

151
zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ESTUDIOS ESTOMATICOS EN TRES ESPECIES DE
Pseudosmodium (ANACARDIACEAE) DEL
ESTADO DE GUERRERO, MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A
J U A N A R O D R I G U E Z S I L V A

DIRECTORA DE TESIS: M. EN C. ROSA MARIA FONSECA JUAREZ
CODIRECTORA DE TESIS: M. EN C. AURORA ZLOTNIK ESPINOSA



MEXICO. D. F.

1997

FACULTAD DE CIENCIAS
SECRETARIA ESCOLAR

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Basule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: ESTUDIOS ESTOMÁTICOS EN TRES ESPECIES DE PSEUDOSMODINGIUM (ANACARDIACEAE) DEL ESTADO DE GUERRERO, MEXICO.

realizado por JUANA RODRIGUEZ SILVA

con número de cuenta 8734092-1 , pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

M. en C. ROSA MARIA PONSECA JUAREZ

R. J.

Propietario

M. en C. AURORA ZLOTNIK ESPINOSA

Aurora Zlotnik

Propietario

Dra. SONIA VAZQUEZ SANTANA

[Signature]

Suplente

M. en C. GUILLERMINA MURGUIA SANCHEZ

G. Murguía S.

Suplente

BIOL. ENRIQUE ORTIZ ESPINDEZ

Enrique Ortiz E.

FACULTAD DE CIENCIAS

~~M. en C. RAFAEL ANDRÉS MARTÍNEZ MENA~~

COORDINACION GENERAL
DE BIOLOGIA



MIS PