*, *C. nutans*, *P. nudicaulis* y *V. zizanioides*. Se procesaron muestras provenientes de centros naturistas con el fin de identificar las especies que se comercializa como Valeriana en dichos centros. La presente investigación también formó parte del proyecto "Variabilidad genética, desarrollo de tecnología agrícola y caracterización fitofarmacéutica de una especie de Valeriana (*Valeriana prionophylla*) nativa de Guatemala con potencial de mercado como sedante natural" financiado y aprobado por CONCYT en la línea de propuestas de FODECYT. Dicho proyecto tiene como fin contribuir a la elaboración de una monografía farmacopéica y manuales de Control de Calidad de *Valeriana prionophylla*.

III. ANTECEDENTES

A. Plantas Medicinales

Las plantas medicinales son plantas con propiedades farmacológicas o principios activos en alguno de sus órganos; un principio activo es aquel que administrado en dosis suficientes produce un efecto curativo en humanos o animales. La mayoría de fármacos existentes en la actualidad provienen de plantas y son el producto de la investigación en plantas medicinales (2,3).

Los fármacos de síntesis son útiles en casos de emergencias, o cuando se requiere un principio activo en determinada cantidad y momento, sin embargo estos presentan una variedad de efectos adversos que pueden ser perjudiciales, por esta razón se está retornando al uso de remedios naturales, ya que estos tienen alta tolerancia, pocos efectos secundarios, un mecanismo de acción generalizada y se administran de forma fácil y segura (4).

Actualmente se posee mejor conocimiento de las propiedades medicinales, descifrando científicamente sus principios activos resultando en una descripción más precisa de las propiedades, contraindicaciones y efectos secundarios. Es gracias a este conocimiento que se han desarrollado nuevos preparados a base de plantas, en los que la selección de los ingredientes se lleva a cabo en laboratorios (4).

B. Fitoterapia

La fitoterapia se refiere a la ciencia que estudia la utilización de productos de origen vegetal con finalidad terapéutica, para prevenir, atenuar o tratar diversas enfermedades. Los límites de la fitoterapia en la terapéutica actual parten tres premisas:

- Los productos fitoterapéuticos producen menos efectos adversos que los fármacos sintéticos, natural no es sinónimo de inocuo

- Actualmente ya existe una base científica que sustenta la eficacia de muchos productos fitoterápicos para determinadas indicaciones
- La eficacia se logra con el uso apropiado de preparados fitoterápicos, tanto en indicación, como en administración y dosificación (5)

Con el avance en la química y el descubrimiento de complejos procesos de síntesis orgánica la industria farmacéutica desarrolló la producción de medicamentos que empleaban los principios activos de determinadas plantas medicinales, bajo la creencia que su efecto sería mayor y mejor; las propiedades de estos medicamentos resultaron ser menos eficaces además de que se corría el peligro de producir intoxicaciones e intolerancias, situación que no ocurre con el empleo de la planta entera (6).

Las ventajas de emplear plantas medicinales radica en que los principios activos de estas se encuentran biológicamente equilibrados por la presencia de sustancias complementarias, que se potencian entre si, de manera que no se acumulan en el organismo, limitando así efectos indeseables. A pesar de la creciente investigación de productos fitoterapéuticos aún se desconocen muchos de los principios activos de un gran número de plantas con cualidades sorprendentes (6).

C. Fenología

La fenología es la ciencia que se dedica al estudio de la influencia de los fenómenos climáticos en los ciclos vitales. Los límites de tolerancia de una especie vegetal localizada en una región geográfica determinada en la que vive y se reproduce incluyen temperatura, precipitación y las propiedades del suelo de dicha región (4).

En algunos casos la evolución ha llevado a que plantas que viven en regiones geográficas alejadas y que pertenecen a distintas familias presenten

características externas parecidas, ya que se han visto obligadas a adaptarse a condiciones ecológicas semejantes. Como ejemplo tenemos a muchos árboles que crecen en selvas lluviosas, alejados entre sí, que presentan similares formas y follaje desde el punto de vista botánico (3)

La dispersión de las plantas depende de los órganos reproductores de estas; las especies con diminutas esporas, como los helechos y musgos, se dispersan sobre grandes extensiones gracias a su capacidad de ser transportadas por corrientes de aire. Por el contrario las semillas de las especies adaptadas a selvas tienen poca capacidad de dispersión por ser de gran tamaño (3).

D. Características de Identidad

El proceso de identificación de una planta inicia en el momento en que se recolecta; se recomienda que el ejemplar sea fresco y se encuentre en floración. Las anotaciones para identificar una especie deben contener: el lugar y fecha de la recolección, nombre común de la planta, referencias sobre sus características más importantes, diferencias morfológicas notables, variaciones tales como altura y otras medidas de la planta y sus partes, presencia de pilosidad, espinas, color de los diversos órganos y en general todas aquellas características que se puedan perder o alterar durante el secado, al marchitarse o con el tratamiento de medios de conservación (7).

Entre las anotaciones auxiliares para la identificación, también se recomienda mencionar el tipo de formación o asociación vegetal que integra el ejemplar coleccionado o las características del suelo, exposición del terreno, altitud, latitud geográfica. Por último el paso final en la identificación taxonómica del material es el cotejo de sus características con las señaladas en las claves botánicas (7,8).

E. Descripción Botánica y Morfología Vegetal

La botánica es la ciencia que estudia todos los aspectos de las plantas, desde las más pequeñas y simples hasta las más grandes y complejas; las características de los individuos aislados y las complejas interacciones de los distintos miembros de una comunidad botánica con su medio ambiente y con los animales. La botánica también estudia los caracteres anatómicos y morfológicos de las plantas dentro de la rama de Anatomía y Morfología Vegetal esta permite describir y comprender la estructura interna y externa de las plantas y la forma en que funcionan (7).

Dentro de los aspectos morfológicos más relevantes para la identificación y estudio de una planta se encuentran:

1. Elaboración de esquemas

Se realizan esquemas de raíz, tallo, hojas, inflorescencia, flores, fruto (vista externa y corte transversal) y semilla. Indicar las medidas de cada órgano (8).

2. Descripción de cada órgano vegetal:

a. Raíz

Tipo de sistema apical (Axonomorfo, fibroso, napiforme, etc.) y en longitud de la raíz principal (9).

b. Tallo

Hábito de la planta según el tallo (arbórea, arbustiva, herbácea, sufrutescente, trepadora, etc.), Tipo de tallo (monopólico, simpódico, estípite, culmo, etc.) Clasificación de ramas, modificaciones de tallo si las hubiera (zarcillos, espinos, etc.). Presencia de lenticelas en ramas. Longitud de tallo principal y de tallos modificados (9).

c. Hojas

Filotaxia de las hojas del tallo, composición de las hojas, medidas (largo de peciolo, largo y ancho de la hoja en mm), forma de lámina, tipo de borde, tipo de base, tipo de ápice, tipo de nervadura, presencia de estípulas. Modificaciones de hoja (9).

d. Flores

Tipo de polinización de la flor, fórmula floral, simetría de la flor, verticilios presentes en la flor, mitad de ancho de la flor en mm. Para cada verticilo describir el Cáliz (forma color y número de sépalos), la Corola (forma, ornamentos, aroma y prefloración), el Androceo (descripción de forma, tamaño y número de las anteras y los estambres), el Gineceo (carpelos, óvulos y ovarios) (9).

e. Inflorescencia

Clasificación técnica, largo y ancho (9).

f. Fruto

Nombre técnico, carpelos, semillas, medidas, epicarpio, mesocarpio y endocarpio (9).

g. Semilla

Forma, tamaño y características de las semillas; descripción de la testa, tejidos de reserva y embrión. Medidas del fruto (9).

3. Descripción de características micromorfológicas

Los caracteres microscópicos de la planta son observados mediante técnicas especializadas, entre las que se encuentran: cortes a mano alzada, mediciones microscópicas, pruebas microquímicas, técnicas de diafanizado, semidiafanizado, disociado débil, disociado fuerte, etc.; cada técnica se

selecciona según la parte de la planta a estudiar. Dentro de las características micromorfológicas se incluyen (10):

a. Descripción de la célula y sus componentes

Citoplasma, retículo endoplasmático, aparato de Golgi, plastidios, microsomas, ribosomas, esferosomas, microtúbulos, núcleo, vacuolas, sustancias ergásticas (8).

b. Meristemos

Clasificación, citología, desarrollo (8).

c. Parénquima

Forma y disposición, estructura y contenido (8).

d. Colénquima

Posición, estructura y disposición (8).

e. Esclerénquima

Fibras y esclereidas (8).

f. Xilema

Elementos traqueales (8).

g. Floema

Elementos cribosos y su filogenia, células anejas y albuminíferas, protofloema y metafloema (8).

h. Conductos secretores

Tipos y estructuras (8).

4. Caracteres microscópicos de drogas constituidas por raíces

a. Disposición de los tejidos primarios de la raíz

La estructura primaria de la raíz en corte transversal muestra:

- i. Epidermis: posee cutícula delgada, pelos absorbentes en la zona pilífera y carece de estomas (10-11).
- ii. Corteza: comprende la exodermis, parénquima cortical y endodermis; su función es transporte de agua y materiales. Este tejido ocupa la mayor parte de la raíz y posee numerosos espacios intercelulares para la aireación de la raíz (10-11).
- iii. Exodermis: se ubica por debajo de la epidermis, con función protectora, y formado por células de paredes gruesas (10-11).
- iv. Parénquima cortical: formado por células de pared delgada que almacenan almidón, proteínas o grasas (10-11).
- v. Endodermis: capa uniestratificada y compacta sin espacios intracelulares, estas células poseen suberina en forma de banda alrededor de las células en las paredes radiales y transversales. A esta banda se le llama banda de Caspary. En las plantas *Poaceae*, puede ser fragmentada por raíces laterales. Para las plantas *Asteraceae* las células de la endodermis se dividen tangencialmente desarrollando canales secretores (10-11).
- vi. Cilindro central o vascular: se encuentra formado por periciclo, cordones xilemáticos, cordones floemáticos y escasa o nula médula (10-11).

b. Disposición de los tejidos secundarios de una raíz

Las raíces de la mayoría de dicotiledóneas y gimnospermas desarrollan un cambium que origina tejido vascular secundario y un felógeno que produce la peridermis. Las criptógamas y las monocotiledóneas no tienen raíces con crecimiento secundario (10-11).

La estructura de una raíz vieja, con una considerable cantidad de tejido secundario, se parece superficialmente a la de un tallo con crecimiento secundario, excepto que en el xilema primario se puede ver el protoxilema. El diámetro de la endodermis y el número de células endodérmicas aumenta dramáticamente con el crecimiento secundario (10-11).

En la dicotiledóneas el xilema secundario contiene vasos de diferente diámetro, con paredes secundarias reticuladas, también hay fibra y parénquima. El floema está compuesto por tubos cribosos, células compañeras, fibras y parénquima. Los rayos del xilema se continúan en el floema (10-11).

5. Caracteres microscópicos de drogas constituidas por hojas

Una hoja consta de epidermis superior e inferior, tejido fundamental llamado mesófilo y tejido vascular formado por venas. Dada la estructura aplanada de la hoja, se distinguen dos superficies foliares: superior o adaxial e inferior o abaxial (10-11).

a. Epidermis

Se encuentra compuesta de diversos tipos de células: guardianes u oclusivas de los estomas, subsidiarias, tricomas o pelos glandulares o no glandulares, células silíceas y del corcho, células buliformes, litocistos y otros (10-11).

Las plantas dicotiledóneas presentan sus estomas distribuidos al azar y con desarrollo mixto, es decir que estomas maduros e inmaduros se encuentran mezclados. En las plantas mesófitas los estomas ocupan una posición protuberante, es decir por encima del nivel de la epidermis. Por otro lado, los estomas de las xerófitas se encuentran hundidos en una

cripta. Las monocotiledóneas presentan estomas ordenados en líneas paralelas al eje foliar (10-11).

b. Mesófilo

Por su alto contenido en cloroplastos a las células de este tejido se les denominan células clorénquimáticas. En las hojas dorsiventrales, se distinguen dos zonas: el parénquima de empalizada y el parénquima lagunar o esponjoso. En las isobilaterales suele existir parénquima de empalizada en ambas superficies. Las hojas céntricas tienen parénquima de empalizada alrededor de la circunferencia de la hoja (10-11).

El parénquima esponjoso, si presente, consiste de células de forma variada, con frecuencia irregulares y ramificadas, separadas por amplios espacios de aire. En la mayor parte de las hojas existe una capa especializada de células llamada mesófilo paravenal, que media en la transferencia del mesófilo al floema (10-11).

c. Tejido Vascular

La nervadura o venación de la hoja madura está constituida por un sistema complejo de haces vasculares o venas. Las hojas de la mayoría de dicotiledóneas tienen una vena media y una red de venas progresivamente menores, que forman un sistema de venación reticulado (10-11).

Los haces vasculares más grandes poseen traqueidas y vasos como elementos conductores; en los más pequeños los elementos de conducción son exclusivamente traqueidas con engrosamiento anular y helicado (11).

d. Tejido de sostén

Entre los tejidos de sostén de las plantas Dicotiledóneas se encuentran el colénquima en posición subepidérmica. Muchas hojas presentan esclereidas en el mesófilo. En las hojas Monocotilodóneas el tejido que refuerza los numerosos haces vasculares son las fibras del esclerénquima (11).

F. Compuestos Fitoquímicos

Son compuestos químicos derivados de plantas que no constituyen nutrientes esenciales para la vida, pero que poseen un efecto benéfico en la salud humana (3).

1. Metabolitos Secundarios

Son compuestos producidos por plantas o microorganismos, cuya función dentro del metabolismo es en algunos casos desconocida. Existen teorías de que estos compuestos son empleados como metabolitos de defensa al ataque de depredadores o son la respuesta a condiciones ambientales de estrés. Los metabolitos secundarios se dividen en:

a. Alcaloides

Sustancias orgánicas nitrogenadas de gran complejidad molecular, con propiedades y acción fisiológica enérgica; siendo en su mayor parte venenos vegetales muy activos, cuyo uso inadecuado causa intoxicaciones e incluso la muerte. Se emplean en terapéutica en pequeñas dosis como estimulantes cardíacos y cerebrales; una mayor dosis disminuye la actividad motora ocasionando sueño (acción narcótica); una dosis muy alta provoca estado de inconsciencia. Su ingesta produce dependencia; sin embargo existen numerosas plantas medicinales que pueden consumirse de forma segura pues sus principios

activos se encuentran en proporciones que son inocuas para el organismo (4, 12).

Según su composición química y estructura molecular, los alcaloides pueden dividirse en varios grupos:

- i. Isoquinoleicos: como la morfina, etilmorfina, codeína, papaverina y contenidos del opio.
- ii. Indólicos: como la ergometrina, ergotamina, ergotoxina y el cornezuelo de los cereales.
- iii. Quinoleicos: como el pedúnculo foliado de la ruda.
- iv. Piridínicos y piperídicos: como la ricina y cicutina.
- v. Derivados del tropano: como la escopolamina y atropina.
- vi. Esteroides: como la raíz del eléboro, dulcamara o aconitina.
- vii. Otros: fenilaminas, colquicina, capsaicina (5).

b. Glucósidos

Se trata de compuestos obtenidos por descomposición hidrolítica dando como resultado glucosa y otra u otras sustancias. Estos son venenos activos útiles en medicina en pequeñas dosis. Los glucósidos se producen en el metabolismo secundario de las plantas y se componen de dos partes; una inactiva (azúcar o glúcido), con efectos favorables en la absorción y solubilidad del glucósido; y otra activa, (alcohol u otro compuesto orgánico) que se utiliza con carácter terapéutico, a esta parte activa se le denomina genina (13).

En base a su composición química se dividen en:

- i. Cardioglucósidos o glucósidos cardiotónicos: se trata de sustancias que regulan la actividad cardiaca en dosis muy

pequeñas. Estos a su vez se subdividen según su base o estructura química en cardenólidos y butadienoles. Estos compuestos poseen acción tónica y fortalecedora del corazón, aumentando su fuerza contráctil y regulando el ritmo (8, 9).

- ii. Sulfurados o tioglucósidos: estos compuestos contienen sustancias ligadas orgánicamente con azufre, dicha sustancia se libera por acción de la miosina, que los descompone en glucosa e isoculfocianatos o senevoles. Presentan propiedades antibióticas, balsámicas, rubefacientes y antirreumáticas, favorece la digestión y la evacuación de la bilis (1, 14).
- iii. Antocianínicos o antocianinas: son los pigmentos que le confieren ciertos colores a las flores (azules, rojos, violetas), frutos y raíces. Poseen acción antiséptica, antiinflamatoria y protectora del cabello (1).
- iv. Cianogenéticos: la genina del glucósido cianogenético es una sustancia muy tóxica. Se encuentra formada por un compuesto cianhídrico ligado a un azúcar. Su descomposición enzimática da como resultado el ácido cianhídrico libre, el cual se trata de un veneno soluble en agua (5).
- v. Antraquinónicos: son sustancias químicas que se basan en una serie de pigmentos cristalinos frágiles. Estos glucósidos se activan mediante las enzimas producidas por bacterias intestinales; estimulan los movimientos peristálticos del intestino e inhiben la absorción de agua. También posee acción digestiva, colerética y colagoga, es decir, favorece la digestión, así como la producción y evacuación de la bilis (5).
- vi. Fenólicos: estos liberan hidroquinona, una sustancia antiséptica y antiinflamatoria del aparato urinario (4, 5).
- vii. Cumarínicos o lactónicos: son compuestos formados por la fusión de la pirona y el benceno. Son empleados en la industria

cosmética, perfumería, tintas, etc. Medicinalmente poseen propiedades antiespasmódicas, antibióticas, tónico-venosas y anticoagulantes (1).

- viii. Flavonoides: son compuestos de flavonas y sus derivados; las flavonas son cada los pigmentos amarillos presentes en las partes verdes de las plantas junto a la clorofila y los carotenoides. Fortalecen los capilares sanguíneos y mejoran la oxigenación de los tejidos; son cardiotónicos, hemostática y antiinflamatorios (14).
- ix. Saponínicos, saponinas o sapogeninas: son derivados terpénicos que agitados en agua producen espuma similar a la del jabón, reduciendo la tensión superficial del agua. Son excelentes emulsivos. Producen hemólisis de los eritrocitos, por lo que se le considera dañinas vía intravenosa. Se emplean como limpiadores y espumantes, especialmente en líquidos de extinción de incendios. La hidrólisis enzimática u oxidación de las saponinas produce un azúcar (generalmente una glucosa) y una sapogenina; algunos de estos azúcares se utilizan como materia prima en la síntesis de hormonas esteroideas. Las saponinas relajan el intestino e incrementan las secreciones de las mucosas bronquiales, facilitando la expectoración; también se emplean como diuréticos y desinfectantes de las vías urinarias. En uso externo son analgésicas y cicatrizantes (4, 8).

c. **Glúcidos o carbohidratos**

Sustancias compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno que constituyen las reservas energéticas de las células vegetales (almidón) y animales (glucógeno). Los glúcidos se dividen en tres clases: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Los glúcidos más importantes son los azúcares, almidón, mucílagos, celulosa, pectina e inulina (12).

- i. Azúcares: son glúcidos simples, dulces y solubles en agua. Los más sencillos de todos (monosacáridos) son la glucosa y la fructosa. Otro azúcar menos simple (disacárido) es la sacarosa. Los azúcares tienen un efecto tonificante sobre el organismo, y la glucosa es la principal fuente de energía de las células (4).
- ii. Almidón: glúcido complejo (polisacárido), representa la principal reserva de carbohidratos en las plantas superiores, es insoluble en agua fría, en agua caliente se forma una suspensión coloidal que al enfriarse se vuelve gelatinosa. Posee acción emoliente, que aporta una acción suavizante y antiinflamatoria sobre la piel y mucosas; acción energética, producida durante los procesos digestivos (4).
- iii. Mucílagos: derivados de glúcidos gelatinosos con gran capacidad para retener líquidos. Protegen los conductos digestivos y las mucosas ante agentes irritantes químicos o mecánicos. Poseen acción terapéutica como emolientes, laxantes suaves, antiinflamatorios y antitusivos; por lo que resultan útiles en afecciones inflamatorias del aparato digestivo, piel y del aparato respiratorio (4).
- iv. Celulosa: glúcido complejo (polisacárido) formado de largas cadenas de glucosa unidas entre sí por enlaces glucosídicos, y que forman parte de las paredes celulares de los vegetales; estas paredes constituyen junto con la lignina los tallos leñosos de las plantas. Medicinalmente facilita la progresión intestinal de las heces, evitando el estreñimiento (4).
- v. Pectina: glúcido complejo (polisacárido) que forma parte de la pared celular de los vegetales. Presenta gran importancia como emoliente y lubricante del aparato digestivo, permite el progreso de las heces y evita el estreñimiento (4).

vi. Inulina: glúcido complejo (polisacárido), compuesto de cadenas de fructosa, presente en las raíces de ciertas plantas. La inulina se convierte en fructosa durante la digestión, y es tolerada por los diabéticos ya que no precisa de la insulina para su metabolismo (4).

d. Taninos

Son compuestos fenólicos hidrosolubles, de sabor áspero y amargo. Presentan composición química variable pero con una característica en común, que es la de ser astringentes y coagulantes de los alcaloides, albúminas y metales pesados. Poseen acción astringente, hemostática, antiséptica y tonificante (4)

Las decocciones se emplean externamente para detener pequeñas hemorragias; en inflamaciones de la cavidad bucal, catarros, bronquitis, quemaduras y hemorroides. Internamente, son de gran utilidad contra la diarrea, enfriamiento intestinal y afecciones vesiculares (4, 5).

e. Ácidos orgánicos

Variedad de ácidos presentes en los frutos de numerosas plantas. Los ácidos de mayor importancia son los ácidos cítrico, málico, tartárico, salicílico, oxálico y grasos (14)

i. Ácido cítrico, málico y tartárico: ácidos abundantes en los frutos y bayas, reducen su concentración conforme maduran. El ácido cítrico abunda es empleado en la industria como aditivo acidificante de bebidas y alimentos. El ácido málico se utiliza en la fabricación de laxantes y fármacos para el sistema respiratorio, también se emplea como aditivo alimentario y aromático. El ácido tartárico se en alimentos, bebidas efervescentes, tintorería,

fotografía, barnices y en la elaboración de laxantes suaves. Estos tres ácidos poseen propiedades ligeramente laxantes, diuréticas y aperitivas (14).

- ii. **Ácido salicílico:** compuesto orgánico de tipo fenólico. Posee propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antipiréticas y antireumáticas (14).
- iii. **Ácido oxálico:** abundante en la naturaleza vegetal, sobre todo en las hojas verdes. Suele formar sales minerales en conjunción con el calcio y potasio por lo que puede producir litiasis (14).
- iv. **Ácidos grasos:** principal componente de las grasas; existen dos de gran importancia:
 - **Ácido linoleico:** ácido graso poliinsaturado, incoloro e insoluble en agua. Tiene propiedades útiles para el sistema nervioso.
 - **Ácido oleico:** ácido monoinsaturado, principal componente del aceite de oliva. Útil contra la hipercolesteremia (14).

f. Aceites

Son sustancias líquidas a temperatura ambiente y sólidas a bajas temperaturas; insolubles en agua pero no en disolventes orgánicos. Poseen propiedades emolientes, nutritivas y energéticas (4).

g. Esencias y resinas

Las esencias también reciben el nombre de aceites etéreos, esenciales o volátiles; la mayoría son insolubles en agua pero solubles en alcohol, éter, aceites vegetales y minerales. Generalmente se componen de hidrocarburos de la serie de los terpenos, sesquiterpenos y sus alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas, etc (4).

Las resinas son un complejo de glúcidos, ácidos orgánicos, ésteres, alcoholes y esencias terpénicas que se obtienen mediante incisión en el tallo o destilación, oxidación o evaporación de alguna esencia (4).

Los aceites esenciales poseen propiedades antirreumáticas, desinfectantes o bactericidas, digestivas, etc. En dosis muy elevadas o administrados por largos periodos de tiempo pueden producir efectos como nerviosismo, irritabilidad y convulsiones. Por otro lado las resinas poseen propiedades antiespasmódicas, antisépticas del aparato urinario, antirreumáticas, rubefacientes y purgantes (4)

G. *Valeriana officinalis*

1. Clasificación

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisión:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Dipsicales</i>
Familia:	<i>Valerianaceae</i>
Género:	<i>Valeriana</i>
Especie:	<i>Valeriana officinalis</i> (15)

2. Nombres Populares

Valeriana, hierba de los gatos, baldriana (1,16)

3. Botánica

Pertenece a la familia *Valerianacea*, género *Valeriana* L. del cual se reportan más de 200 especies a nivel mundial (17).

- a. **Tallo:** tallo floral que surge a los 2 ó 3 años, redondo, único, hueco, acanalado, de 50 – 150 cm de altura
- b. **Rizoma:** cónico o cilíndrico pequeño (50 mm de largo por 30 mm de diámetro) productor de estolones nudosos subterráneos, de 8 a 15 raicillas divergentes (1 – 3 mm de diámetro por 100 mm de largo o más) de coloración parda en el exterior y blanquecina en el interior, que al secarse desprende un olor desagradable característico por efecto del ácido isovalérico. Contiene numerosas raíces gruesas de color café oscuro que se encuentran alrededor de un cordón lúneo. En la sección longitudinal la médula presenta una cavidad central atravesada por un septo. Los estolones miden de 20 – 50 mm de largo y son de color gris amarillento con nódulos prominentes separados por internodos longitudinalmente estriados.
- c. **Hojas:** basales, opuestas, imparipinadas con 6 a 10 pares de lóbulos lanceolados, bordes aserrados y estípulas que conforman una roseta basal; de sabor inicialmente dulce y luego picante y/o amargo.
- d. **Flores:** pequeñas y muy numerosas, presentan un color rosado pálido o rojizo, con corola tubulosa.
- e. **Fruto:** es seco, aquenio coronado de un vilano plumoso, con una sola semilla que mide alrededor de 3 mm (1, 16-18).

4. Identificación Microscópica

Visto bajo el microscopio y empleando solución de hidrato de cloral las características diagnósticas de la raíz de *V. officinalis* son:

- Numerosos granos de almidón que miden 20 μ m de diámetro, formados por 2, 3 ó 4 componentes, presentan un hilum radiado o en hendidura (16-20).

- Se observa abundante parénquima en corteza y médula rodeando el floema; numerosos granos de almidón; las células suelen ser largas, redondeadas en vista transversal y elongadas en vista longitudinal, con paredes celulares gruesas (18-20).
- Grupos ocasionales de esclereidas del rizoma y de la base del tallo. Las que provienen del rizoma se componen de células pequeñas con pared gruesa y lumen angosto. Las esclereidas provenientes de la base del tallo se presentan en dos capas, las células que se presentan de forma individual son más largas que las del rizoma, subrectangulares y con paredes ligeramente gruesas (18 - 19).
- La capa pilífera de las raíces se compone de células con pared delgada; en la vista superficial las células son elongadas y pueden mostrar tricomas unicelulares o sus cicatrices. Algunos tricomas también se pueden observar aún en materia médica en polvo. La hipodermis se encuentra usualmente asociada a la capa pilífera (18 - 19).
- Los elementos traqueales aparecen solos o en pequeños grupos, de pared lignificada, un poco largos y usualmente reticulados; los elementos traqueales de la base del tallo son más largos y en ocasiones tienen pequeñas cavidades en el borde. Se puede encontrar una pequeña cantidad de parénquima del xilema con paredes delgadas ligeramente lignificadas asociados a los elementos traqueales (18 - 19).
- El tejido tegumentario del rizoma se compone de una o más capas de células largas que contienen secciones de material granular, las paredes son lignificadas y moderadamente gruesas (18-20).
- La endodermis del rizoma y la raíz está compuesta de células elongadas con paredes tangenciales onduladas (18-20).
- Las ocasionales fibras de la base del tallo, son de pared moderadamente gruesa, lignificadas y presentan cavidades simples (18 - 19).

El rizoma en corte transversal presenta numerosos nodos vasculares provenientes de estolones. La epidermis y exodermis se encuentran reemplazadas por peridermis en desarrollo. La médula presenta numerosas cavidades de distintos tamaños; las más grandes se encuentran separadas por tejido parcialmente esclerificado (20).

Es difícil observar la diferencia bajo el microscopio entre las raíces pulverizadas de las especies de *Valeriana*. La cromatografía de capa fina para determinar la presencia de ácido valerénico es la mejor forma de probar la identidad de *V. officinalis* (20).

5. Hábitat

Del género se han identificado 250 especies distribuidas en todo el mundo, la mayoría en la zona cordillerana de América. *Valeriana officinalis* es originaria de Europa y oeste asiático, naturalizada en el noroeste de América; crece en prados bajos y arenosos, lugares húmedos y sombreados, bosques, tierras cercanas a los arroyos y zonas montañosas hasta los 2000 metros de altura. Se cultiva en varios países como Bélgica, Holanda y Alemania (1, 16-17).

6. Composición Química General

a. **Aceite esencial (0.5 – 1 %):** Compuesto por monoterpenos (canfeno, α -terpineol), sesquiterpenos (azuleno, β -cariofileno, α , β , γ , δ -valeno), monoterpenoles (borneol, geranil, α -terpineol), ésteres terpénicos (acetato, butirato, formiato e isovalerianato de bornilo, acetil-mirtenol), sesquiterpenonas (valerenal, valeranona, valerenona, faurinona) y sesquiterpenos ácidos (ácido valerianico o ácido valerénico, ácido isovalerénico, ácido acetoxivalerénico). El acetato y el isovalerianato de bornilo son los principales constituyentes. El éster del ácido valerianico se saponifica al desecarse la planta, transformándose en ácido isovalerianico,

confiriéndole el olor desagradable que aparece luego de ser arrancada la raíz. De estos compuestos abundan más los sesquiterpenos, los cuales son de mayor importancia en cuanto a actividad biológica (1, 16, 18, 21).

b. Iridoides (0.5 – 2%): triésteres de terpenoides también conocidos como valepotriatos, se dividen en:

- Diénicos: valtrato (0.1 – 0.5%), isovaltrato, homovaltrato, acevaltrato, valeclorina, 7-epideacetil-isovaltrato (1).
- Monoénicos: dihidrovaltrato, isovaleroxi-HO-dihidrovaltrato, deoxidodihidrovaltrato, homodeóxido-dihidrovaltrato y homodihidrovaltrato (1).

c. Alcaloides (0.01 – 0.05%): se encuentran presentes en muy pequeñas cantidades, Ej.: actinidina, valerianina u 8-metoxi-actinidina, clatinina, valerina, naftiridilmetilcetona 18, valtroxal, α -metilpirrolilcetona, dipiridimilcetona, epoxidibutirato y pinoresinol (1, 16, 18, 21).

d. Flavonoides: presentes en plantas en floración de forma glicosilada o como aglicones; se han aislado luteolina, diosmetina y kaemferol (21).

e. Aminoácidos: contiene apreciables cantidades de aminoácidos, encontrándose mayores cantidades de tirosina, glutamina, GABA, arginina, alanina y triptófano (16, 21).

f. Otros: ácidos fenólicos (ácidos cafeico y clorogénico), lignanos (pinoresinol- β -glucósido, pinoresinol-di- β -glucósido, hidroxipinoresinol, masoniresinol- β -glucósido, β -glucosil-olivilo, berchenol- β -glucósido) taninos, agua (66 – 80 %), glúcidos (almidón, glucosa, sacarosa), minerales (manganeso, calcio, potasio), lipasas, oxidasas, valerido (glucósido), colina (3 %), tocoferol (flores) (1, 16).

g. Composición por partes

- i. **Raíz:** aceites esenciales de composición compleja que contiene acetato de bornilo, β -cariofileno, α - y β -pineno, valeranona, valeranal, β -ionona, isovalerato de eugenilo, isovalerato de isoeugenilo, alcohol patchouli, valerianol, borneol, camfeno, β -bisaboleno, ledol, ácido isovalérico, terpinoleno, alcaloides (actinidina, valerianina, valerina, catinina), iridoides (valepotriatos, didrovaltratos, isovaltratos), colina (3 %), metil-2-pirrolilcetona, ácidos caféicos y clorogénico, β -sisterol,, taninos y gomas (1).
- ii. **Corteza:** ácidos orgánicos (acético, fórmico, valérico) alcaloides (catinina, valerianina), borneol, formato de bornilo, acetato de bornilo, butirato de bornilo, isovalerianato de bornilo, camfeno, pineno (1).
- iii. **Flores:** contienen tocoferol y flavonoides (1, 18).
- iv. **Semillas:** secas contienen proteína (19 %) y grasas (30 – 34 %) (1).

7. Usos Medicinales Atribuidos

La infusión y tintura de raíz se usan para facilitar el sueño, tratar afecciones nerviosas como ansiedad agotamiento, convulsiones, epilepsia, mareos, nerviosismo, neuralgia o neurastenia; catarro, fiebre, resfrío, reumatismo, infección renal, problemas cardíacos y afecciones digestivas (cólera, cólico, dispepsia, parasitismo). La administración de valeriana no tiene efectos inmediatos y requiere su uso por 2-3 semanas para presentar resultados equivalentes a los obtenidos con fármacos, con la ventaja de no producir efectos adversos ni dependencia. (1, 16)

La decocción de raíz también se aplica tópicamente en cataplasmas o compresas para curar contusiones, heridas, llagas y raspones, así como resolver tumores y enfermedades de los ojos, administrada como enema se utiliza para tratar afecciones intestinales (1, 16).

Se le atribuye propiedad antibacteriana, anodino, anticasca, calmante, carminativa, depurativa, diurética, espasmolítica, estomáquica, expectorante, hepatoprotectora, hipnótica, hipotensora, sedante, sudorífica, tónica, tranquilizante y vulneraria (1).

8. Acciones Farmacológicas

La actividad terapéutica de la raíz de *Valeriana officinalis* se corresponde fundamentalmente con dos aspectos: antiespasmódico y sedante; este último efecto por el sinergismo entre los valepotriatos, alcaloides y el aceite esencial, aunque aún falta aclarar algunos aspectos del mecanismo de acción. No hay que descartar su actividad anticonvulsivante, poco valorada por los médicos (16).

a. Actividad Sedante

Distintos estudios realizados con diferentes extractos de raíz de valeriana en ratones y ratas determinaron prolongación del sueño barbitúrico, disminución en los reflejos, sedación y disminución de la actividad locomotriz, medido a través de tests de actividad espontánea. A su vez la administración del extracto etanólico de la raíz a ratones en una simple dosis intraperitoneal de 100 mg/kg, demostró ejercer efectos anticonvulsivantes bajo inducción con picrotoxina (16, 22-23).

De acuerdo a dos ensayos clínicos randomizados, a doble ciego, realizados por 28-42 días consecutivos; el suministro de extractos secos de raíz de valeriana evidenció una calidad de sueño comparable con el

oxazepam en casos de insomnio no orgánico ni psiquiátrico. En pacientes con edades avanzadas, se encontró que los extractos de valeriana demostraron una actividad sedante y conciliadora del sueño inferior a 15-30 mg de temazepam. Por otra parte, en otro estudio se observó que la administración de un extracto estandarizado de *Valeriana officinalis* en dosis oral de 400 mg/día produjo un efecto pre-anestésico que reduce la ansiedad de pacientes que iban a ser sometidos a una intervención quirúrgica (16, 24-26).

Se ha observado que la combinación de valeriana con otras drogas vegetales presenta efectos sinérgicos entre sí, mejorando la calidad del sueño en pacientes con insomnio de origen no psiquiátrico ni crónico. En un estudio doble ciego sobre 100 pacientes se reveló la superioridad de una combinación de valeriana e hipérico (*Hypericum perforatum*) sobre diazepam, en lo referente al control o manejo de cuadros ansiosos. Esta última combinación también demostró efectos beneficiosos comparables a amitriptilina (75 mg/día) como terapia antidepresiva, a través de un ensayo clínico realizado a doble ciego durante 6 semanas de tratamiento (27-30).

La valeriana se ha empleado en pacientes con historia de abuso a psicofármacos y alcohol; se ha observado que la administración de extractos secos de la raíz en combinación con drogas vegetales ansiolíticas, antidepresivas y adaptógenas, presenta respuestas satisfactorias. En un estudio clínico multicéntrico a doble ciego *versus* placebo, la administración a voluntarios sanos de una combinación con extracto seco 5:1 de raíz de *Valeriana officinalis* (120 mg) y extracto seco (5:1) de *Melissa officinalis* (80 mg), en dosis de 3 tomas durante 1 mes de tratamiento, demostró una mejor calidad de sueño (33%) en relación al placebo (9%). En otro estudio se observó que la combinación de

extractos de raíz de valeriana con extractos de kava demostró mejorar la calidad del sueño en pacientes con insomnio producido por situaciones de estrés (31-33).

b. Actividad Espasmolítica

En una época ensayos realizados con íleon aislado de ratas, hacían presumir que el efecto espasmolítico era debido a la presencia de ácido valerénico en el aceite esencial. Estudios posteriores *in vivo* sobre íleon de cobayo indicaban una mayor incidencia espasmolítica en los irioides, entre ellos el valtrato, didrovaltrato, valtrato 8a, isovatrato 8c y didrovaltrato 9a junto con la valeranonona del aceite esencial. El efecto relajante muscular no está mediado por la interacción con receptores colinérgicos o adrenérgicos, sino que es consecuencia de un efecto musculotrófico directo comparable al producido por la papaverina (34-36).

c. Actividad Antimicrobiana

Se ha demostrado que presenta actividad *in vitro* contra *Staphylococcus aureus* y *Mycobacterium* sp. El extracto alcohólico de flores demostró tener actividad contra *Fusarium oxysporum*. La raíz resulta efectiva contra *Trogoderma granarium*, *Salmonella typhi*, *S. dysenteriae*, *S. enteritidis*, *S. flexnerii* y *Mycobacterium tuberculosis* (37-40).

d. Actividad Cardiovascular

V. officinalis posee actividad vasodilatadora coronaria y acción antiarrítmica en conejos, ratas y gatos. Un estudio sobre *Valeriana officinalis* var. *latifolia*, demostró mejorar los cuadros anginosos de pacientes con trastornos coronarios (41-42).

e. Otros

Estudios han demostrado que los extractos de raíz administrados por vía oral durante 3 – 4 semanas reducen los síntomas y úlceras gástricas de trabajadores sujetos a excesos de tareas y situaciones de estrés. Es importante señalar que el valtrato y el dihidrovaltrato, *in vitro*, han demostrado efectos citotóxicos sobre hepatomas y tumores ascíticos. Todos los valepotriatos, excepto uno han demostrado un efecto inhibitorio en la ruta alternativa del complemento, dicha actividad indica la posibilidad de emplear estos compuestos en algunas enfermedades autoinmunes (1, 43-45).

9. Efectos Colaterales

Se han reportado algunos efectos colaterales relacionados al uso de *V. officinalis* por periodos breves. Las reacciones adversas reportadas en ensayos clínicos incluyen sedación prolongada o somnolencia, confusión, dolor de cabeza, depresión, dispepsia, sinus taquicárdica y prurito. Se han descrito reacciones paradójicas, que incluyen estimulación del sistema nervioso central y agitación. La administración de *V. officinalis* por períodos prolongados podría conducir a dependencia fisiológica asociada a síndrome de privación tras la discontinuación abrupta; efectos asociados a la administración por períodos largos o a altas dosis (5 g/día) son: pirosis, diarreas, cefaleas, vértigos, acúfenos y acentuada depresión central. La DL₅₀ del extracto de la raíz por vía intraperitoneal en ratón fue calculada en 30 mg/kg y en ratas de 15 mg/kg. La DL₁₀ fue calculada en 18.6 mg/kg en ratas. La administración de dosis superiores a 30 g diarios de tintura de valeriana puede dar alteraciones similares a un síndrome cerebeloso de acuerdo con experiencia en ratas. La administración del extracto alcohólico de raíz de valeriana en ratas (300-600 mg/kg) bajo suministro intraperitoneal durante 30-45 días, no evidenció alteraciones en el peso, parámetros hematológicos ni trastornos del crecimiento. La administración del extracto

etanólico (1.6 ml/Kg) por vía oral a conejas y ratas preñadas no presentó actividad teratogénica ni embriotóxica; tampoco evidenció actividad inhibidora de la ovulación en ratas (22, 36, 46-48).

10. Agricultura

Se cultiva en Europa, Asia y Norteamérica. El material que se usa medicinalmente en Mesoamérica es importado de Estados Unidos o Europa o pertenecen al género *Valeriana* que crece silvestremente y del cual se asume que tiene composición química parecida y efectos farmacológicos similares (1).

V. officinalis se adapta a varios tipos de suelo, prefiere lugares frescos y húmedos (600-700 mm/año). Se propaga por semilla (1000 semillas pesan 0.46 gr) o división de pies. La semilla tiene poder germinativo de 65 % a 20° C durante 16 – 20 días en oscuridad; para pies madres se usan los de más de un año, puede dar 10 – 20 plantas cada uno, asegura la multiplicación de genotipos aunque menos abundante. Se trasplantan a 60 – 80 cm entre surcos y 30 – 40 cm entre plantas, requieren mucho cuidado y humedad, fertilizar orgánica y químicamente. Se prefiere la propagación por semillas pues la propagación vegetativa de ramas reduce el peso de las semillas, los meses ideales para sembrar son de noviembre a febrero (1, 49).

Las principales enfermedades son producidas por los hongos *Septoriosis* y *Oidium*. La planta se corta a los dos años de edad, en otoño-verano, pues es cuando la concentración de valepotriatos disminuye. Luego de extraer los rizomas, se deben lavar y secar inmediatamente para evitar la hidrólisis enzimática, pero de forma lenta a 40 – 50° C. Se esperan rendimientos de 12 – 18 toneladas por hectárea de raíces frescas, la pérdida de peso al secarlas es de 65 % (1, 46).

H. *Valeriana prionophylla*

1. Clasificación

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisión:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Dipsicales</i>
Familia:	<i>Valerianaceae</i>
Género:	<i>Valeriana</i>
Especie:	<i>Valeriana prionophylla</i> (15)

2. Nombres Populares

Valeriana, raíz de gato, pericón de monte (50-51)

3. Botánica

Planta herbácea perenne, erecta con rizoma bifurcado, pequeño productor de estolones subterráneos de los que salen múltiples raíces, tallo hueco, que puede medir entre 10 - 80 cm de alto piloso o glabro. Presenta hojas basales numerosas imparipinadas con segmentos dentado-lanceolados, márgenes dentados, de 3 – 30 cm de largo y de 0.5 – 3 cm de ancho, usualmente ciliadas. Su tallo floral surge al segundo o tercer año y es redondo, estriado y puede medir 1.5 metros de alto (Ver anexo 1). Las flores son numerosas en panículas densas o difusas, pequeñas, tubulares, irregulares, blancas, rosadas o violeta pálido, brácteas lineales, limbo de cáliz con 9 – 11 segmentos; corola rotada de 1.5 – 3 mm de largo; estambres exentos, en las anteras aparecen 4 lóbulos (Ver anexo 2). El fruto es en aquenio coronado de un vilano plumoso o transversalmente rugoso y costa adaxial pilosa, de 2 – 3 mm de largo (52).

4. Hábitat

Se ha descrito en el altiplano occidental (Chimaltenango, Huehuetenango, Guatemala, Quetzaltenango, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá y Totonicapán); crece en lugares húmedos y umbrosos, silvestre, de clima templado o de montaña, en bosques desde 2100 hasta 4200 metros sobre el nivel del mar (52).

5. Composición Química General

En su rizoma contiene bajas cantidades de acevaltrato, dihidrovaltrato hidroxil-isovalérico, isovaltrato y en mayor cantidad, valtrato y homovaltrato. Los tres componentes de la familia Valerianaceae se dividen en tres grupos: 1) aceites volátiles; 2) ésteres irinoides no glicosilados y 3) pequeñas cantidades de alcaloides. Contiene ácido clorogénico y cinco 7,9':7,9-diepoxiligninas, tres de las cuales se habían aislado con anterioridad de *V. officinalis* (53-54).

6. Usos Medicinales Atribuidos

Los extractos de algunas especies de valerianas han sido utilizados principalmente como tranquilizantes y sedantes. Además también le han sido atribuidas propiedades gastrointestinales, antibacterianas, desodorantes, tratamientos de desórdenes urinarios, estrés emocional, dolores de músculo, cólicos menstruales e intestinales, espasmo bronquial, tos, cefalea e insomnio (50, 54).

7. Acciones Farmacológicas

La especie posee dos agliconas con poderosa actividad antioxidante: 8-hidroxi-pinosenol y prinsepiol, el primer compuesto también presenta actividad vasorelajante. Se le atribuyen los mismos efectos que los descritos para *Valeriana officinalis* (54).

En un estudio realizado en que se comparó la eficacia de la tintura 1:5 de *V. prionophylla* como inductora del sueño, contra una técnica de relajación en personas mayores de 40 años; *V. prionophylla* fue más efectiva. En otro estudio se demostró que la infusión de *V. prionophylla* posee acción ligeramente sedante a dosis de 1000 mg/kg en ratones (50, 55).

8. Efectos Colaterales

Inquietud durante el sueño, dependencia, efectos citotóxicos. El extracto etanólico por vía oral en ratones y conejos no es embriotóxico ni teratógeno (48).

I. *Chaptalia nutans*

1. Clasificación

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisión:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Asterales</i>
Familia:	<i>Asteraceae</i>
Género:	<i>Chaptalia</i>
Especie:	<i>Chaptalia nutans</i> (15)

2. Nombres Populares

Pelosilla, lechugilla (56-57).

3. Botánica

Hierba perenne, acaule, arrossetada. Hojas sésiles, oblongoceleolado-espátuladas, lirado-pinnatífidas, con el lóbulo terminal grande, formando la

mayor parte de la hoja, ovado, sinuado-dentado, lóbulos laterales mucho más reducidos y en 2-5 partes, obtusos, dentados; hojas 5-30 cm de largo, 2.5-6 cm de ancho, glabras o ligeramente aracnoideo-lanosas a lo largo del nervio principal por arriba, densamente tomentosas por debajo, membranáceas, penninerbrácteas o, en casos excepcionales, con una bractéola, monocéfalos (Ver anexo 3). Cabezuelas en discos de 1.5-3 cm de largo, 1-1.5 cm de diámetro, ligeramente pénduladas cuando jóvenes, volviéndose erectas al estar maduras, conteniendo numerosas flores. Involucro 5-seriado, acampanado, 1.5-2 cm de largo; brácteas lineal-lanceoladas acuminadas en el ápice, rojizas en la parte superior, blanco-tomentosas, en el dorso. Receptáculo desnudo. Cabezuelas heterogamias, radiadas; flores del radio femeninas, numerosas, corolas liguladas, tubo glabro, de unos 7 mm de largo, prolongado en un labio interno filiforme de unos 2 mm de largo, lámina lineal, 4-5 mm largo, glabras, 5-6 mm de largo, las centrales pocas, hermafroditas o por lo general masculinas por esterilidad de gineceo, corolas bilabiadas, glabras y de unos 10 mm de largo. Aquenios fusiformes, de unos 4 mm de largo, esparcidamente glandulosos, continuándose en un largo pico de 10-15 mm de largo. Pappus constituido por numerosas aristas delgadas de 10-12 mm de largo (52).

Microscópicamente las hojas presentan en la epidermis una única capa de células que, en vista frontal, son onduladas y sinuosas. Una cutícula delgada evidentemente estriada que recorre la hoja. Con frecuencia la cara abaxial presenta tricomas unicelulares, de paredes delgadas y una célula apical achatada, así como también estomas anomocíticos. Éstos se insertan en el mismo nivel o ligeramente arriba de las células circundantes. El mesófilo es dorsoventral, formado por dos capas de parénquima poco diferenciado, cuyas células son relativamente cortas y anchas, y por cinco capas de parénquima esponjoso. Las vigas vasculares colaterales de pequeñas dimensiones se sumergen en el clorénquima. La estructura central tiene una

sección transversal biconvexa. También se observa epidermis uniestratificada, algunas capas de anillo del colénquima y algunas vigas vasculares del formato oval, hechas uso en el arco abierto en el parénquima básico. Éstos son del tipo colateral y se puede observar claramente la zona del intercambio. Ocasionalmente presenta pequeñas prismas y drusas del oxalato del calcio en el mesófilo y la estructura central (58).

A nivel celular la cubierta de la raíz presenta una epidermis uniseriada, tricomas como los descritos anteriormente. A continuación se encuentra colénquima angular y parénquima cortical, seguidos de una capa amilífera que delimita la corteza internamente. El sistema vascular consiste en algunas vigas vasculares colaterales dispuestas de forma circular. La médula es parenquimática y ocupa la mayor parte del volumen de la raíz. Se encuentran pocas drusas de oxalato de calcio en la corteza y médula (58).

4. Hábitat

Crece en matorrales húmedos o en bosque abierto, usualmente bosques de pino; en raras ocasiones crece en campos abiertos, desde cerca del nivel del mar hasta 1950 msnm. Se ha reportado en Alta Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Escuintla, Huehuetenango, Izabal, Quetzaltenango, Retalhuleu, Santa Rosa, México, Honduras, El Salvador, Panamá y Suramérica (52).

5. Composición Química General

A partir de las hojas frescas se aisló un glucósido cianogénico identificado como la prunasina, no encontrándose presente ningún otro glucósido de este tipo. La prunasina comprende el 0.15 % de las hojas frescas. Esta planta es altamente cianoforética, por lo que se debe observar como una planta tóxica (59).

6. Usos Medicinales Atribuidos

En Colombia se usan las hojas secas para detener hemorragias, la decocción de las hojas es utilizada para inducir el sueño, y como resolutivo en las oftalmias (60).

En Panamá se le utiliza para tratar enfermedades hepáticas y biliares, diabetes y abscesos de muelas. Se toma una taza de tisana preparada con tres o cuatro hojas, tres veces al día por tres días. Se suspende el remedio durante una semana y luego se reanuda el tratamiento con la misma dosificación. Se puede tomar este preparado endulzado, excepto cuando se usa para el tratamiento de la diabetes (60-61).

En 1980 se señaló que los indígenas Cuna, civilización localizada en Panamá y Colombia, emplean la raíz cocida de esta planta para combatir las lombrices intestinales en los niños; proporcionándole una porción diaria equivalente a un pocillo tintero; si se desea, el cuerpo del niño se puede bañar con la infusión (62).

7. Acciones Farmacológicas

En un estudio se detectó que tanto el extracto polar como apolar poseen actividad contra *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*, mientras que el extracto etanólico es inactivo contra *Cladosporium cucumerinum*; en otro estudio esta especie mostró actividad únicamente contra *Bacillus subtilis*. Diferentes resultados han sido atribuidos a diferentes técnicas y extractos (63).

El compuesto 7-O-β-D-glucopyranosil-nutanocoumarina extraído de la raíz de la planta presenta actividad contra *Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus* en concentraciones de 62.5 µg/ml y 125 µg/ml, respectivamente. Dicha propiedad antibacteriana justifica el uso de esta planta en el

tratamiento de heridas, que se encuentran contaminadas por infecciones bacterianas (64).

8. Efectos Colaterales

No hay estudios al respecto sobre esta especie.

J. *Vetiveria zizanioides*

1. Clasificación

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisión:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Subclase:	<i>Commelinidae</i>
Orden:	<i>Cyperales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Género:	<i>Vetiveria</i>
Especie:	<i>Vetiveria zizanioides</i> (15)

2. Nombres Populares

Valeriana, vetiver, khas khas, cus-cus, valo (65).

3. Botánica

Planta herbácea, robusta, erguida, perenne. Culmos glabros, de 1 a 2 m de altura. Hojas de hasta 1 m de longitud, glabras, escabrosas en el margen. Panículas alargado-piramidales de hasta 30 cm, racimos individuales de hasta 5 cm; espiguillas purpúreas, sin cerdas de 4-6 cm de largo, flores en pares, una sésil y la otra con peciolo. Las raíces son robustas, densas y aromáticas (65-66).

4. Identificación Microscópica

Un estudio anatómico e histológico reveló gránulos aislados y en cúmulos de almidones y cristales de oxalato de calcio en forma de rafidio que varían en tamaño y que se encuentra dispersos en las células del parénquima, también se observaron tricomas unicelulares, fibras celulares de esclerénquima, y células esclereidas (67).

5. Hábitat

Nativa de Asia tropical y subtropical, sobre todo en la India; cultivada en las regiones tropicales (65-66).

6. Composición Química General

El componente principal de esta planta son la α - y β -vetivona. Zizanal y Epizizanal fueron aislados del aceite. En total se han identificado 114 compuestos que corresponden al 73.7 – 89.4 % del aceite (68).

Los constituyentes predominantes de los aceites son carbohidratos y alcoholes (14.0-36.7%, 24.3% en promedio.; 23.6-50.4%, 41.2% en promedio, respectivamente). El porcentaje de la fracción de cetonas varía entre los 10.5 y 17.7 %; los demás componentes se encuentran en pequeñas cantidades (por debajo del 6% de los constituyentes totales) (68).

Los carbohidratos principales son β -vetivenene (3.1%), β -vetispirene (2.6%), α -amorphene (2.4%) y khusimene (1.5%). Los alcoholes principales son khusimol (9.0%) y vetiselinenol (4.9%). Las tres mayores cetonas fueron α -vetivona (4.1%), β -vetivona (3.2%) y khusimona (0.8%) (68).

a. Composición por partes

- i. **Raíz:** contiene aceite esencial: triciclovetiveno, α y β -isovetiveno, α y β -vetiveno, valenceno, notcateno, α y β -vetispeno, bi y triciclovetivenoles, α

y β -vetivona, khusona, khusitona, khusimona, ácidos vetivénicos, zizanoico, epizizanoico, *iso*-valencénico, sesquiterpenos (khusimol e *iso*-khusimol) (69).

7. Usos Medicinales Atribuidos

La decocción de raíz por vía oral se emplea para tratar dolor abdominal, dolor de cabeza, infección urinaria, tos y fiebre. La decocción de cogollo se utiliza contra el dolor de estómago e infección urinaria. La decocción de hoja contra el dolor de cabeza, insomnio, tos y fiebre (70-72).

8. Acciones Farmacológicas

La decocción de la planta entera seca, durante 10 minutos, *in vitro* (2mg/dL) en placa de agar no demostró actividad contra bacterias causales de infección gastrointestinal o urinaria: *Escherichia coli* ATCC25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, *Salmonella typhi* ATCC14028 y *Staphylococcus aureus* ATCC6558 ni contra levaduras patógenas *Candida albicans* ATCC10231 y *Cryptococcus neoformans* C13; mientras que el extracto acuoso (decocción) de cogollo no mostró actividad antimicrobiana *in vitro* a una concentración de 1000 μ g/mL contra *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mycobacterium smegmatis*, *Salmonella gallinarum*, ni *Escherichia coli* (73-74).

El extracto acuoso liofilizado de hojas no presentó ningún efecto significativo potenciador del sueño, mientras que el de raíz fresca sí, este no modifica el intestinal y en dosis bajas reduce significativamente las úlceras. Por vía oral en conejos el extracto de raíz produjo un incremento de frecuencia respiratoria (75-76).

El aceite esencial presentó actividad fungicida contra *Trichophyton equinum*, fungistática contra *Microsporum gypseum* y *Trichophyton rubrum*, insectífuga (específicamente los compuestos zizanal y epizizanal) y antibacterianas contra patógenos vegetales. Se ha reportado cierta actividad contra *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*, *Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum* y *Penicillium* spp (77-79).

9. Efectos Colaterales

Los extractos acuosos de cogollo, raíz y planta entera por vía oral o intraperitoneal a dosis elevadas (hasta 5g/Kg/día) no provocan la muerte, signos de toxicidad o alteraciones macroscópicas en órganos vitales de ratones (80-81).

El aceite esencial puede provocar reacciones de hipersensibilidad y efecto cáustico sobre la piel. No se dispone de información que documente la seguridad de su uso medicinal en niños, durante el embarazo o la lactancia (82).

10. Agricultura

Pese a los múltiples usos que se le atribuyen a Vetiver no se reporta información para su cultivo a gran escala. Crece en múltiples tipos de suelos, sin embargo crece mejor en suelo arenoso y bien drenado, en áreas con lluvias de 1000 – 2000 mm, temperatura entre los 22 y 43 °C. La metodología de cultivo adoptada es muy simple. Se limpia la tierra y se hacen surcos profundos. Se separa fracciones con rizomas intactos y que tengan 15 – 20 cm de altura. El cultivo por semillas se hace normalmente por aparte a principios de Enero y luego se transplantan antes de la época lluviosa. La cosecha se realiza arrancando toda la planta a los 10 – 12 meses

de edad y se limpia el lodo e impurezas de la raíz. Para la extracción del aceite la cosecha se retrasa 3 o 4 meses más (66).

K. *Perezia nudicaulis*

1. Clasificación

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisión:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase:	<i>Asteridae</i>
Orden:	<i>Asterales</i>
Familia:	<i>Asteraceae</i>
Género:	<i>Perezia</i>
Especie:	<i>Perezia nudicaulis</i> (15)

2. Nombres Populares

Valeriana (Zacapa); hierba de arriero (Jalapa); falsa contrahierba (Guatemala) (52).

3. Botánica

Planta acaulescente, perenne, ancha, con rizomas duros, estos son densos en el ápice y emiten numerosas raicillas delgadas, carnosas con escapos de 10 – 60 cm de alto, bajo, simple, glabroso, con unas pocas brácteas, en ocasiones de 1 a 2, hojas largas cerca de la base; hojas basales pecioladas o subsésiles, delgadas, con forma elíptica que miden de 5-20 cm largo por 2-10 cm ancho, los márgenes son aserrados. Inflorescencias de 11-15 conjuntos de cabezuelas. Las corolas son blancas (52).

4. Hábitat

En lugares secos o húmedos, abiertos o con muchos arbustos o en bosque, frecuentemente en bosque de pino-encino a 900 – 2,500 msnm. Se ha reportado en Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Jutiapa, Quetzaltenango, Quiché, Santa Rosa, Sololá, Zacapa, El Salvador, Honduras (52).

5. Composición Química General

No existen estudios específicos para esta especie, solo se conoce que la perezona es una benzoquinona sesquiterpénica natural, obtenida de las plantas del género *Perezia* (*Acourtia*) y *Junguia*. Fue aislada originalmente en 1852 por el Doctor Leopoldo Río de la Loza, quien la llamó Ácido Pipitzahoico. Otro compuesto aislado de la raíz de este género es la Hidroxiperezona (83).

6. Usos Medicinales Atribuidos

La infusión de la raíz de otras plantas del género *Perezia*, como *P. adnata*, se usa para expulsar parásitos intestinales. Otros usos de la infusión de raíz de *Perezia* son: como laxante o para lavados en el tratamiento de las hemorroides (83).

7. Acciones Farmacológicas

La perezona produce un efecto hipotensor, afecta la actividad contráctil del íleon de rata aislada; bloquea el flujo de calcio hacia la célula del músculo uterino. También se ha observado su efecto antiparasitario sobre *Trypanosoma mega* y *Critidia fasciculata*, tiene efecto antiagregante plaquetario y efecto cardioprotector (83).

8. Efectos Colaterales

Se desconocen.

IV. JUSTIFICACIÓN

Entre las plantas medicinales que son utilizadas actualmente en Guatemala se encuentran un grupo de diversas plantas conocidas en conjunto como Valerianas, que tradicionalmente la población guatemalteca las ha aprovechado para tratar el insomnio. Algunas personas las utilizan porque consideran que este tipo de terapia es más efectiva y no causa los efectos adversos provocados por los medicamentos de síntesis.

Entre ellas, la *Valeriana prionophylla* es una planta nativa de Guatemala ampliamente distribuida en nuestro país, a la cual se le atribuyen las mismas propiedades medicinales que a *Valeriana officinalis*, especie que crece en Europa, Asia y Norte América y que es utilizada especialmente para tratar afecciones del sistema nervioso como el insomnio, también se emplea en otras afecciones como el catarro, fiebre, resfríos, sin embargo aunque de *V. prionophylla* existen ya algunos estudios que respaldan su uso popular, en Guatemala la venta de la materia prima conocida como “Valeriana” incluye también otras especies que son: *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides* y *Perezia nudicaulis*, plantas cuyos componentes, principios activos y por ende efectos terapéuticos no han sido claramente establecidos.

En las especies comercializadas como Valeriana se ha demostrado la presencia de pequeñas cantidades de metabolitos responsables de la capacidad sedante, sin embargo no han sido investigadas a fondo y se requiere de estudios minuciosos para determinar sus propiedades farmacológicas exactas.

En este estudio se investigaron y describieron los caracteres de identidad que permiten la plena identificación de las cuatro especies mencionadas y así futuras investigaciones pueden comprobar las propiedades que en conjunto se les atribuye. Para establecer los caracteres de identidad de cada una de las especies se

realizaron y documentaron pruebas de micromorfología e histología, además de la verificación histoquímica de los metabolitos presentes tanto de la droga seca como de la materia fresca de cada una de las Valerianas.

V. OBJETIVOS

A. General

Establecer los caracteres de identidad de *Valeriana prionophylla*, *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides* y *Perezia nudicaulis*.

B. Específicos

1. Describir y documentar las características anatómicas y morfológicas de *Valeriana prionophylla*, *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides*, *Perezia nudicaulis*.
2. Describir y documentar las características histológicas de las especies en estudio.
3. Realizar pruebas microquímicas para identificar los compuestos característicos de *Valeriana prionophylla*, *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides* y *Perezia nudicaulis*.
4. Determinar las especies que son comercializadas como Valerianas en ocho diferentes tiendas naturistas del país.

VI. HIPÓTESIS

El presente trabajo es de carácter descriptivo por lo que no se plantea hipótesis.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo

Plantas medicinales de uso popular en Guatemala

B. Muestra

Plantas denominadas comúnmente en Guatemala como Valerianas

C. Materiales

1. Materia Vegetal Fresca:

Ejemplares frescos de las especies a trabajar: *Valeriana prionophylla*, *Vetiveria zizanioides*, *Chaptalia nutans* y *Perezia nudicaulis*

2. Materia Médica Comercial

Muestras comercializadas como Valerianas en distintos departamentos de Guatemala

3. Equipo y Cristalería

- Estufa eléctrica
- Microscopio
- Erlenmeyers
- Beakers
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Cajas de Petri de vidrio
- Tubos de ensayo
- Tubos con tapón de rosca
- Cámara fotográfica digital

4. Reactivos

- Reactivo de Draggendorf
- Sulfato férrico
- Azul de Cresil
- Safranina
- Lugol
- Sudán III

- Hidróxido de sodio al 10 %
- Hidróxido de potasio al 10 %
- Ácido crómico al 25 %
- Alcohol al 95 %
- Alcohol al 70 %
- Hidróxido de sodio al 5 %
- Ácido sulfúrico concentrado
- Gelatina
- Medio de montaje
- Esmalte de uñas

5. Otros

- Pinzas
- Agujas de disección
- Gotero
- Pipetas pasteur
- Hojas de afeitar
- Duroport
- Pincel
- Etiquetas

D. Métodos

1. Recolección y Herborización de Ejemplares Frescos

Se recolectaron un mínimo de 4 ejemplares frescos de las cuatro especies de interés: *V. prionophylla*, *C. nutans*, *V. zizanioides* y *P. nudicaulis*. De los ejemplares recolectados, dos fueron secados y herborizados y dos se emplearon para realizar las pruebas que se describen más adelante (cortes a mano alzada, pruebas microquímica y disociados).

Las muestras botánicas de cada una de las plantas recolectadas se prepararon para hacer ejemplares de herbario, de la siguiente manera:

- Se cortaron ejemplares que pudieran ser colocados dentro de una hoja de periódico y se colocaron de manera que se observaran todos los detalles de las plantas, incluyendo flores y frutos cuando estén presentes.

- Las muestras fueron colocadas entre cartones dentro de una prensa de madera y se dejaron secar en los secadores del Herbario de la Escuela de Biología (BIGU).
- Luego se colocaron en los formatos adecuados para este propósito y se identificaron claramente.

2. Caracteres Micromorfológicos e Histológicos

Para la obtención de los datos micromorfológicos e histológicos se utilizaron las siguientes técnicas: elaboración de láminas de referencia, tinción con safranina y azul de cresil, disociado fuerte para raíz y diafanizado de hoja. En estas técnicas se utilizó materia fresca y comercial seca, de la materia comercial se tomo una parte de cada muestra y se colocó en agua tibia por una hora para rehidratarla.

a. Elaboración de láminas de referencia

- Preparación de cortes a mano alzada de raíz y hoja de *Valeriana prionophylla*; raíz de *Chaptalia nutans*, *Perezia nudicaulis*, *Vetiveria zizanioides*; y materia médica comercializada
 - Se colocó un trozo de raíz del material en estudio, entre dos bloques de duroport.
 - Se sostuvo fuertemente con una mano el material a cortar y con la otra mano se deslizó de manera perpendicular una hoja de afeitar nueva.
 - Se recibieron los cortes obtenidos sobre un vidrio de reloj con agua.
 - Se seleccionaron los cortes más delgados y completos.
 - Estos fueron teñidos y fijados con gelatina-glicerina o se emplearon para el tamizaje fitoquímico.
 - Se observaron al microscopio con aumentos de 100X y 400X. Los resultados se anotaron y se fotografiaron.

- **Tinción con safranina y azul de cresil**
 - Se colocaron cortes a mano alzada sobre un portaobjeto y se les añadió una gota de safranina al 1% o de azul de cresil al 1%.
 - Se secó el exceso de agua con papel absorbente y se montaron con gelatina-glicerina.
 - Las láminas se observaron al microscopio con aumentos de 100X y 400X. Los resultados se anotaron y fotografiaron
- **Disociado fuerte de raíz de materia fresca de *Valeriana prionophylla*, *Chaptalia nutans*, *Perezia nudicaulis*, *Vetiveria zizanioides*; y materia médica comercializada**
 - En vasos de precipitar se colocó el material y se dejó hervir con hidróxido de potasio al 10% durante 45 minutos.
 - Se lavó con agua tres veces para eliminar el hidróxido de potasio. En cada lavado se colocó el material en un tubo de ensayo, se llenó con agua y se centrifugó 5 minutos a 2500 rpm; luego se descartó el sobrenadante con ayuda de una pipeta.
 - El material así tratado se colocó en un tubo de ensayo con ácido crómico al 25%, dejando que este actuara hasta que el material, al pincharlo, tuvo consistencia de manteca
 - Se lavó tres veces con agua tibia. En cada lavado se colocó el material en un tubo de ensayo, se llenó con agua y se centrifugó 5 minutos a 2500 rpm; luego se descartó el sobrenadante con ayuda de una pipeta.
 - En el último lavado se agitó fuertemente el tubo de ensayo contra la palma de la mano, de manera que todo el material se disgregó contra las paredes del mismo.
 - Se colocó una pequeña cantidad de material, con ayuda de un pincel, sobre un portaobjeto, se aplastó con la aguja histológica y se añadió una gota de safranina al 1% en agua.

- Se dejó escurrir el excedente y se montó la lámina con gelatina-glicerina.
- Las láminas se observaron al microscopio con aumentos de 100X y 400X, se describieron y fotografiaron.
- **Diafanizado de hoja de *Valeriana prionophylla***
 - Se colocaron hojas de *V. prionophylla* en un vaso de precipitado con alcohol al 96%, se llevó a ebullición durante 30 minutos aproximadamente, hasta que no se observara coloración verde en la hoja.
 - Se agregó una cantidad de hidróxido de sodio igual a la que había de alcohol al 96% y se llevó a ebullición durante 10 minutos.
 - El material así tratado se lavó cuidadosamente con agua destilada tibia tres veces.
 - Se agregó solución de hielorito de sodio al 50% y se dejó reposar por 30 minutos hasta que las hojas quedaron blanco/transparentes.
 - Se lavó con agua destilada tibia tres veces.
 - Se les agregó solución de safranina al 1% y se dejó teñir por cinco minutos.
 - Con mucho cuidado se trasladaron las hojas a portaobjetos para montarlas con gelatina-glicerina.
 - Se observó al microscopio con aumentos de 100X y 400X, se anotaron y fotografiaron los resultados.

3. Tamizaje Fitoquímico para Material Fresco y Droga Vegetal

Las especies vegetales se caracterizan por la presencia de determinados compuestos químicos. La identificación microquímica incluyó: determinación de alcaloides, almidón, grasas, aceites esenciales, mucílagos, saponinas y

taninos en raíz de las cuatro especies y en hoja de *V. prionophylla*.. Para ello se utilizaron cortes a mano alzada de material fresco.

a. Alcaloides

Los cortes de material vegetal se colocaron sobre un portaobjetos, se agregó una gota de reactivo de Dragendorff, se dejó actuar durante unos minutos y se observó al microscopio, la presencia de un precipitado rojo ladrillo se consideró positivo. Para confirma el resultado se coloco 5 gramos de materia médica en 25 ml de agua destilada y se llevó a ebullición 5 minutos. Se filtró y colocó el extracto en dos tubos: 1) tubo control 2) tubo de prueba; al tubo 2 se le añadió una gota de reactivo de Dragendorff. La presencia de turbidez, floculación o precipitado de color naranja se consideró indicativo para alcaloides.

b. Almidón

Se colocaron cortes en el portaobjetos, se agregó una gota de reactivo de lugol, se observó al microscopio, la presencia de gránulos de una coloración azul o azul violáceo en el citoplasma de las células, se consideró positivo.

c. Grasas y aceites esenciales

Se colocaron cortes delgados en un portaobjetos y se agregó una gota de reactivo Sudán IV, se dejó actuar por 10 minutos y se observó al microscopio, la presencia de una coloración roja o rosada se consideró positiva

d. Mucílagos

Se colocaron cortes sobre un portaobjetos y se les agregó una gota de azul de cresil al 1%, se observó al microscopio y la aparición de una coloración azul se consideró positiva.

e. Saponinas

Los cortes se colocaron en un portaobjetos y se les agregó una gota de ácido sulfúrico concentrado, se observó al microscopio, la aparición de una coloración amarilla, que a los 30 minutos cambió a rojo y finalmente a azul verdoso o lila se consideró positiva. Para confirma el resultado se colocó 5 gramos de materia médica en 25 ml de agua destilada y se llevó a ebullición 5 minutos. Se filtró y colocó el extracto en dos tubos: 1) tubo control 2) tubo de prueba; el tubo 2 se agitó fuertemente por dos minutos y se observó la formación de espuma. La presencia espuma por 60 minutos se consideró indicativo para saponinas.

f. Taninos

Se colocaron los cortes sobre portaobjetos, se les agregó una gota de reactivo de sulfato férrico, se observó al microscopio y la aparición de una coloración azul-verdosa se consideró positiva. Para confirma el resultado se colocó 5 gramos de materia médica en 25 ml de agua destilada y se llevó a ebullición 5 minutos. Se filtró y colocó el extracto en dos tubos: 1) tubo control 2) tubo de prueba; al tubo 2 se le añadió una gota de reactivo de sulfato férrico. Un cambio de coloración a azul o azul verdoso se consideró indicativo para taninos.

4. Elaboración de cartillas micrográficas

Se elaboraron esquemas a mano alzada de las características diagnósticas de cada una de las especies estudiadas, con el fin de establecer cartillas

micrográficas de referencia para el control de calidad microscópico de la materia médica.

5. Identificación de la Muestra Comercial

En base a la comparación de las características micromorfológicas y al tamizaje fitoquímico de las muestras comerciales y las especies estudiadas, se hará una propuesta de la posible identidad de la materia médica comercializada.

E. Cálculo de la Muestra y Diseño Experimental

1. Cálculo de la Muestra

El tamaño de la muestra fue por conveniencia. De cada ejemplar en fresco se trabajaron dos muestras por especie como mínimo; para las muestras comerciales se trabajó con ocho muestras obtenidas en tiendas naturistas de la ciudad de Guatemala (en los mercados La Presidenta, La Florida y el mercado de la zona 1) y de algunos pueblos ubicados en Departamentos del interior del país (San Benito, Petén; Mazatenango, Suchitepéquez; Cobán, Alta Verapaz; Jutiapa, Jutiapa y Xelajú, Quetzaltenango)

2. Diseño de la Investigación

Fue un diseño no probabilístico pues se trata de un estudio descriptivo

3. Análisis de Resultados

Por ser variables cualitativas, los resultados se analizaron en forma descriptiva para cada especie y muestra comercial procesada, reportándose en cuadros, tablas y fotografías con las características anatómicas, morfológicas, histológicas y microquímicas

VIII. RESULTADOS

A. Recolección y Herborización de Ejemplares Frescos

Se recolectaron ejemplares frescos de las cuatro especies en estudio: *Valeriana prionophylla* en Concepción Tutuapa, Totonicapán y Nebaj, Quiché; *Chaptalia nutans* en la Finca El Cacaotal en Samayac, Suchitepéquez; *Vetiveria zizanioides* en el vivero de plantas medicinales de la Facultad de Agronomía de la USAC, Guatemala y *Perezia nudicaulis* en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) de Chimaltenango; estas se llevaron al Herbario de la Escuela de Biología (BIGU) donde fueron. Además se recolectaron 8 muestras comercializadas bajo el nombre de Valeriana en distintos centros naturistas del país ubicados en: 3 mercados de la ciudad de Guatemala; San Benito, Petén; Mazatenango, Suchitepéquez; Cobán, Alta Verapaz; Xelajú, Quetzaltenango y Jutiapa, Jutiapa.

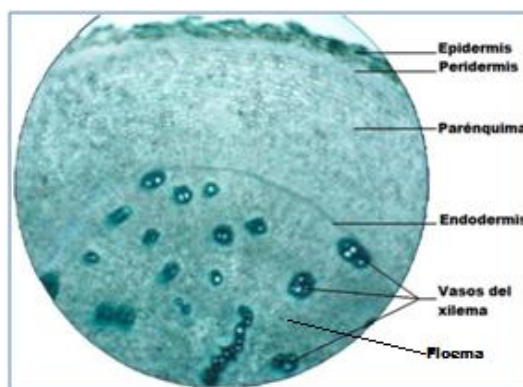
B. Caracteres Micromorfológicos e Histológicos

1. *Valeriana prionophylla*

a. Cortes a mano alzada

En el rizoma se observó de afuera hacia adentro: epidermis, peridermis, parénquima, endodermis, vasos del xilema y floema.

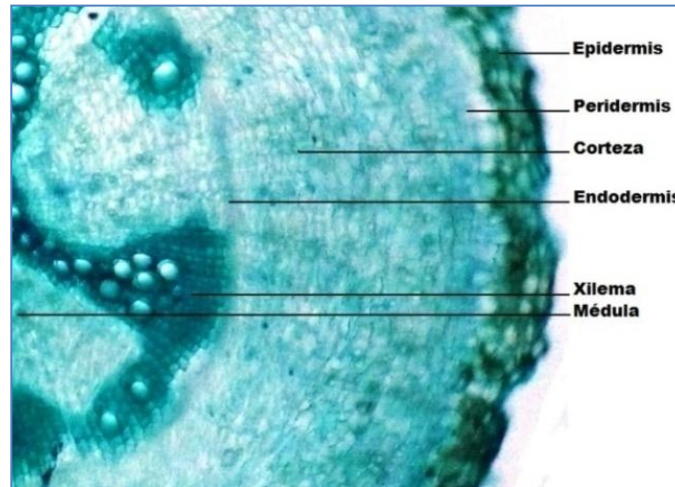
Figura No. 1: Corte transversal de rizoma de *Valeriana prionophylla*



Fuente: Datos Experimentales

La raíz presentó un cilindro tipo poliarca; de afuera hacia adentro se observó: epidermis, peridermis estratificada, corteza, endodermis, vasos del xilema y médula (Ver anexo 7).

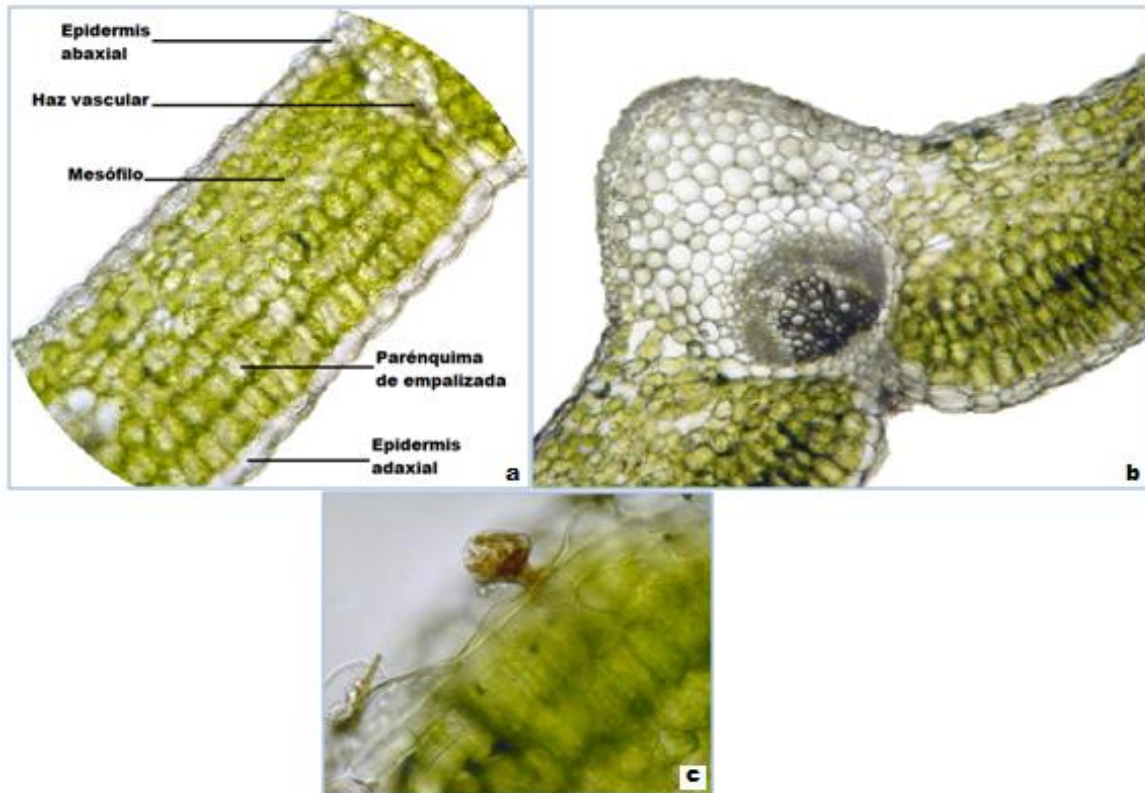
Figura No. 2: Corte transversal de raíz de *Valeriana prionophylla*



Fuente: Datos Experimentales

En el corte transversal de hoja se pudo observar en el microscopio que se trata de una hoja dorsiventral, presenta de la superficie abaxial a la adaxial: epidermis de una sola capa en el margen foliar y de doble capa en la venación central, mesófilo esponjoso, el mesófilo de empalizada muestra una tricapa de células clorenquimáticas y epidermis; además sobre la epidermis abaxial se observaron tricomas cónicos y globulíferos multicelulares pediculados, mientras que en la epidermis adaxial únicamente se observaron tricomas globulíferos multicelulares pediculados (Ver anexo 8).

Figura No. 3: Hoja de *Valeriana prionophylla*. a. Corte transversal de la hoja; b. Corte transversal de la nervadura central de la hoja; c. Tricoma globulíferos multicelulares pediculados

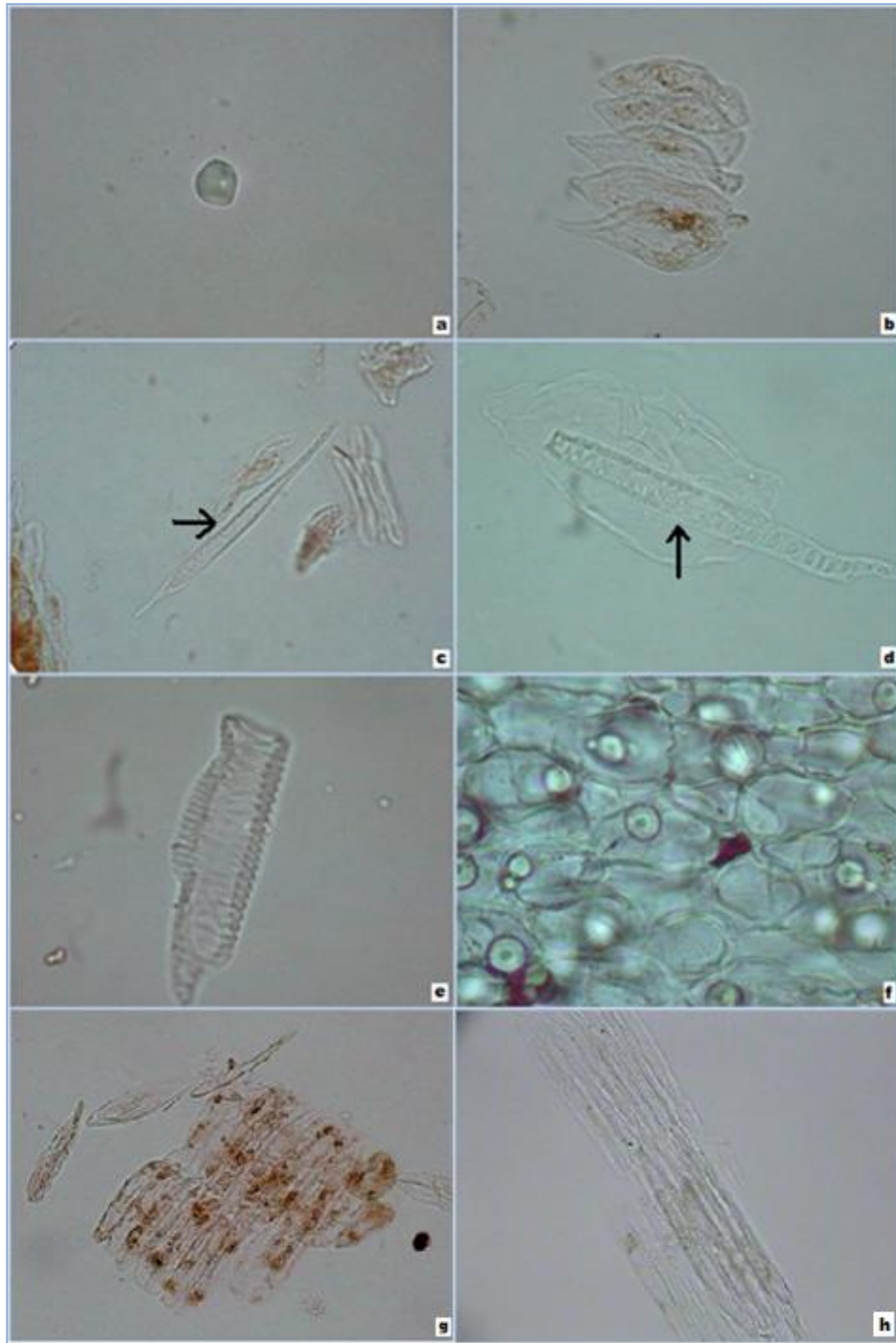


Fuente: Datos Experimentales

b. Disociado fuerte de raíz

Se observaron: gránulos de almidón redondeados con una hendidura central, células parenquimáticas de la corteza ovaladas, grupos de esclereidas ovaladas y con punta en los extremos, fibras xílicas, elementos cribosos del floema rectangulares, vasos reticulados grandes perforados en ambos extremos, fibroesclereidas y células epidérmicas casi rectangulares con cicatrices de tricomas.

Figura No. 4: Disociado de raíz de *V. prionophylla*. a. Gránulo de almidón; b. Esclereidas; c. Fibra xílica; d. Elemento criboso del floema; e. Vasos reticulado; f. Células parenquimáticas de la corteza; g. Células epidérmicas; h. Fibroesclereidas

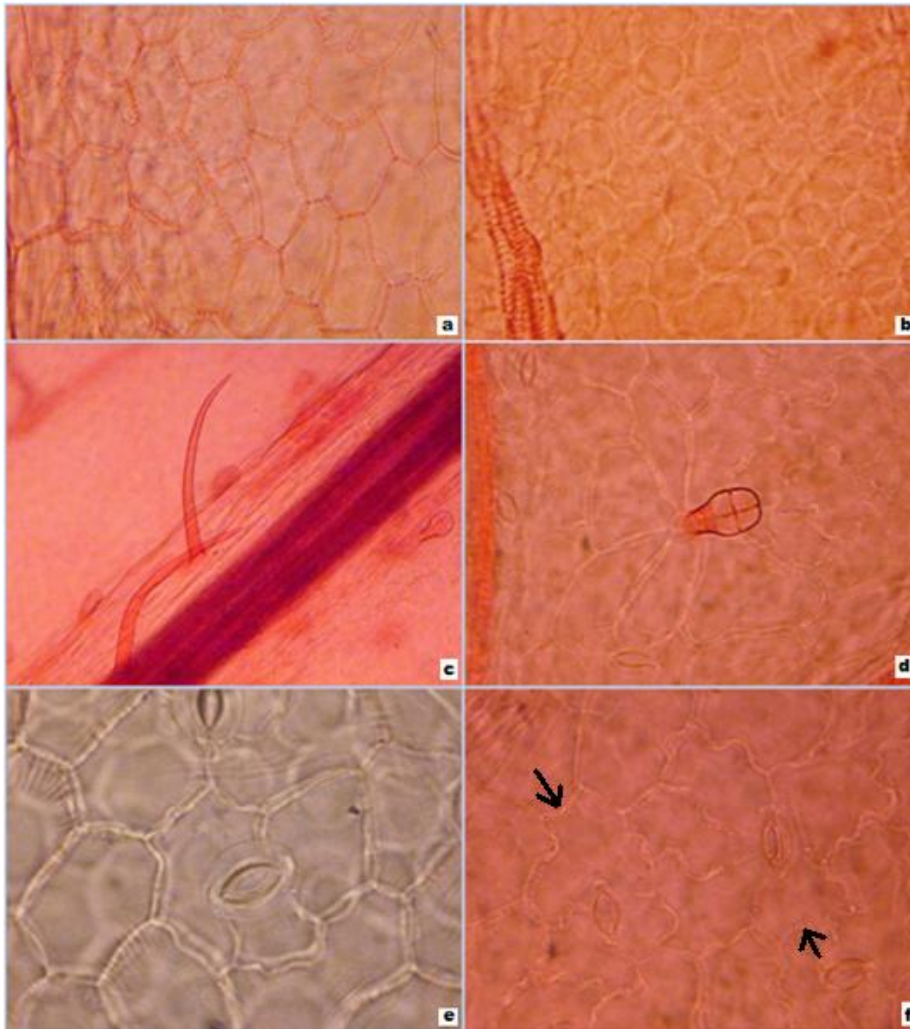


Fuente: Datos Experimentales

c. Diafanizado de hoja

En las hojas diafanizadas se observaron: células peridérmicas poligonales, células mesofilicas, tricomas de tipo tector unicelulares, tricomas globulíferos multicelulares pediculados, y estomas; en la cara abaxial los estomas eran mayoritariamente anisocíticos y en menor frecuencia anomocíticos, mientras que en el lado adaxial eran exclusivamente anisocíticos.

Figura No. 5: Diafanizado de hoja de *V. prionophylla*. a. Células epidérmicas; b. Mesófilo; c. Tricoma tipo tector; d. Tricoma globulífero multicelular pediculado; e. Estoma anisocítico; f. Estoma anisocítico (izquierda, i) y anomocítico (derecha, d).



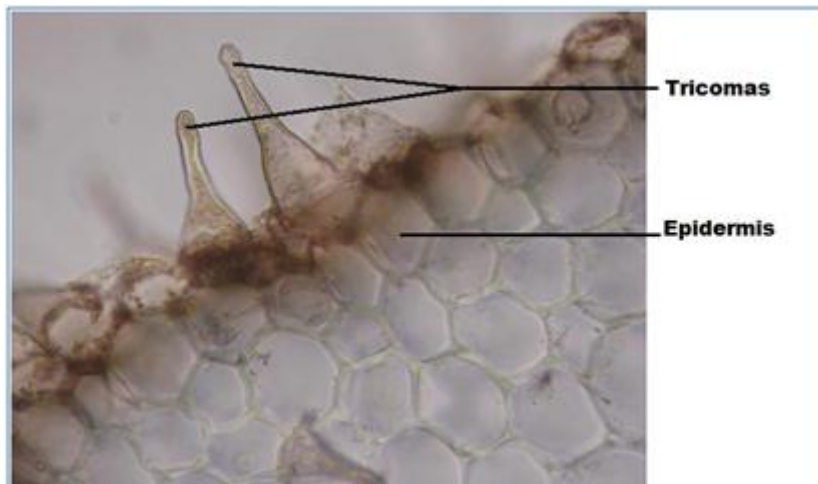
Fuente: Datos Experimentales

2. *Chaptalia nutans*

a. Cortes a mano alzada

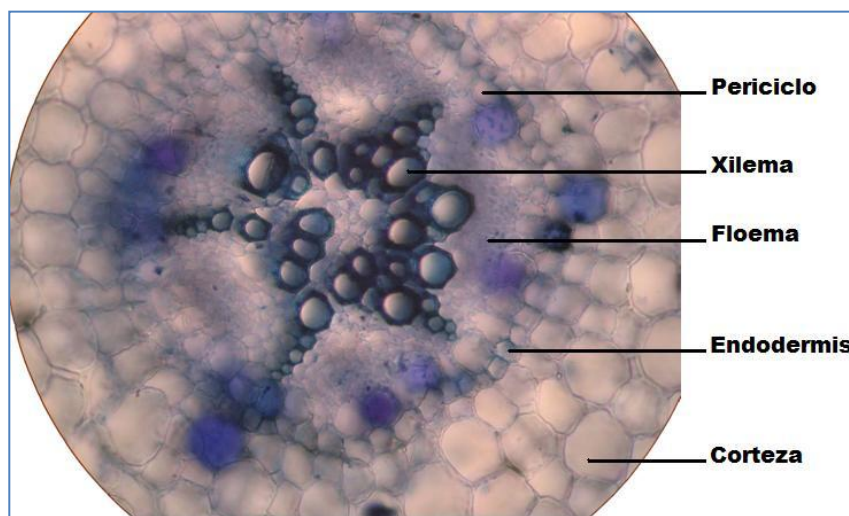
La raíz de esta especie presentó un cilindro vascular de tipo poliarca. Se observó de afuera hacia adentro: tricomas cónicos unicelulares, epidermis, corteza, endodermis, periciclo, floema y xilema.

Figura No. 6: Tricomas cónicos y epidermis de raíz de *C. nutans*.



Fuente: Datos Experimentales

Figura No. 7: Corte transversal de raíz de *C. nutans*.

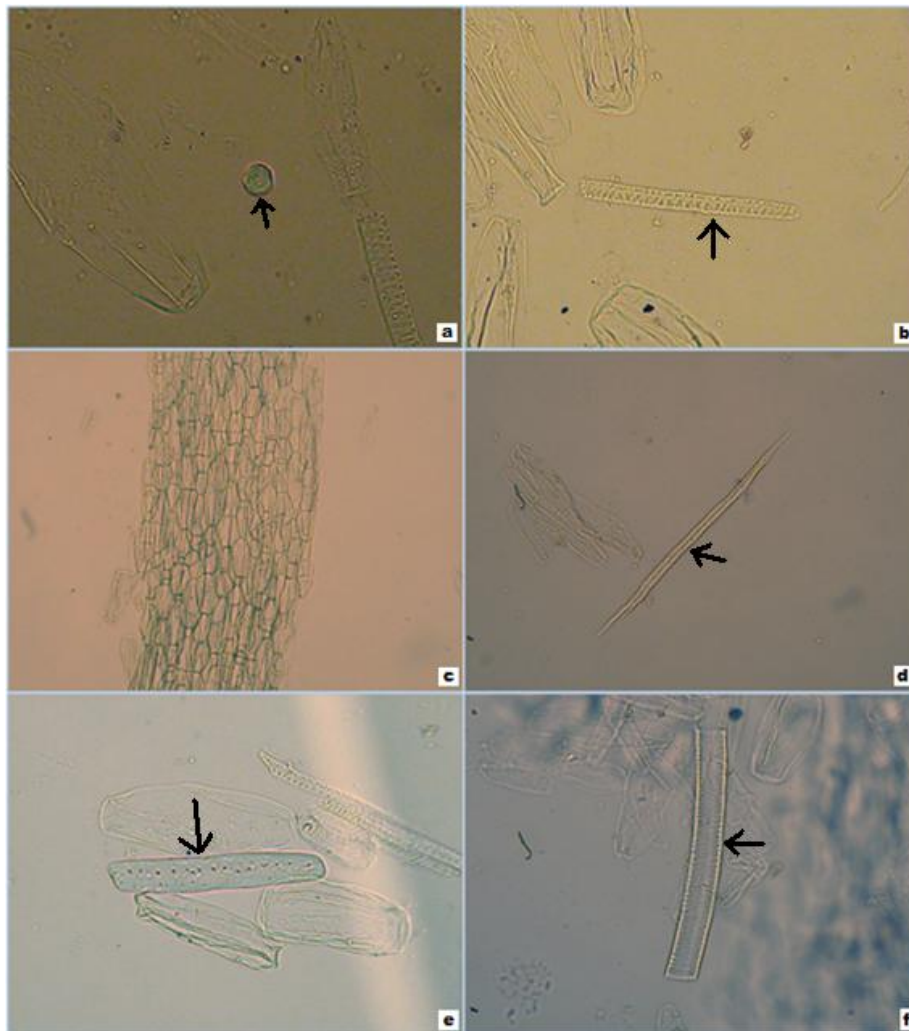


Fuente: Datos Experimentales

b. Disociado fuerte de raíz

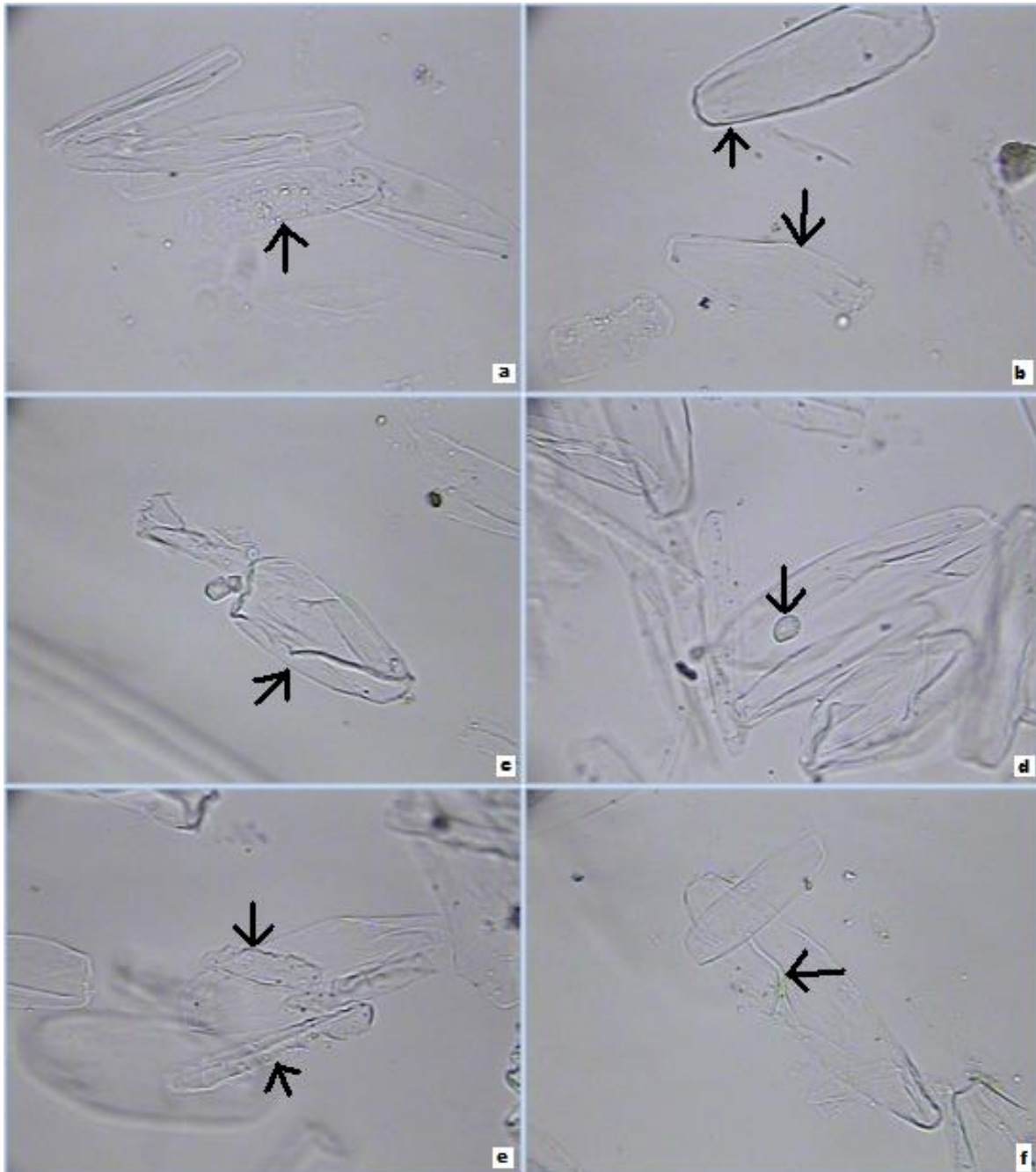
El disociado evidenció: gránulos de almidón con 3 hendiduras, elementos traqueales reticulados, células parenquimáticas de la corteza ovaladas, células con depósitos de aceite, fibras libriformes, esclereidas de forma ovalada y grandes, braquiesclereidas redondas, macroesclereidas de escaso lumen, placas de forma irregular, tricomas cónicos unicelulares y vasos del xilema cilíndricos.

Figura No. 8: Disociado de raíz de *C. nutans*. a. Gránulo de almidón; b. Vaso reticulado; c. Células parenquimáticas de la corteza; d. Fibra libriforme; e. Macroesclereida; f. Vaso del xilema



Fuente: Datos Experimentales

Figura No. 9: a. Células con inclusiones de aceite; b. Células parenquimáticas sueltas; c. Esclereida; d. Braquiesclereida; e. Placas irregulares; f. Tricoma cónico.



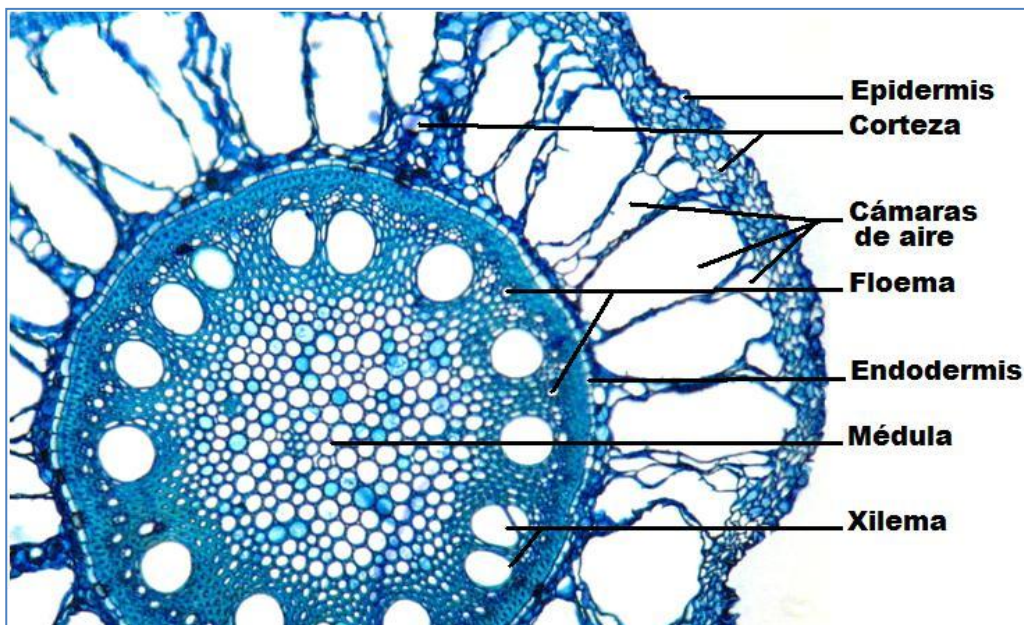
Fuente: Datos Experimentales

3. *Vetiveria zizanioides*

a. Cortes a mano alzada

El corte transversal de raíz reveló un cilindro vascular de tipo poliarca con haces vasculares centrales de tipo anficribal. Presentaba de afuera hacia adentro: epidermis, corteza, cámaras de aire, floema, xilema y médula.

Figura No. 10: Corte transversal de raíz de *Vetiveria zizanioides*.

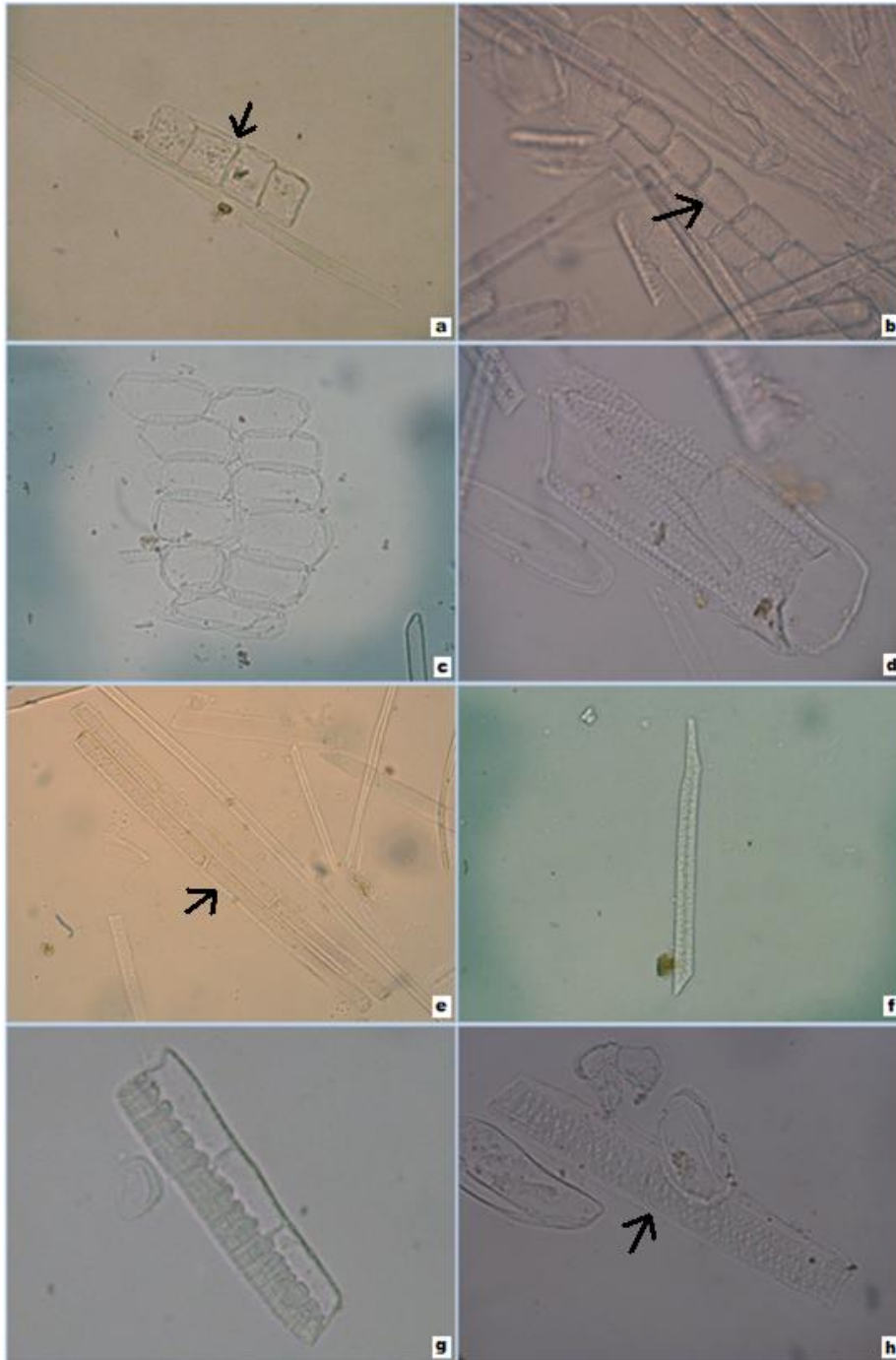


Fuente: Datos Experimentales

b. Disociado fuerte de raíz

En el disociado se observaron: células parenquimáticas ovaladas, células epidérmicas, células subepidérmicas de forma rectangular y alargadas, células endodérmicas con un lado de la pared grueso, vasos del xilema de gran diámetro con extremos poligonales, esclereidas cúbicas, macrosclereidas alargadas y placas perforadas compuestas reticuladas.

Figura No. 11: Disociado de raíz de *Vetiveria zizanioides*. a. Esclereidas b. Células epidérmicas; c. Células parenquimáticas; d. Vasos del xilema; e. Células subepidérmicas; f. Macrosclereida; g. Células endodérmicas h. Placa perforada compuesta. (Siguiendo hoja)



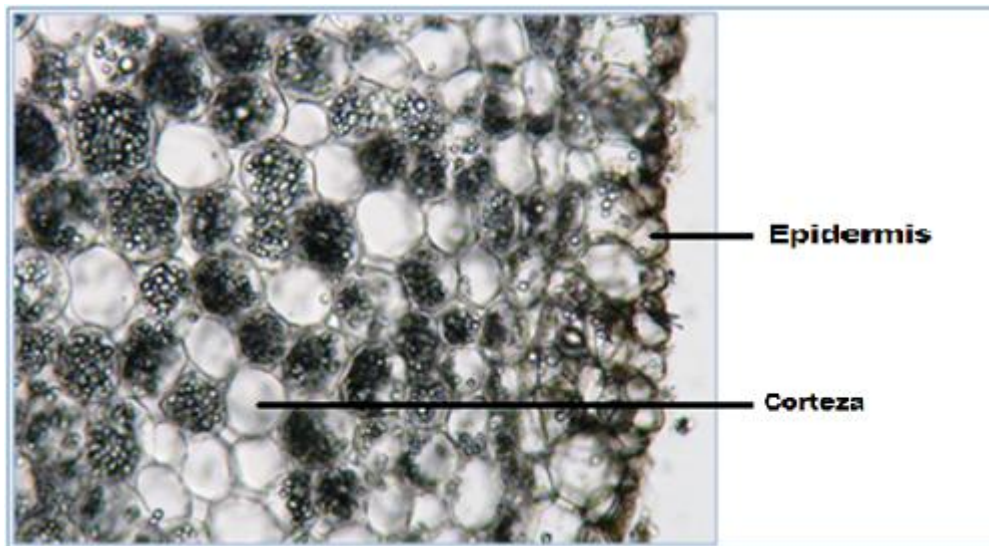
Fuente: Datos Experimentales

4. *Perezia nudicaulis*

a. Cortes a mano alzada

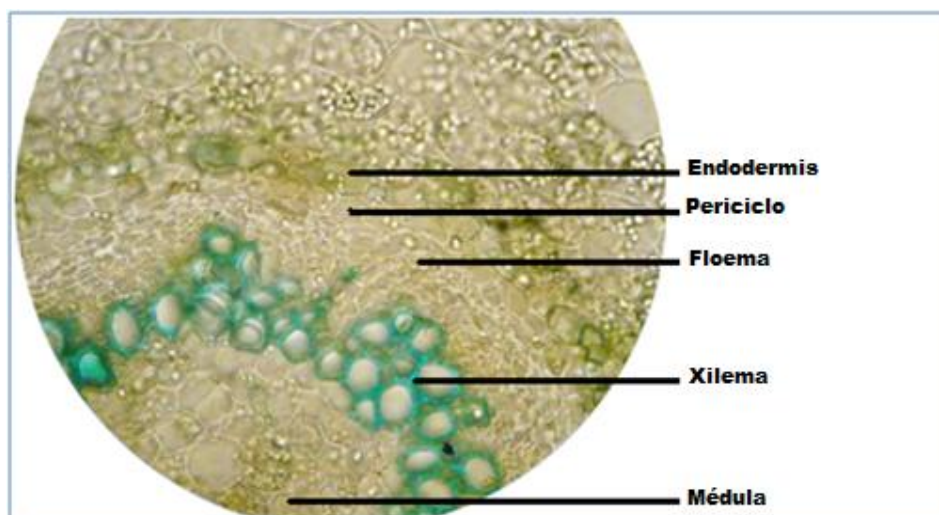
En la raíz se observó un cilindro vascular de tipo poliarca. Se observó de afuera hacia adentro: epidermis, corteza, endodermis, periciclo, floema, xilema y médula.

Figura No. 12: Corte transversal de raíz de *P. nudicaulis*.



Fuente: Datos Experimentales

Figura No. 13: Corte transversal de *P. nudicaulis*.

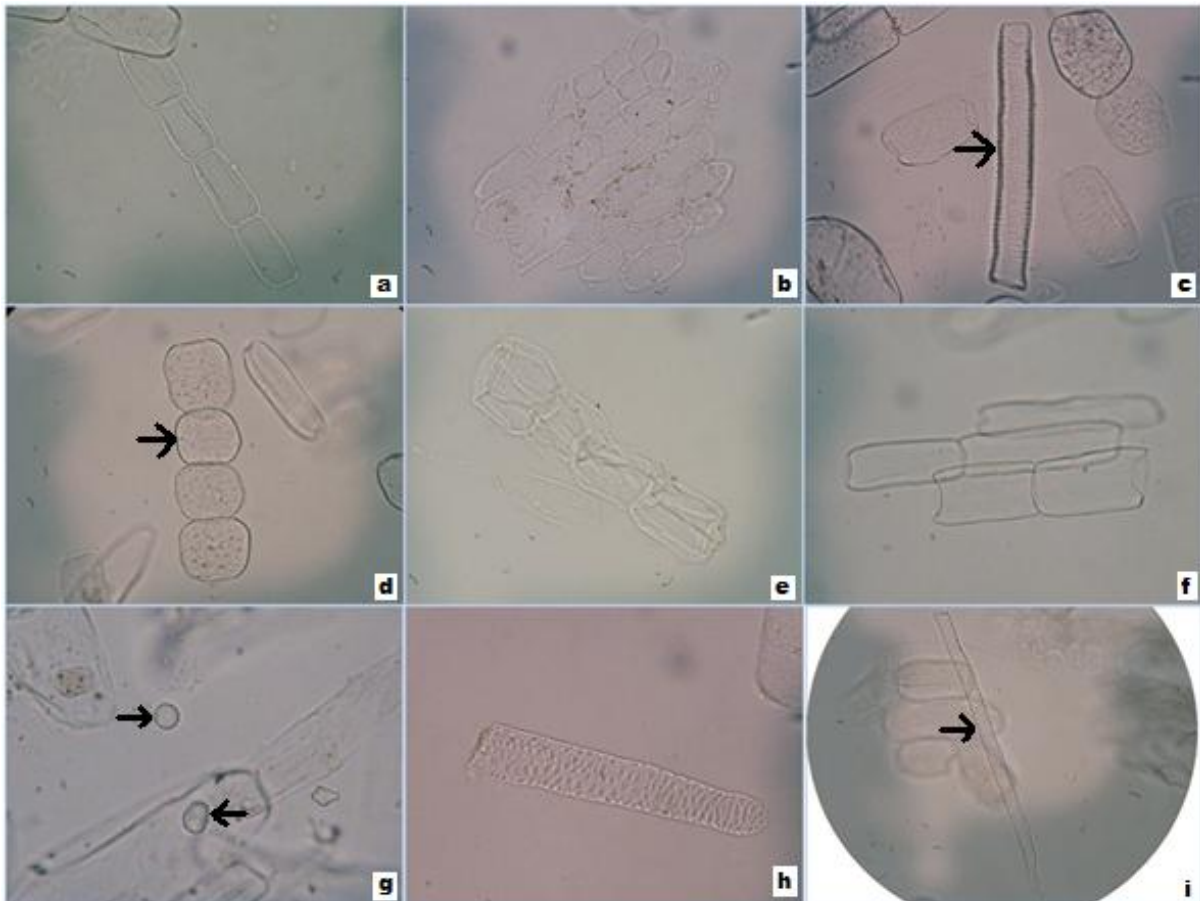


Fuente: Datos Experimentales

b. Disociado fuerte de raíz

El disociado reveló: células epidérmicas rectangulares, células parenquimáticas ovaladas, elementos cribosos del floema cilíndricos, células peridérmicas rectangulares, células subepidérmicas rectangulares, granos de almidón con una hendidura central, elementos traqueales, placas perforadas simples y reticuladas.

Figura No. 14: Disociado de raíz de *P. nudicaulis*. a. Células epidérmicas; b. Células parenquimáticas; c. Elemento traqueal reticulado; d. Braquiesclereidas rectangulares; e. Células peridérmicas o subepidérmicas rectangulares con bordes irregulares o células de corcho; f. Elementos cribosos del floema; g. Gránulos de almidón; h. Placa perforada reticular; i. Placa perforada simple.



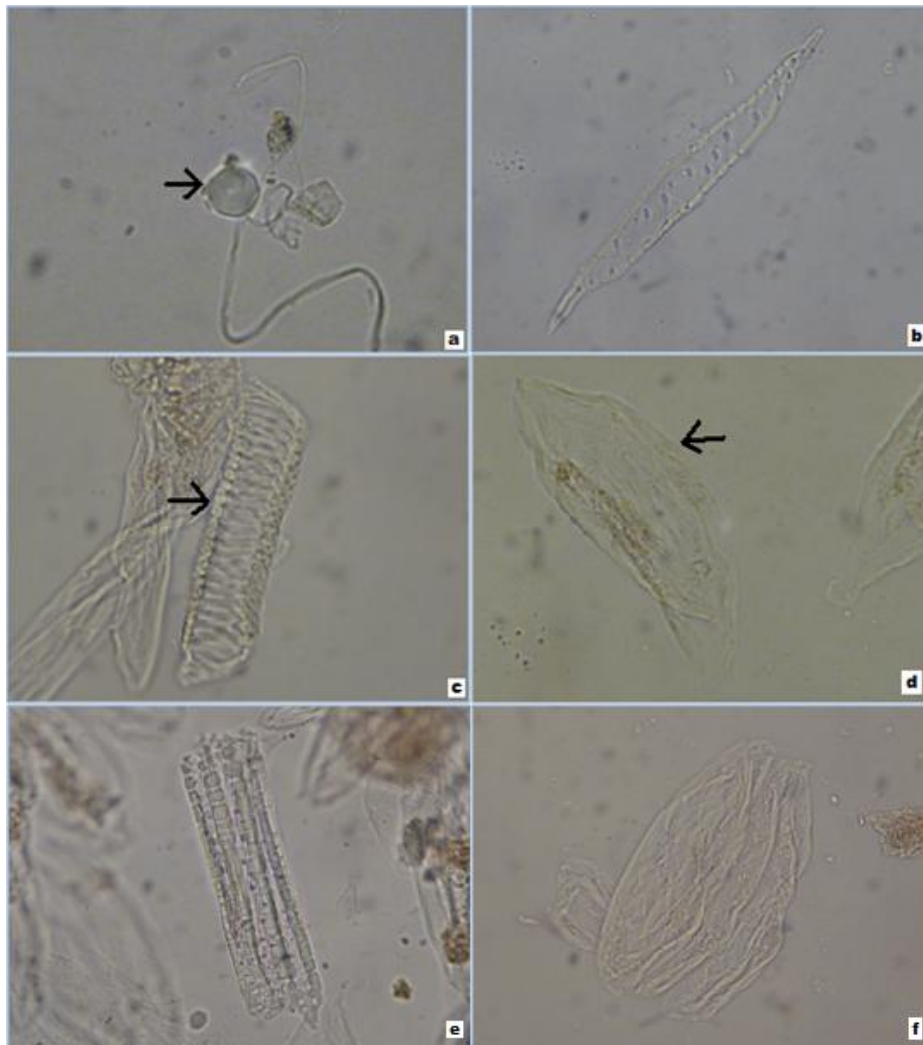
Fuente: Datos Experimentales

5. Disociados de muestras comerciales

a. Mercado la Presidenta, ciudad de Guatemala

Se observaron placas perforadas, gránulos de almidón con hendidura central, vasos del xilema, esclereidas ovaladas con extremos en punta, elementos cribosos del floema y elementos traquelaes.

Figura No. 15: Disociado de muestra comercial de Valeriana del Mercado la Presidenta. a. Gránulo de almidón; b. Fibra xílica; c. Vaso xílico; d. y f. Esclereida; e. Elemento criboso

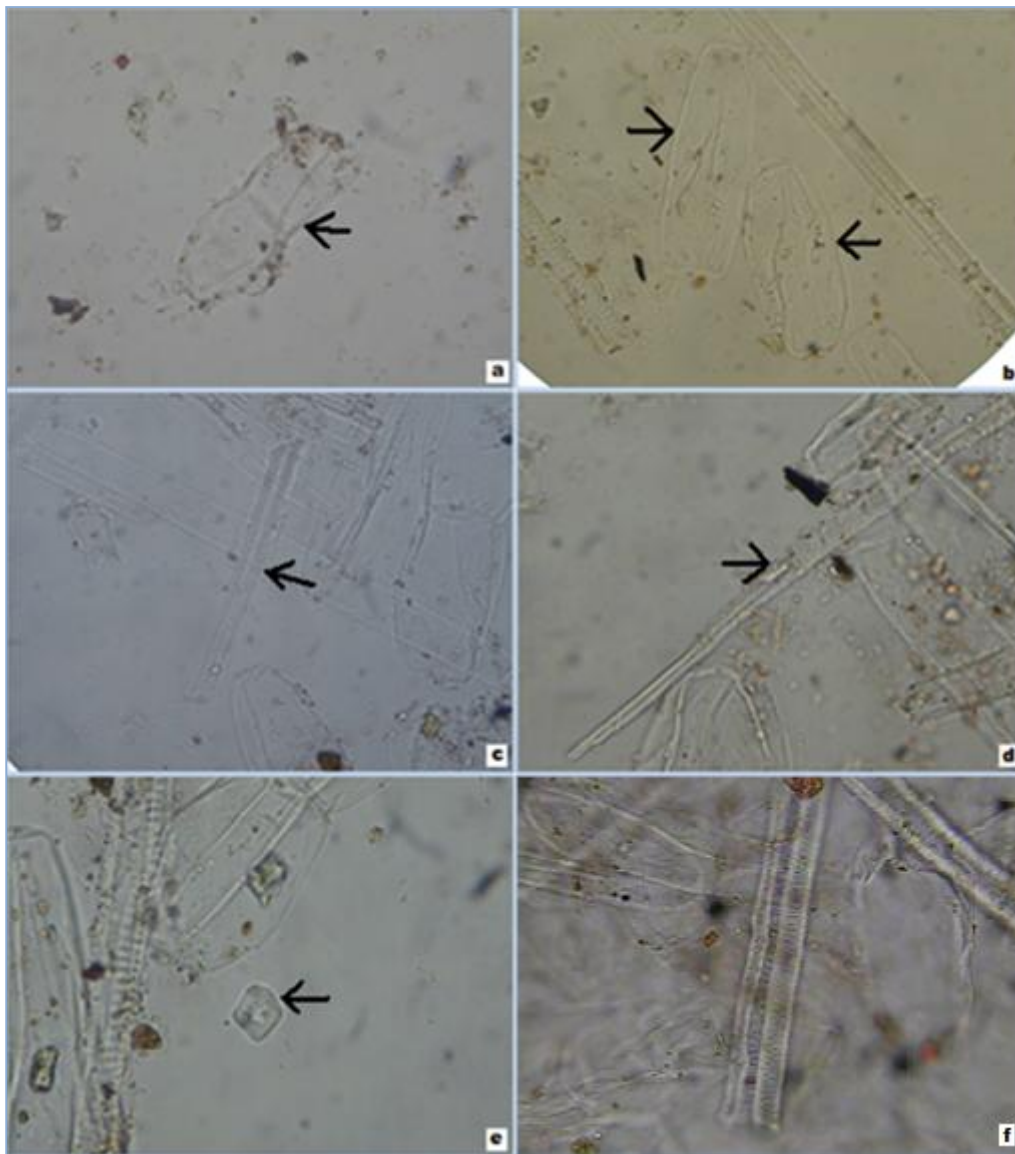


Fuente: Datos Experimentales

b. Mercado la Florida, ciudad de Guatemala

Se observaron células epidérmicas, esclereidas ovaladas grandes, elementos traqueales, fibrotraqueidas y gránulos de almidón con hendidura central.

Figura No. 16: Disociado de muestra comercial de Valeriana del Mercado la Florida. a. y b. Esclereidas; c. Vaso del xilema; d. y f. Fibras xílicas; e. Gránulos de almidón.



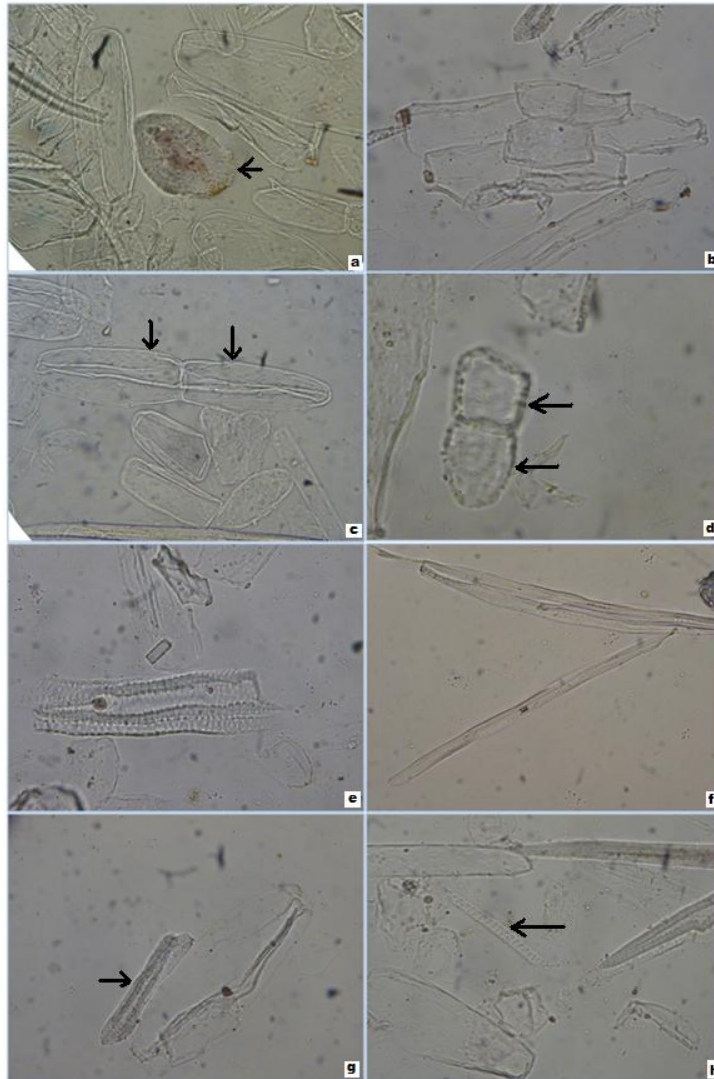
Fuente: Datos Experimentales

c. Mercado zona 1, ciudad de Guatemala

Se observaron braquiesclereidas redondas, células epidérmicas rectangulares, esclereidas ovaladas grandes, elementos cribosos del floema, elementos traqueales, fibrotraqueidas, macrosclereidas y placas perforadas.

Figura 17: Disociado de muestra comercial de Valeriana del Mercado de la zona 1.

A. Braquiesclereida; b. Células epidérmicas rectangulares en vista superficial; c. esclereidas; d. Elemento criboso del floema; e. Elementos traqueales; f. Fibrotraqueidas; g. Macrosclereidas; h. Vaso reticular



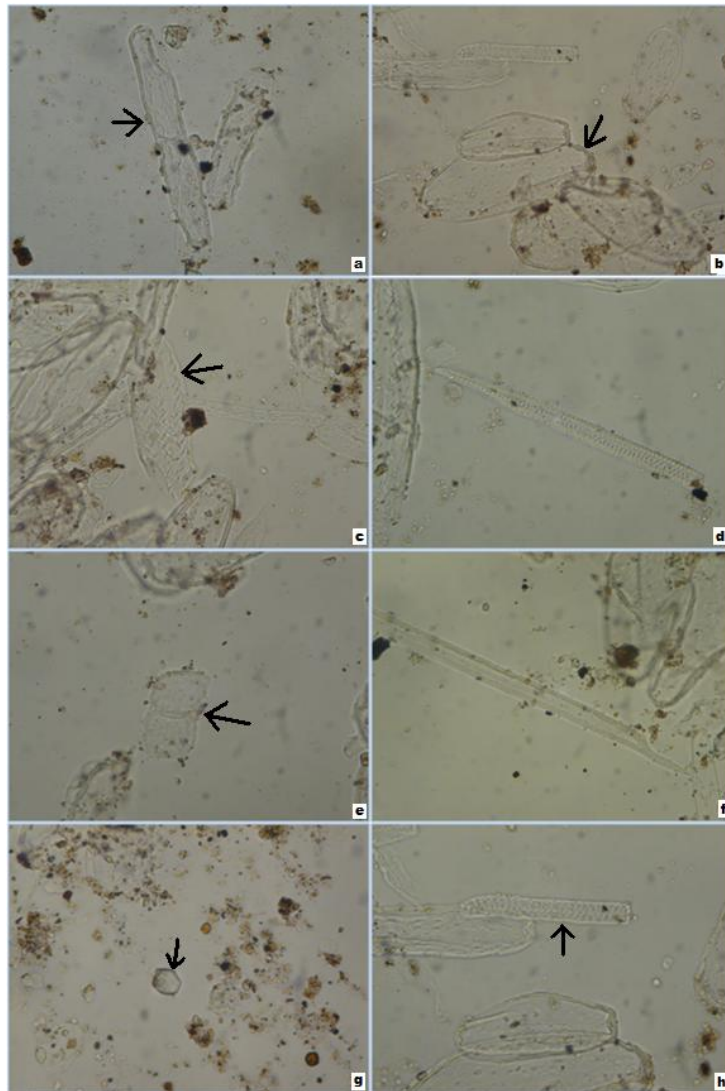
Fuente: Datos Experimentales

d. Mazatenango, Suchitepéquez

Se observaron células epidérmicas rectangulares, células parenquimáticas de la corteza, esclereidas ovaladas grandes, elementos traqueales, fibras libriformes, gránulos de almidón sin hendiduras y vasos del xilema reticulares.

Figura No. 18: Disociado de muestra comercial de Valeriana de Mazatenango. A.

Células epidérmicas; b. Células parenquimáticas de la corteza; c. Esclereidas; d. Elemento traqueal; e. Elementos cribosos del floema; f. Fibra libriforme; g. Gránulo de almidón; h. Vaso reticular



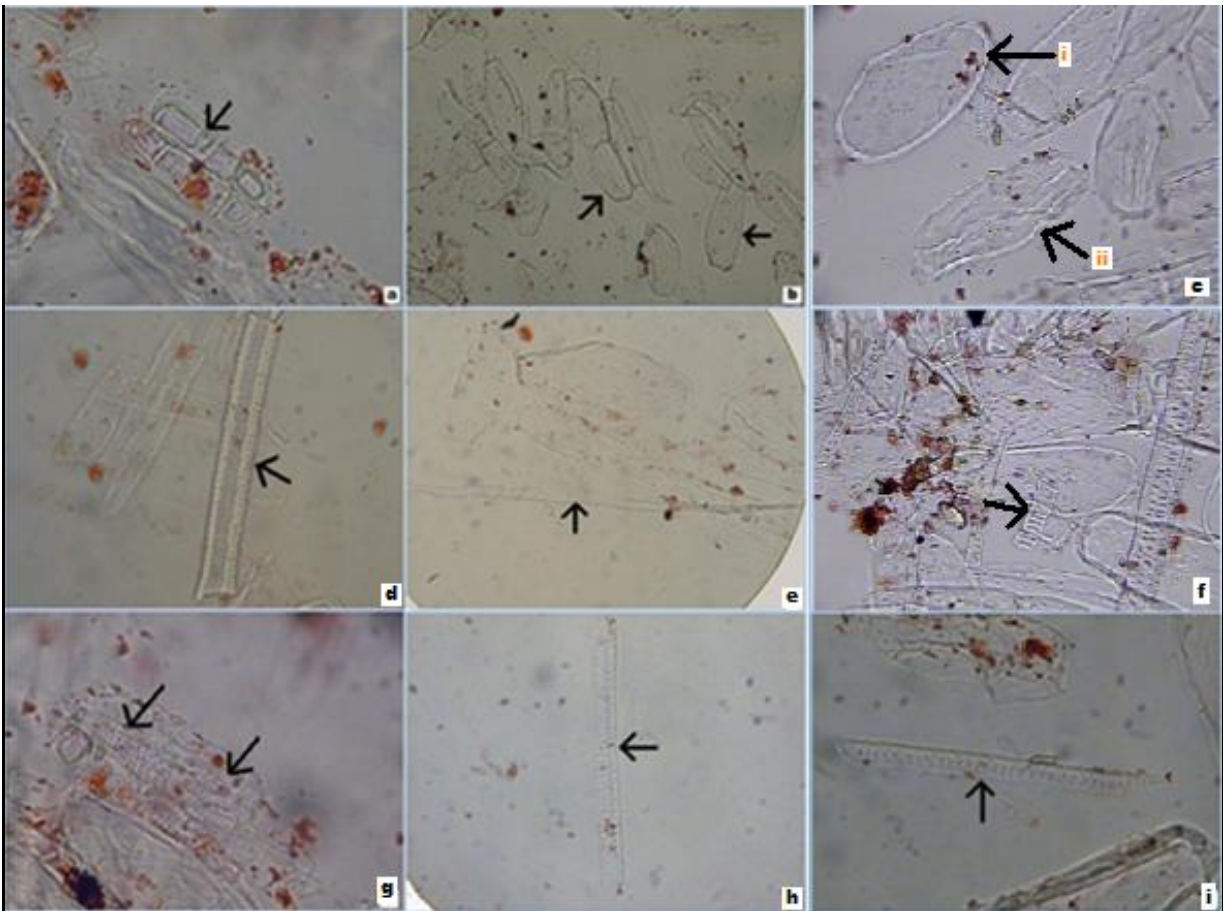
Fuente: Datos Experimentales

e. Jutiapa, Jutiapa

Se observaron braquiesclereidas, células parenquimáticas de la corteza, fibras libriformes, esclereidas ovaladas grandes, macroesclereidas triangulares, vasos xilicos, elementos traqueales escalariformes y placas perforadas.

Figura No. 19: Disociado de muestra comercial de Valeriana de Jutiapa. A.

Braquiesclereidas; b. Células parenquimáticas de la corteza; c. Célula parenquimática (i) y esclereida (ii); d. Vasos xilicos; e. Fibra libriforme; f y h. Elementos traqueales escalariformes; g. Macroesclereida; i. Placa perforada simple.

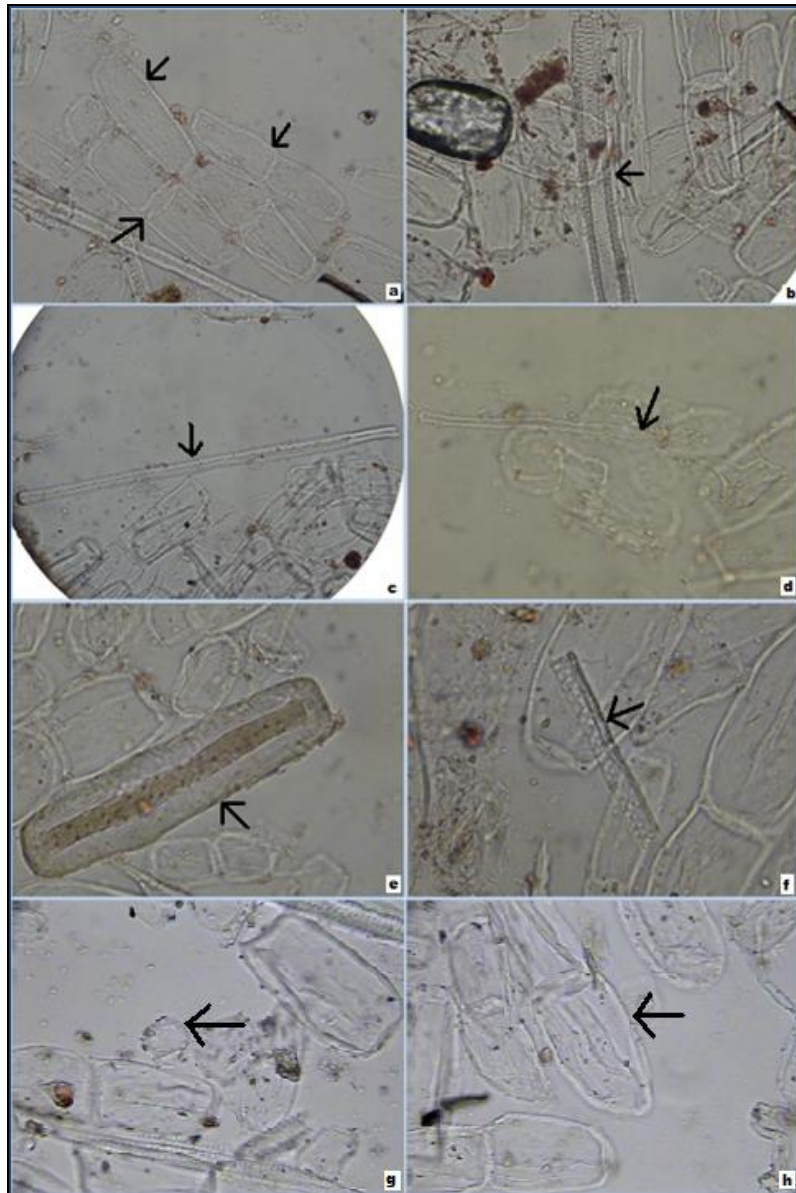


Fuente: Datos Experimentales

f. San Benito, Petén

Se observaron células parenquimáticas, elementos traqueales, fibras xílicas, esclereidas ovaladas grandes, macroesclereidas, vasos del xilema reticulados y tricomas unicelulares cónicos.

Figura No. 20: Disociado de muestra comercial de Valeriana de San Benito. A. Células parenquimáticas; b. Elemento traqueal; c. Fibra xílica; d. Tricoma; e. Macroesclereida; f. Vaso reticular; g. y h. Esclereidas

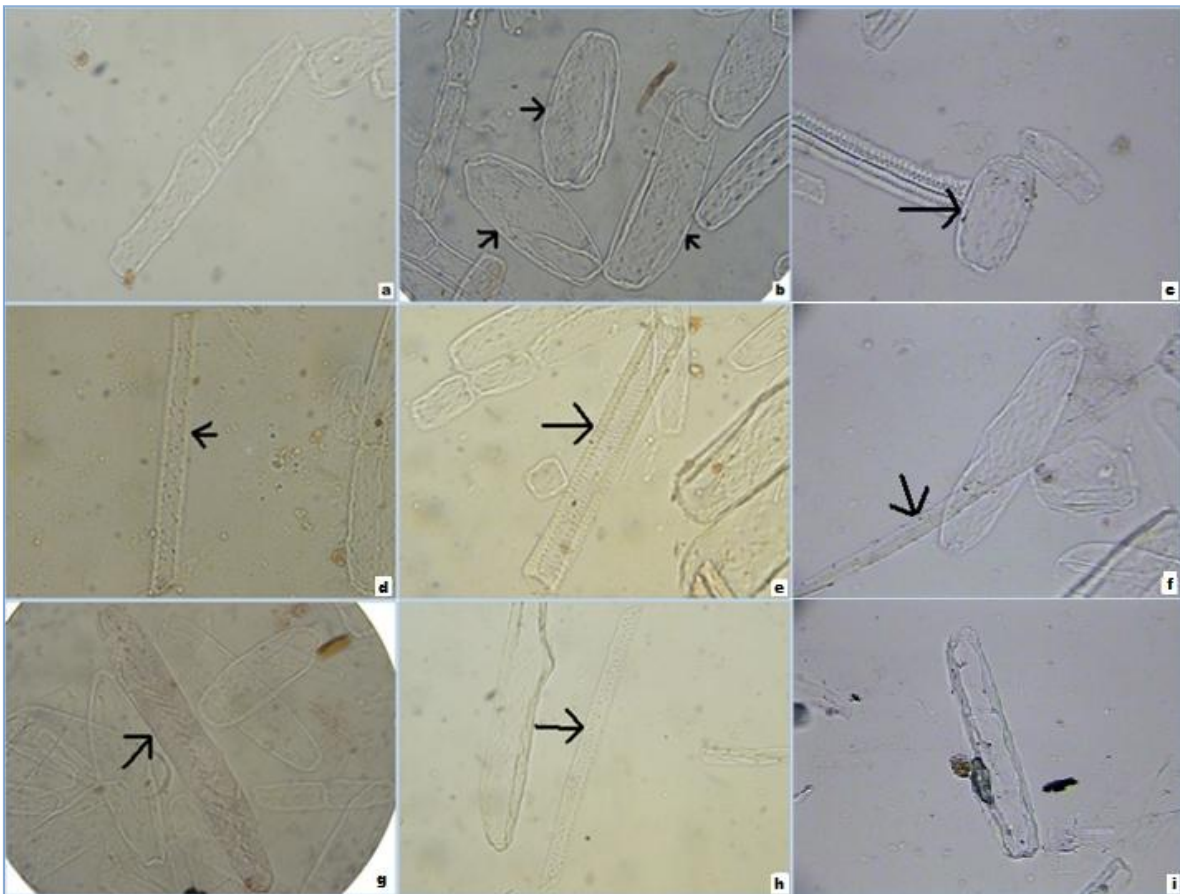


Fuente: Datos Experimentales

g. Cobán, Alta Verapaz

Se observaron células epidérmicas rectangulares, células parenquimáticas de la corteza ovals, elementos cribosos del floema, fibras libriformes, elementos traqueales, vasos del xilema, esclereidas ovaladas, macroesclereidas, macroesclereidas segmentadas.

Figura No. 21: Disociado de muestra comercial de Valeriana de Cobán. a. Células epidérmicas; b. Esclereidas; c. Células parenquimáticas; d. Elemento criboso; e. Vaso del xilema; f. Fibra libriforme; g. Macroesclereida; h. Vaso reticulado; i. Macroesclereida segmentada

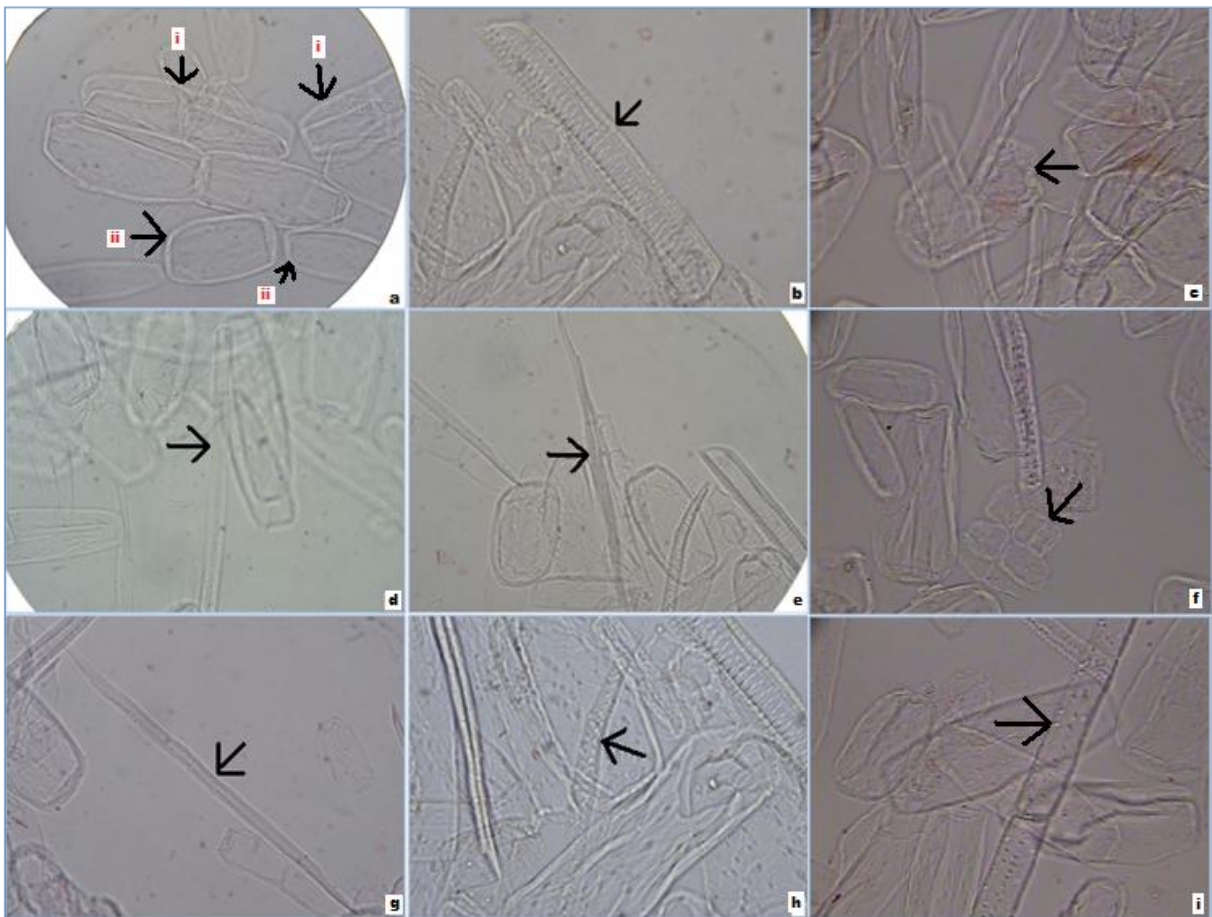


Fuente: Datos Experimentales

Xelajú, Quetzaltenango

Se observaron células parenquimáticas de la corteza, esclereidas, elementos traqueales, fibrotraqueidas, fibras libriformes, braquiesclereidas rectangulares, placas perforadas simples y vasos reticulados.

Figura No. 22: Disociado de muestra comercial de Valeriana de Xela: a. Esclereidas (i) y Células parenquimáticas (ii); b. Elemento traqueal; c. y f. Braquiesclereida; d. Fibrotraqueida; e y g. Fibra libriforme; f. Vaso reticulado; i. Placa perforada



Fuente: Datos Experimentales

C. Tamizaje Fitoquímico para Material Fresco y Droga Vegetal

Se realizaron pruebas microquímicas para determinar la presencia o ausencia de alcaloides, almidones, aceites y grasas esenciales, mucílagos, saponinas y taninos (Ver anexos 12 - 16) en cuatro especies de plantas y ocho muestras comercializadas bajo el nombre de Valeriana. Para las cuatro especies en estudio (*V. prionophylla*, *C. nutans*, *V. zizanioides* y *P. nudicaulis*) se tamizaron dos ejemplares frescos de cada una.

Tabla No. 1: Tamizaje fitoquímico de las especies y muestras comerciales

	Alcaloides	Almidones	Grasas y aceites	Mucílagos	Saponinas	Taninos
Hoja de <i>Valeriana prionophylla</i> 1	+	+	+	+	+	+
Hoja de <i>Valeriana prionophylla</i> 2	+	+	+	+	+	+
Raíz de <i>Valeriana prionophylla</i> (Nebaj)	+	+	+	+	+	+
Raíz de <i>Valeriana prionophylla</i> (Concepción Tutuapa)	+	+	+	+	+	+
Raíz de <i>Chaptalia nutans</i> 1	-	+	+	+	+	+
Raíz de <i>Chaptalia nutans</i> 2	-	+	+	+	+	+
Raíz de <i>Vetiveria zizanioides</i> 1	-	+	+	+	+	-
Raíz de <i>Vetiveria zizanioides</i> 2	-	+	+	+	+	-
Raíz de <i>Perezia nudicaulis</i> 1	-	+	+	+	+	~+
Raíz de <i>Perezia nudicaulis</i> 2	-	+	+	+	+	~+
Mx Mercado La Presidenta	+	+	+	+	+	+
Mx Mercado La Florida	+	+	+	+	+	+
Mx Mazate	-	-	~+	+	+	~+
Mx Jutiapa	-	+	+	+	+	+
Mx Petén	+	-	+	+	-	-
Mx Cobán	-	-	+	+	~+	~+
Mx Mercado zona 1	+	-	+	+	+	-
Mx Xela	-	-	+	+	+	~+

Fuente: Datos Experimentales

+: Positivo

-: Negativo

~+: Débilmente positivo

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con la finalidad de trabajar con las especies seleccionadas para el estudio, los ejemplares recolectados fueron identificados en base a la Flora de Guatemala en el herbario BIGU como *V. prionophylla*, *C. nutans*, *V. zizanioides* y *P. nudicaulis*, dichos ejemplares de herbario pasaron a formar parte de la colección de ejemplares del herbario BIGU y podrán ser consultados siempre que se desee trabajar con estas plantas.

Los resultados obtenidos en este estudio permitieron establecer las características diagnósticas más importantes para diferenciar a cada una de las especies analizadas, tanto de las drogas vegetales frescas como las drogas secas, además se determinaron las características de las hojas de *Valeriana prionophylla* que según el proyecto “Variabilidad genética, desarrollo de tecnología agrícola y caracterización fitofarmacéutica de una especie de Valeriana (*Valeriana prionophylla*) nativa de Guatemala con potencial de mercado como sedante natural”, del cual esta tesis formó parte, posee propiedades similares a las presentes en la raíz y rizoma de dicha planta.

El corte transversal de hoja de *V. prionophylla* evidenció dos tipos de tricomas, los primeros que por su forma se clasifican como globulíferos pediculados, de tipo glandular, encargados del almacenamiento de aceites esenciales, además también se observaron tricomas unicelulares simples, de tipo tector que cumplen función defensora en las hojas. La epidermis de la hoja demostró ser uniestratificada, es decir de una única capa de células, excepto a nivel de la nervadura central en la que se observó una epidermis biestratificada; el mesófilo en empalizada también se mostró característico, formado de una tricapa de células. En el diafanizado se lograron observar como características particulares de la especie, la presencia de los dos tipos de tricomas mencionados anteriormente y se estableció que la hoja es dorsiventral (dos caras diferentes) y anfiestomática (estomas en ambas caras)

presentando estomas anisocíticos en el lado adaxial, mientras que en el lado abaxial se observaron estomas anisocíticos y anomocíticos, los primeros en mayor cantidad que los segundos.

La droga vegetal fresca proveniente de raíz se logró caracterizar mediante la elaboración de cortes transversales de cada especie, evidenciándose que las cuatro especies presentan un cilindro vascular de tipo poliarca. Como rasgos característicos de cada una de las especies, podemos mencionar que *V. prionophylla* presentó peridermis estratificada y lisa; en *C. nutans* se observaron tricomas cónicos unicelulares; *V. zizanioides* presentó haces vasculares centrales de tipo anficribal, aerénquima (grandes cámaras de aire) y poca corteza. A excepción de *C. nutans* las demás especies evidenciaron tejido medular. Es importante mencionar que únicamente *V. prionophylla*, presenta rizoma.

Tomando en cuenta que las plantas medicinales, generalmente se comercializan secas y en muchos casos, pulverizadas, se utilizó la técnica de disociado fuerte para la caracterización de éstas. Al comparar las estructuras observadas en los disociados fuertes de raíz de las cuatro especies las siguientes características: todas presentaron células parenquimáticas ovaladas y vasos del xilema, estos últimos con características únicas para cada especie: los de *V. prionophylla* eran grandes y perforados en ambos extremos, en *C. nutans* se observaron vasos cilíndricos y reticulados, *V. zizanioides* presentó vasos de gran diámetro y con extremos poligonales, por último *P. nudicaulis* presentó vasos más pequeños de tipo reticular.

Tres de las cuatro especies presentaron gránulos de almidón redondos, sin embargo los observados en *V. prionophylla* y *P. nudicaulis* presentaban una hendidura central, mientras que los de *C. nutans* presentaban tres hendiduras. De lo cual se deduce que en base a los gránulos solo podemos identificar a *C. nutans*. Tanto las esclereidas observadas en *V. prionophylla* como en *C. nutans* eran

ovaladas, sin embargo las de la primera especie presentaban extremos en punta y las de la segunda especie eran más grandes con extremos redondeados; por otro lado las esclereidas de *V. zizanioides* eran cúbicas. Únicamente en dos especies se observaron braquiesclereidas, en *C. nutans* se observaron de forma circular y en *P. nudicaulis* de forma cuboide a rectangular. Esto indica que las esclereidas es un buen criterio para determinar la identidad de las drogas en polvo, comercializadas como valeriana. Las células epidérmicas y elementos cribosos del floema solo se encontraron en *V. prionophylla* y en *P. nudicaulis*, las células epidérmicas en ambas especies de forma rectangular pero, las de la primera especie presentaban además cicatrices de tricomas; los elementos cribosos eran rectangulares en *V. prionophylla* y cilíndricos en *P. nudicaulis*. Se logró observar fibras y macroesclereidas en *C. nutans* y *V. prionophylla*. Las de *C. nutans*, abundantes y de tipo libriformes con macroesclereidas rectangulares y de poco lumen; mientras que en *V. prionophylla*, fueron menos abundantes y de tipo xílicas con macroesclereidas alargadas. Se observaron células subepidérmicas en dos especies, en *V. zizanioides* eran rectangulares, con borde regular y alargadas mientras que en *P. nudicaulis* eran rectangulares de borde irregular y ligeramente más cortas. Únicamente se observaron células endodérmicas en *V. zizanioides*, estas de forma rectangular y con una pared lateral muchos más engrosada que la otra, lo cual constituye una característica particular de esa especie. Finalmente se observaron placas perforadas en tres especies, en *C. nutans* eran perforadas de tipo irregular, mientras que en *V. zizanioides* eran compuestas reticulares, por último las observadas en *P. nudicaulis* eran de dos tipos: reticulares y simples (10).

El tamizaje fitoquímico demostró que tanto la raíz como la hoja de *V. prionophylla* presentan todos los metabolitos estudiados: alcaloides, taninos, mucílagos, saponinas, grasas y aceites esenciales. *C. nutans* y *P. nudicaulis* presentaron los mismos metabolitos, excepto los alcaloides. La raíz de *V. zizanioides* fue negativa para alcaloides y taninos.

En base a los resultados obtenidos en los diafanizados de las muestras conocidas, se analizaron las muestras comerciales, encontrándose que la muestra proveniente de la Presidenta, presentó estructuras y un perfil químico semejante a *V. prionophylla*, por lo que podemos inferir que en este centro naturista se comercializa dicha especie como valeriana. La muestra comercial proveniente del mercado la Florida presentó un perfil químico similar a *V. prionophylla* pero con estructuras semejantes a las de *C. nutans*, lo que sugiere la contaminación con otra u otras especies de plantas, distintas a las investigadas en este estudio.

Las restantes seis muestras comerciales analizadas presentaron estructuras celulares semejantes a las observadas en *C. nutans* y estructuras celulares no observadas en ninguna de las cuatro especies estudiadas. De esto podemos inferir que las muestras comerciales provenientes de estos centros naturistas ubicados en: Mazatenango, Suchitepéquez; Jutiapa; San Benito, Petén; Cobán, Alta Verapaz, Xela, Quetzaltenango y el mercado de la zona 1, Guatemala; comercializan *C. nutans* mezclada con otras especies bajo el nombre de valeriana. Por último, dichas muestras comerciales presentaron perfiles químicos distintos tanto entre ellas como respecto a las especies investigadas en este estudio, lo que sugiere un mal secado, procesamiento y control de calidad de la materia médica comercializada.

X. CONCLUSIONES

1. Los ejemplares recolectados y conocidos comúnmente como valerianas fueron identificados como: *Valeriana prionophylla*, *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides* y *Perezia nudicaulis* respectivamente.
2. Es posible determinar que especie se comercializa como droga seca comparando los resultados obtenidos con la técnica de disociado fuerte.
3. Para la identificación de *V. prionophylla* en droga seca de raíz, pueden emplearse elementos como: gránulos de almidón de una hendidura, esclereidas ovaladas con extremos en punta, vasos reticulados grandes perforados en ambos extremos y células epidérmicas casi rectangulares con cicatrices de tricomas. Para la droga de dicha especie proveniente de hojas se puede utilizar la presencia de tricomas biseriados pluricelulares.
4. Para la identificación de droga seca de raíz de *C. nutans* se pueden emplear como elementos característicos: la presencia de gránulos de almidón con tres hendiduras, tricomas cónicos, esclereidas ovals grandes, fibras libriformes, células parenquimáticas ovaladas, vasos reticulados y macroesclereidas.
5. Para la identificación de droga seca de raíz de *V. zizanioides* pueden emplearse elementos como: esclereidas cúbicas, células subepidérmicas largas y delgadas, vasos del xilema de gran diámetro y células endodérmicas con una pared lateral muy engrosada.
6. Para la identificación de droga seca de raíz de *P. nudicaulis* pueden emplearse elementos como: braquiesclereidas rectangulares a cuboides, células peridérmicas rectangulares de borde irregular, elementos cribosos del floema con forma cilíndrica y numerosas placas perforadas reticulares y simples.

7. La materia médica comercializada procedente del mercado de la Presidenta ubicado en la ciudad de Guatemala corresponde a la especie *V. prionophylla*.
8. Los productos comercializados bajo el nombre de Valeriana en distintos puntos del país pertenecen a materia médica mal secada y procesada correspondiente a *Chaptalia nutans* mezclada con alguna otra especie distinta de *V. prionophylla*, *V. zizanioides* o *P. nudicaulis*.

XI. RECOMENDACIONES

1. Investigar los caracteres de identidad de especies macroscópicamente semejantes y que son nativas de la flora de Guatemala, para determinar la o las posibles especies contaminantes en las muestras comercializadas como valeriana en nuestro país.
2. Establecer y estandarizar mediante técnicas de Biología Molecular, una metodología para la identificación de las especies vegetales.
3. Investigar la presencia de metabolitos secundarios en todas las partes de cada planta tomando en cuenta variaciones fenológicas como edad, ambiente y suelo.
4. Determinar si pueden ser empleadas como fuente de droga seca la actividad de extractos de otra región de la planta.
5. Realizar estudios enfocados en las propiedades toxicológicas y farmacológicas de *Valeriana prionophylla*, *Chaptalia nutans*, *Vetiveria zizanioides* y *Perezia nudicaulis* para comprobar las propiedades de estas y su uso como alternativa terapéutica en humanos.
6. Identificar por medio de cromatografía de capa fina los metabolitos responsables de la actividad de cada una de las plantas denominadas valerianas

XII. REFERENCIAS

- 1) Cáceres A. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala: Editorial Universitaria, 1999. 402p.
- 2) Pahlow M. El gran libro de las plantas medicinales; La salud mediante las fuerzas curativas de la naturaleza. 5 ed. España: Editorial Everest, 1985. 450 p.
- 3) Muñoz O, et al. Plantas medicinales de uso en Chile; Química y farmacología. Chile: Editorial Universitaria, 2001. 330 p.
- 4) Suárez M. Plantas Medicinales. Thermas World, 1999.
- 5) Cañigueral S. La fitoterapia; Una terapéutica para el tercer milenio. Revista de Fitoterapia 2002;2:101-120.
- 6) Domínguez C. Fitoterapia. 1997. <http://personal.redestb.es/martin/pfito.htm>
- 7) Cronquist A. Introducción a la botánica. 2 ed. México: Editorial Continental, 1984. 848 p.
- 8) Fahn A. Anatomía Vegetal. 2 ed. España: Ediciones Pirámide S.A., 1982. 257 p.
- 9) Herrera M. Manual de laboratorio; Anatomía y morfología Vegetal. Guatemala: Facultad de Agronomía USAC, Doc tec, 2003.
- 10) Flores E. La planta; Estructura y función. Costa Rica: Tecnología de Costa Rica, Vols, 2, Vol 2, 1999. 884 p.
- 11) Solís P, et al. Manual de Caracterización y Análisis de Drogas Vegetales y Productos Fitoterapéuticos. Desarrollo de Tecnología de Cultivo de Plantas Medicinales y Producción de Fitoterapéuticos, Doc. Tec. 2003. 132 p.

- 12) Wettstein R, et al. Tratado de botánica sistemática. 4 ed. España: Editorial Labor, 1944. 1039 p.
- 13) Bruneton J. Farmacognosia; Fitoquímica y plantas medicinales. 2 ed. España: Editorial Acribia S.A., 2001.
- 14) World Health Organization (WHO). Quality control methods for medicinal plant material. Geneva, Suiza: WHO, 1998. <http://www.who.org>
- 15) Plants Database. Classification for Kingdom *Plantae*. USA: National Resources Conservation Service, 2008. <http://plants.usda.gov/classification.html>
- 16) Alonso J. Tratado de Fitofármacos y nutracéuticos. Rosario, Argentina: Corpus, 2004. 1359p.
- 17) Hobbs C. Valerian; A literature review. USA: HerbalGram 21, 1989. 35p.
- 18) Upton R. Valerian Root, *Valeriana officinalis*. Analytical, Quality Control, and Therapeutic Monograph. Santa Cruz, CA. American Herbal Pharmacopeia; 1999
- 19) Jackson B, Derek W. Atlas of Microscopy of Medicinal Plants, Culinary Herbs and spices. Londres: CRC Press, 1990. 257p. (p. 228-229)
- 20) Woerdenbag HJ, Bos R, Scheffer JJC. Valerian; quality assurance of the crude drug and its preparations. (In Valerian; The Genus Valerian. Amsterdam: Hardwood Academic Publishers, 1997. 103-123p.)
- 21) Houghton PJ. The Chemistry of Valeriana. (In Valerian; The Genus Valerian. Amsterdam: Hardwood Academic Publishers, 1997. 21-54p.
- 22) Rosecrans JA, Defeo JJ, Youngken HW Jr. Pharmacological investigation of certain *Valeriana officinalis* L. Extracts. J Pharm Sci 1961;50:240-244.

- 23) Leuschner J, Muller J, Rudmann M. Characterisation of the central nervous depressant activity of a commercially available valerian root extract. *Arzneimittelforschung* 1993;43:638-641.
- 24) Dorn M. Efficacy and tolerability of Baldrian versus oxazepam in non-organic and non-psychiatric insomniacs; A randomised, double-blind, clinical, comparative study. *Forsch Komplementarmed Klass Naturheilkd* 2000;7:79-84.
- 25) Ziegler G, et al. Efficacy and tolerability of valerian extract LI 156 compared with oxazepam in the treatment of non-organic insomnia—a randomized, double-blind, comparative clinical study. *Eur J Med Res* 2002;7:480-486.
- 26) Glass J, et al. Acute pharmacological effects of temazepam, diphenhydramine, and valerian in healthy elderly subjects. *J Clin Psychopharmacol* 2003;23:260-268.
- 27) Müller-Limmroth W, Ehrenstein W. Experimental studies of the effects of Seda-Kneipp on the sleep of sleep disturbed subjects; Implications for the treatment of different sleep disturbances. *Med Klin* 1977;72:1119-1125
- 28) Schmitz M, Jäckel M. Comparative study for assessing quality of life of patients with exogenous sleep disorders treated with a hops-valerian preparation and a benzodiazepine drug. *Wien Med Wochenschr* 1998;148:291-298.
- 29) Panijel M. Treatment of moderately severe anxiety states. *Therapiewoche*. 1985;35:4659-4668.
- 30) Kniebel R, Burchard JM. The treatment of depressive moods in medical practice. *Zeitschrift Allgemeiner Medizin* 1988;64:689-696.
- 31) Rasmussen P. A role for phytotherapy in the treatment of benzodiazepine and opiate drug withdrawal. *The European Journal of Herbal Medicine* 1997;3:11-21

- 32) Cerny A, Schmid K. Tolerability and efficacy of valerian/lemon balm in healthy volunteers; A double-blind, placebo-controlled, multicentre study. *Fitoterapia* 1999;70:221-228.
- 33) Wheatley D. Kava and valerian in the treatment of stress-induced insomnia. *Phytother Res* 2001;15:549-551.
- 34) Stoll A, Seebeck E, Stauffacher D. New investigations on valerian. *Schweiz Apoth-Ztg* 1957;95:115
- 35) Wagner H. Evaluation of Valerian drug and its preparations. *Arzneimittelforschung* 1970;20:1149-1152.
- 36) Hazelhoff B, Malingré TM, Meijer DK. Antispasmodic effects of valeriana compounds; An *in-vivo* and *in-vitro* study on the guinea-pig ileum. *Arch Int Pharmacodyn Ther* 1982;257:274-287.
- 37) Bérdy J, et al. *CRC Handbook of Antibiotic Compounds*. Boca Raton, USA: CRC Press. Vols. 2, 1982. 839 p.
- 38) Guerin J, Reveillere H. Antifungal activity of plant extracts used in therapy. *Pharm Fr* 1985;43:77-81.
- 39) Cáceres A, et al. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders; Screening of 84 plants against enterobacteria. *J Ethnopharmacol* 1990;30:55-73.
- 40) Grange JM, Davey RW. Detection of antituberculous activity in plant extracts. *J Appl Bacteriol* 1990;68:587-591.
- 41) Petkov V. Plants and hypotensive, antiatheromatous and coronarodilatating action. *Am J Chin Med* 1979;7:197-236

- 42) Yang GY, Wang W. Clinical studies on the treatment of coronary heart disease with *Valeriana officinalis* var. *Latifolia*. Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi 1994;14:540-542.
- 43) Bounthanh C, et al. Valepotriates; a new class of cytotoxic and antitumor agents. Planta medica 1981;41:21-28.
- 44) Houghton PJ. The biological activity of Valerian and related plants. J Ethnopharmacol 1988;22:121-142.
- 45) Holtz J. The Pharmacology and Therapeutics of Valeriana. (In: Houghton, P.J. (Ed.), Hardman, R. (Series Ed.), Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles, vol. 1: Valerian. Netherland: Hardwood Academic Publishers, 1997. 55-57p)
- 46) Upton R. Valerian Root; *Valeriana officinalis*. American Herbal Pharmacopoeia, USA: 1999. 24p. <http://herbal-ahp.org/documents/sample/valerian.pdf>.
- 47) Fehri B, et al. Toxic effects induced by the repeat administration of *Allium sativum* L. J Pharm Belg 1991;46:363-374.
- 48) Leslie G, Salmon G. Repeated dose toxicity studies and 89rámil89ctive studies on nine bio-stragh herbal remedie. Swiss Med 1999;1:1-3.
- 49) Czabajska W, et al. New methods in the cultivation of *Valeriana officinalis*. Plant Med 1976;30:9-13.
- 50) Roca C. Evaluación comparativa de la acción sedante e hipnótica de un elixir fitoterapéutico y la combinación de las plantas originales. Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2005. 77p.

- 51) De la Cruz BC. Caracterización de cinco extractos de plantas medicinales nativas de Guatemala, validadas científicamente. Guatemala: Universidad de San Carlos, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2005. 44p.
- 52) Nash DL. Flora de Guatemala, *Valerianaceae*. Field. Bot. 24 (11):296-306.
- 53) Duke J. Handbook of medicinal herbs. Boca Raton, USA: CRC Press, 1985. 303 p.
- 54) Piccinelli A, et al. New Lignans from the roots of *Valeriana prionophylla* with Antioxidative and Vasorelaxant Activities. Journal of Natural Products 2004; 67, (7): 1135-1140.
- 55) Cruz E, Gomar G, Barrientos M. Evaluación Clínica de la Efectividad de *Valeriana prionophylla* como inductora del sueño. Tikalia 2005;23:85-99.
- 56) Cazes PL. Nombres Vulgares de *Asteraceae* del Herbario del Museo "Juan A. Domínguez". Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA. Buenos Aires, Argentina: Doc. Tec. 9556:1113, 2000. 32p.
<http://dominguezia.org.ar/volumen/articulos/16-2.pdf>
- 57) Murillo E, et al. Actividad Alelopática de las Arcenses Asociadas al Cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) en el Tolima-Colombia. Inf. Tecnol., 2006, vol. 17, no.2, p.15-24.
<http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2190913>
- 58) Duarte MR, Siebenrok MCN, Empinotti CB. Anatomía comparada de especies de 90rámil; *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. E *Chaptalia nutans* (L.) Pohl. Ciên. Farm. Básica. 2007;28:193-201.
http://www.fcfar.unesp.br/revista_pdfs/vol28n2/trab9.pdf.

- 59) Fikenscher LH, Hegnauer R. Cyanogenese bei den Cormophyten Mitteilung; *Chaptalia nutans*, eine stark cyanogene Pflanze Brasiliens. *Planta Medica* 1977;31:266–269.
- 60) Coelho G, et al. Ethnopharmacological Studies of antimicrobial remedies in the south of Brazil. *J Ethnopharmacol.* 2004;90:135-43.
- 61) García, B. *Plantas Medicinales de Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, 1974. 326p
<http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/older/cienciasnaturales3.pdf>
- 62) Larez A. Claves para identificar malezas asociadas con diversos cultivos en el Estado Monagas, Venezuela II; Dicotiledóneas. *Revista Científica UDO Agrícola*, 2007;7:91-121.
<http://www.bioline.org.br/request?cg07013>
- 63) Heinrich M, et al. Parasitological and microbiological evaluation of mixed Indian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* 1992;36:81-85.
- 64) Torrado MC, et al. *In Vitro* Antibacterial Activity of a 7-O-β-D-glucopyranosyl-nutanocoumarin from *Chaptalia nutans* (*Asteraceae*). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 2003,98:283-286. <http://www.scielo.br/pdf/mioc/v98n2/v98n2a20.pdf>
- 65) Robineau L. *Vetiveria zizanioides*. (In *Farmacopea vegetal Caribbean*. TRAMIL-Enda-Caribe y Emile Desormeaux. Martinique, 1996. 450-453p.)
- 66) Rao R, Suseela MR. *Vetiveria zizanioides*, A multipurpose Eco-friendly grass of India. National Botanical Research Institute. Lucknow, India: 2006. 439-442p.
http://www.vetiver.org/TVN_IVC2/CP-6-2.PDF
- 67) Issaravanich S, et al. Pharmacognostic specification of *Vetiveria zizanioides* roots in Thailand. *J Health Res* 2008, 22(1): 9-14.

[http://www.cph.chula.ac.th/J%20Health%20REs/Full%20text/22/1J%20Health%20Res_22\(1\)9-14.pdf](http://www.cph.chula.ac.th/J%20Health%20REs/Full%20text/22/1J%20Health%20Res_22(1)9-14.pdf)

- 68) Champagnat P, et al. A Study on the Composition of Commercial *Vetiveria zizanioides*; Oils from Different Geographical Origins. Journal of Essential Oil Research, 2006.
<http://www.perfumerflavorist.com/jeor/articles/5830951.htm>
- 69) Solis PN, et al. Estudio fitoquímico de algunas plantas TRAMIL con usos en Martinica. Informe TRAMIL. Centro de Investigaciones Farmacognósticas de la Flora Panameña CIFLORPAN. Panamá, 2004.
- 70) Weniger B, Rouzier M. Enquête TRAMIL. Port au Prince, Haïti: Service Oecuménique d'Entraide (SOE), 1986.
- 71) Giron L. Encuesta TRAMIL; Costa atlántica. Guatemala: Centro Mesoamericano de Tecnología (CEMAT), 1988.
- 72) Lagos-Witte S. Encuesta TRAMIL; Laboratorio de Histología Vegetal y Etnobotánica. Tegucigalpa, Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 1988.
- 73) Cáceres A, Gonzalez S, Giron L. Demostración de la actividad antimicrobiana de plantas 92rámil en base a los usos populares en la cuenca del Caribe. Guatemala: Laboratorio de productos fitofarmacéuticos Farmaya y Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC, 1998.
- 74) Solis PN, et al. Estudio antimicrobiano de algunas plantas TRAMIL con usos en Martinica. Panamá: Centro de Investigaciones Farmacognósticas de la Flora Panameña CIFLORPAN, 2004.

- 75) García GM, et al. Potenciación del sueño, del extracto acuoso de las hojas de *Vetiveria zizanioides*. San Pedro, Costa Rica: Laboratorio de Ensayos Biológicos LEBI, Universidad de Costa Rica, 2000
- 76) Potenciación del sueño, del extracto acuoso de raíz de *Vetiveria zizanioides*. Informe TRAMIL. Laboratorio de Ensayos Biológicos LEBI, Escuela de Medicina, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.
- 77) Kindra K, Satyanarayana T. Inhibitory activity of essential oils of some plants against pathogenic bacteria. *Indian Drugs* 1978;16:15-17.
- 78) Chaumont J, Bardey I. In vitro antifungal activity of essential oils. *Fitoterapia* 1989;60:263-266.
- 79) Gangrade S. In vitro antifungal effect of the essential oils. *Indian Parfum* 1991;35:46-48.
- 80) Pazos L, Coto T, Gonzalez S. Toxicidad oral, aguda en ratones, del extracto acuoso de raíz de *Vetiveria zizanioides*. San Pedro, Costa Rica: Laboratorio de Ensayos Biológicos, Universidad de Costa Rica, 2003
- 81) Pazos L, Coto T, Gonzalez S. Toxicidad oral, aguda en ratones, del extracto acuoso de cogollos de *Vetiveria zizanioides*. San Pedro, Costa Rica: Laboratorio de Ensayos Biológicos, Universidad de Costa Rica, 2003.
- 82) Subach C. Insect repellents from vetiver oil. *Tetrahedron letters* 1982;23:4639-4642.
- 83) Nateras B, Campos A, Robinson V. Desarrollo y Validación de un Método por HPLC para cuantificar niveles plasmáticos de Perezona. Congreso Estatal de Ciencia y Tecnología. México:2004.

XIII. ANEXOS

Anexo 1: Ejemplar vivo de *Valeriana prionophylla*



Fuente: Datos experimentales

Anexo 2: Flores de *Valeriana prionophylla*



Fuente: Datos experimentales

Anexo 3: Ejemplar vivo de *Chaptalia nutans*.



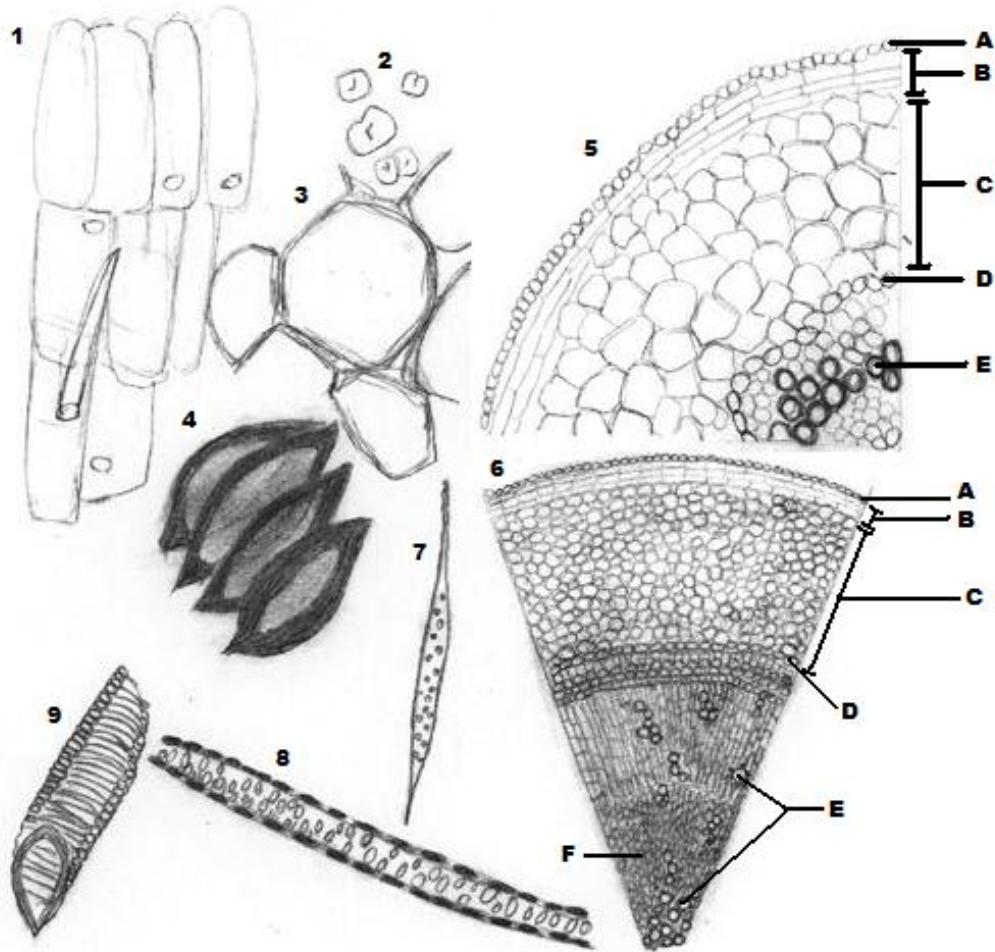
Fuente: Datos experimentales

Anexo 4: Certificación de identificación de *Chaptalia nutans* del herbario BIGU (Ver más adelante).

Anexo 5: Certificación de identificación de *Vetiveria zizanioides* del herbario BIGU (Ver más adelante).

Anexo 6: Certificación de identificación de *Perezia nudicaulis* del herbario BIGU (Ver más adelante).

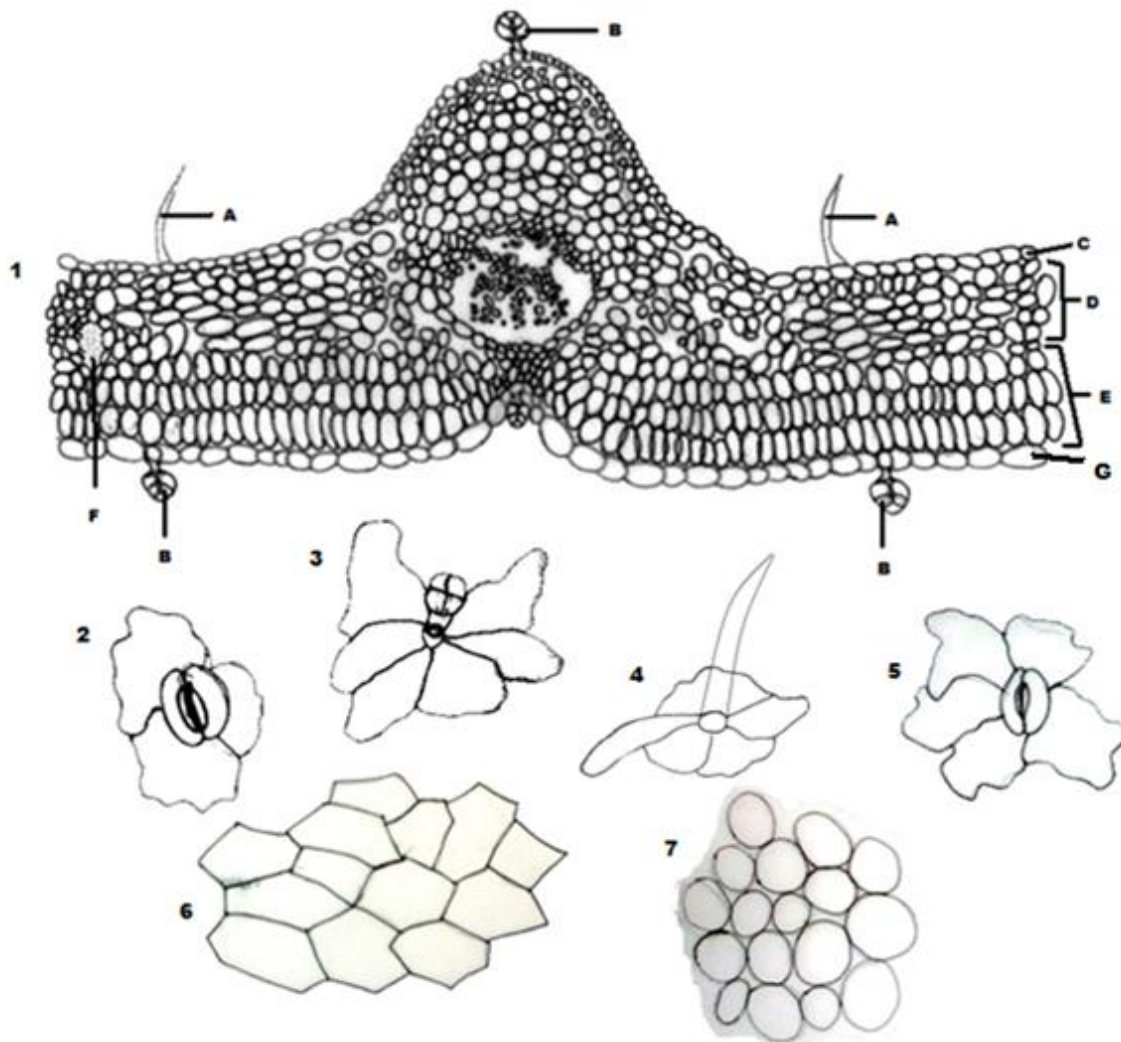
Anexo 7: Esquemas a mano de raíz de *Valeriana prionophylla*



Fuente: Datos experimentales

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Células epidérmicas en vista superficial, se observan cicatrices de tricomas y un tricoma unido 2. Gránulos de almidón 3. Células del parénquima en corte transversal 4. Grupo de esclereidas 5. Estructura del rizoma <ol style="list-style-type: none"> A. Epidermis B. Peridermis C. Parénquima D. Endodermis E. Vasos del xilema | <ol style="list-style-type: none"> 6. Estructura de la raíz principal <ol style="list-style-type: none"> A. Epidermis B. Peridermis C. Corteza D. Endodermis E. Vasos del xilema F. Médula 7. Fibra xilica 8. Elemento criboso del floema 9. Vasos del xilema reticulados y perforados en los extremos |
|---|---|

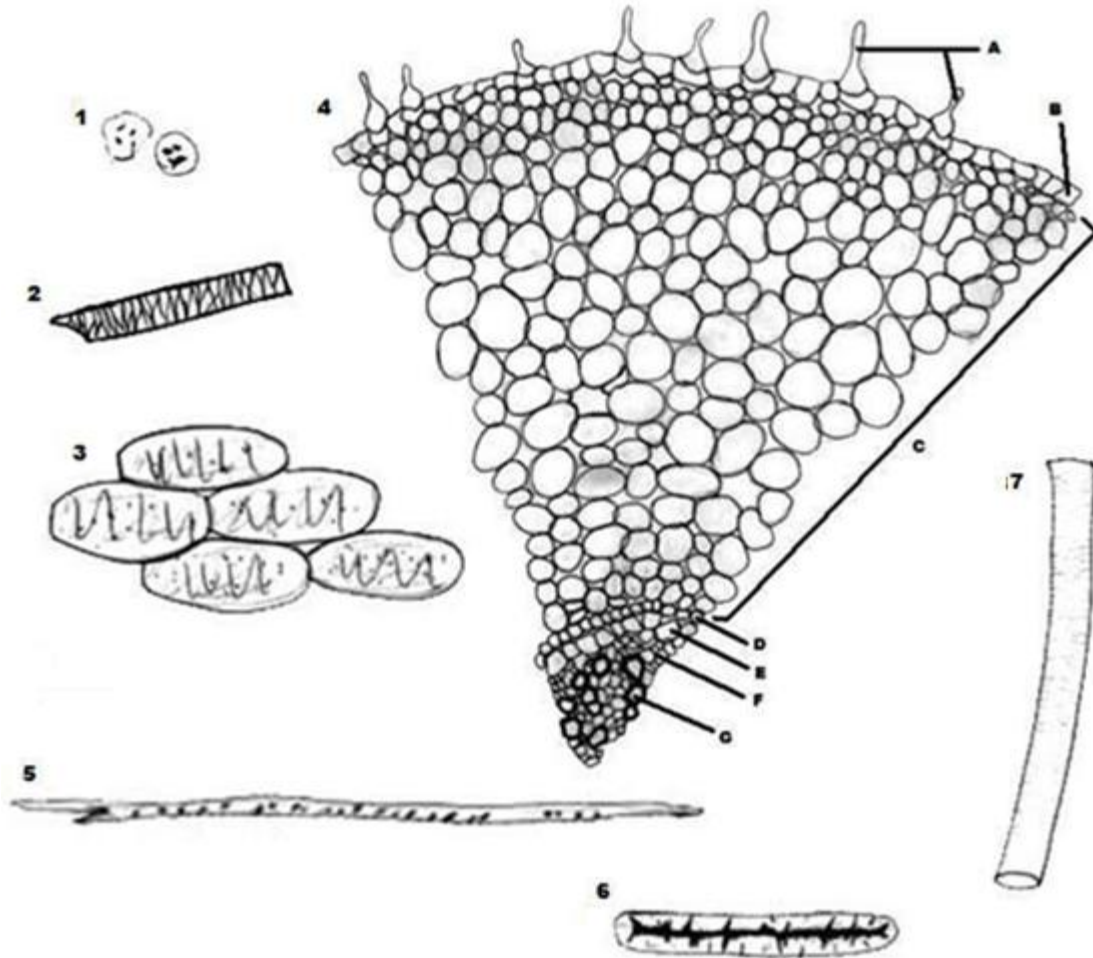
Anexo 8: Esquemas a mano de hoja de *Valeriana prionophylla*



Fuente: Datos experimentales

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Estructura de la hoja | 2. Estoma anisocítico |
| A. Tricoma cónico | 3. Tricoma biseriado |
| B. Tricoma biseriado | 4. Tricoma cónico |
| C. Epidermis abaxial | 5. Estoma anomocítico |
| D. Mesófilo esponjoso | 6. Epidermis |
| E. Parénquima de empalizada | 7. Mesófilo |
| F. Haz vascular | |
| G. Epidermis adaxial | |

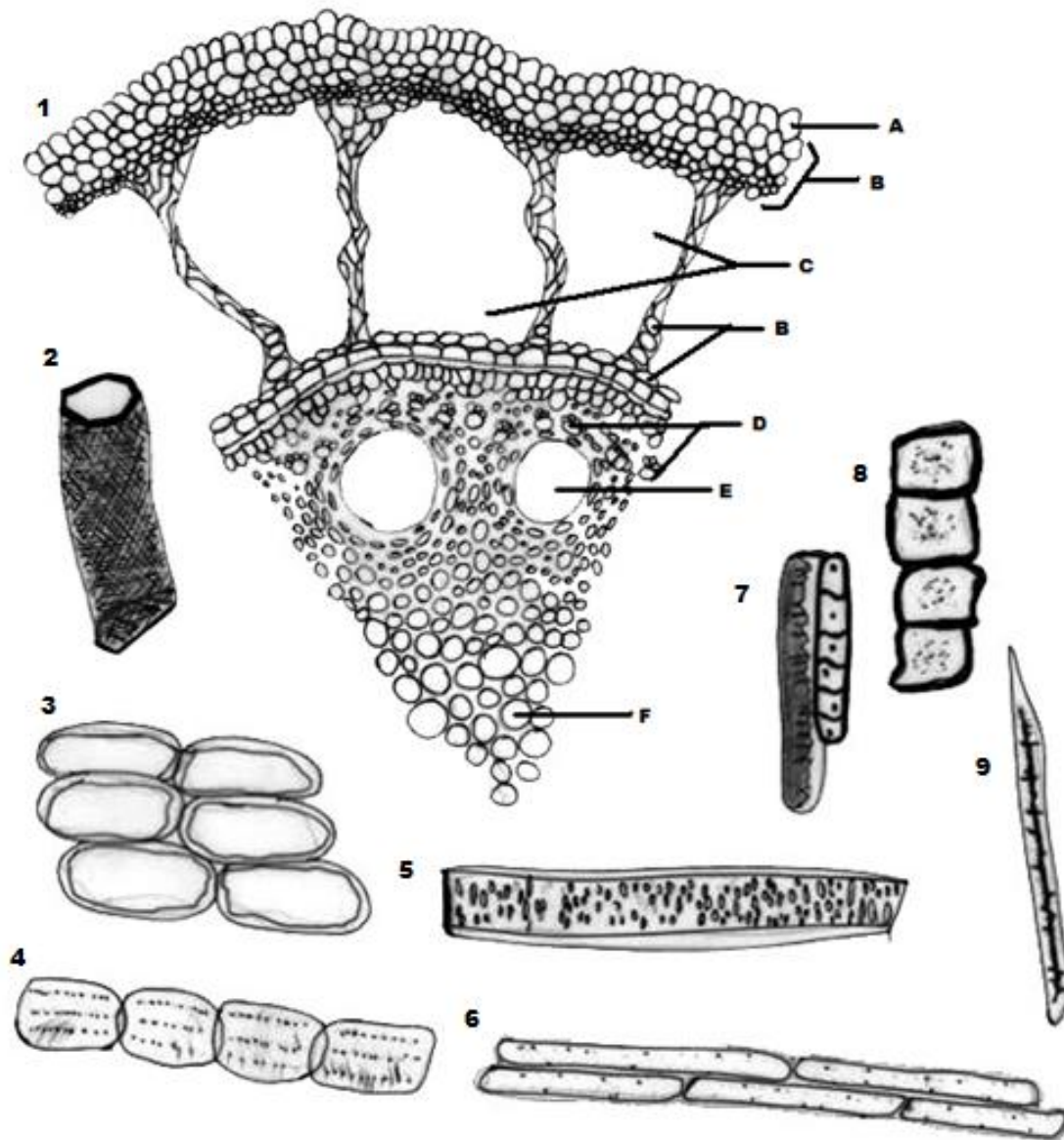
Anexo 9: Esquemas a mano de raíz de *Chaptalia nutans*



Fuente: Datos experimentales

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Granos de almidón | D. Endodermis |
| 2. Vaso reticulado | E. Periciclo |
| 3. Células parenquimatosas de la corteza | F. Floema |
| 4. Estructura de la raíz | G. Xilema |
| A. Tricomas langeniiformes | 5. Fibra libriforme |
| B. Epidermis | 6. Macroesclereida |
| C. Corteza | 7. Vaso del xilema |

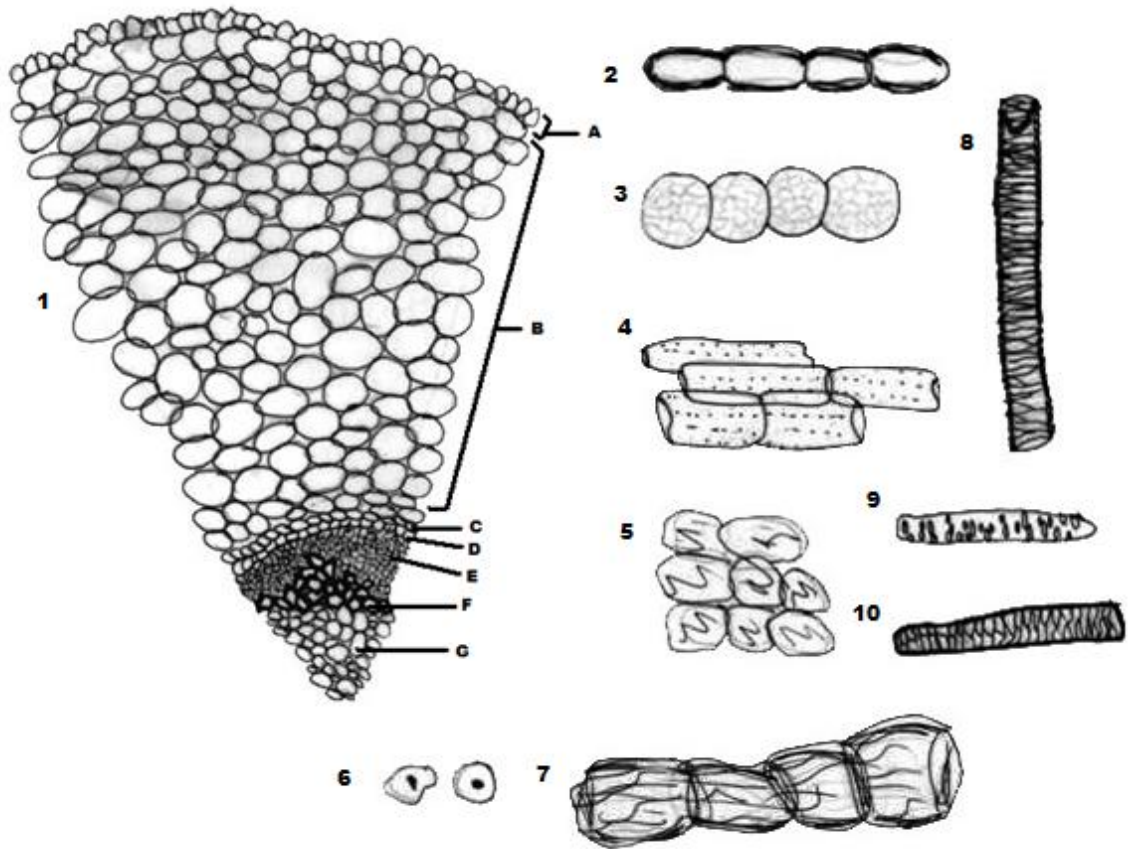
Anexo 10: Esquemas a mano de raíz de *Vetiveria zizanioides*



Fuente: Datos experimentales

1. Estructura de la raíz
 - A. Epidermis
 - B. Corteza
 - C. Aerénquima
 - D. Floema
 - E. Xilema
 - F. Médula
2. Vaso del xilema
3. Células parenquimáticas
4. Células epidérmicas
5. Placa perforada compuesta reticulada
6. Células subepidérmicas
7. Células endodérmicas
8. Esclereidas
9. Macroesclereidas

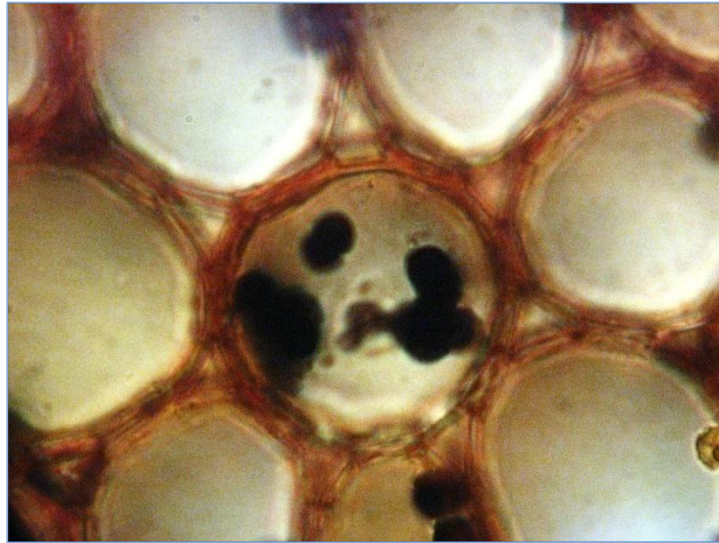
Anexo 11: Esquemas a mano de raíz de *Perezia nudicaulis*



Fuente: Datos experimentales

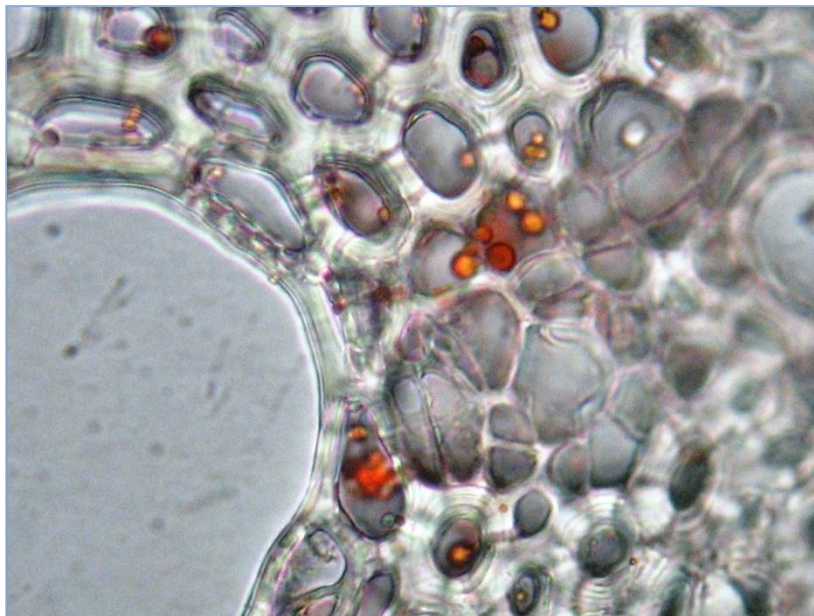
- | | |
|---|---|
| <p>1. Estructura de la raíz</p> <p>A. Epidermis</p> <p>B. Corteza</p> <p>C. Endodermis</p> <p>D. Periciclo</p> <p>E. Floema</p> <p>F. Xilema</p> <p>G. Médula</p> | <p>4. Elementos cribosos del floema cilíndricos</p> <p>5. Células supepidérmicas</p> <p>6. Gránulos de almidón con una hendidura</p> <p>7. Células peridérmicas rectangulares</p> |
| <p>2. Células epidérmicas</p> <p>3. Braquiesclereidas rectangulares</p> | <p>8. Elemento traqueal reticulado</p> <p>9. Placa perforada simple</p> <p>10. Placa perforada reticular</p> |

Anexo 12: Prueba de almidones positiva (coloración negra)



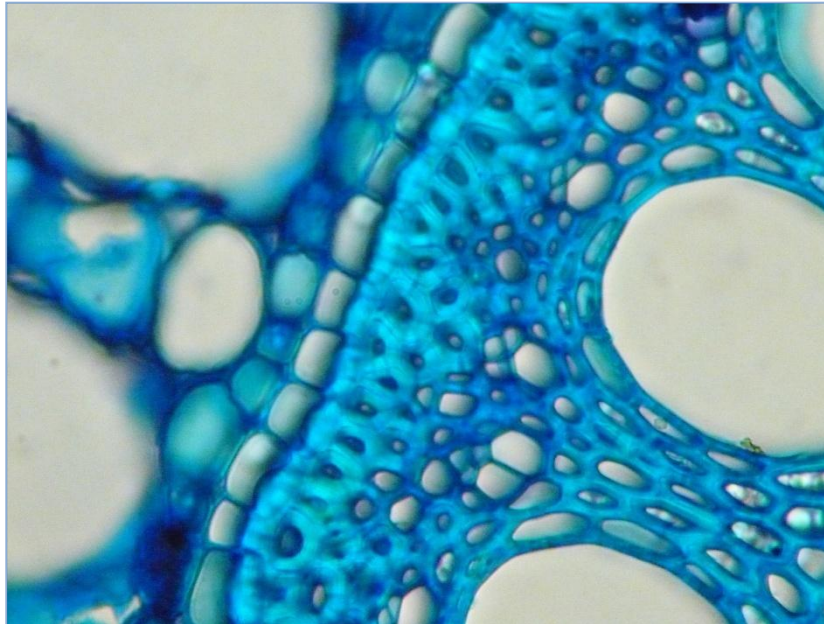
Fuente: Datos experimentales

Anexo 13: Prueba de grasas y aceites esenciales positiva.



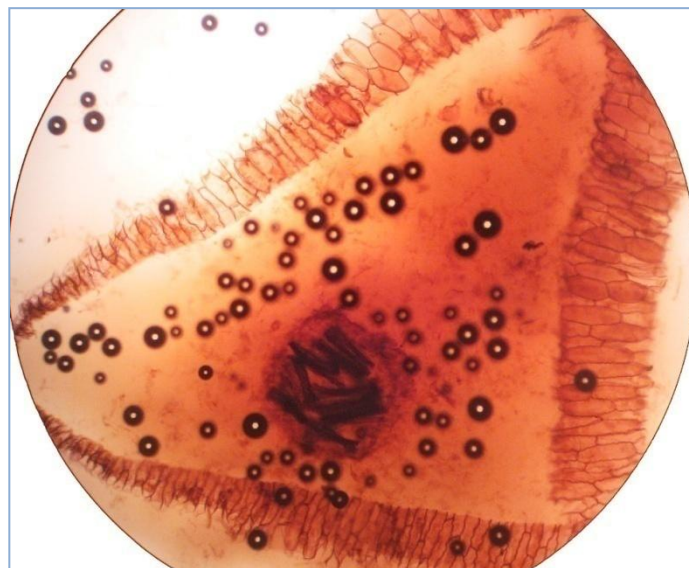
Fuente: Datos experimentales

Anexo 14: Prueba para mucilagos positiva (coloración azul francia)



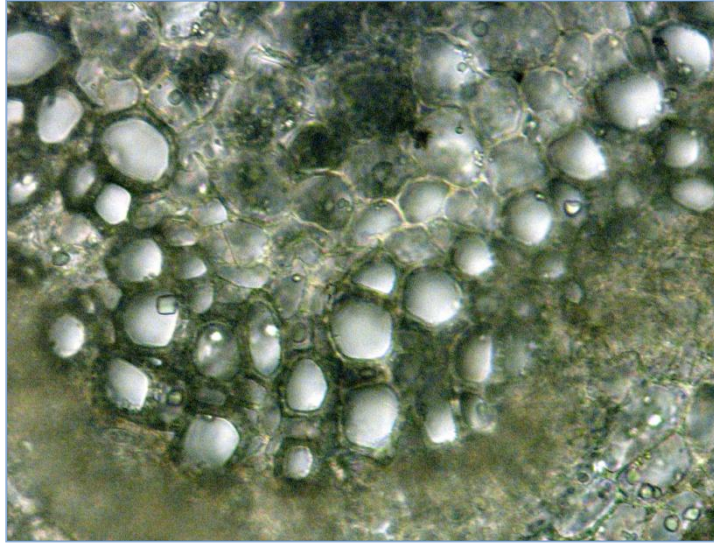
Fuente: Datos experimentales

Anexo 15: Prueba para saponinas positiva (coloración roja)



Fuente: Datos experimentales

Anexo 16: Prueba para taninos positiva (coloración azul-verdosa)



Fuente: Datos experimentales

Carmen Lucía Herrera Domínguez
Tesisista

Licda. María Eugenia Paredes Sánchez
Asesora de Tesis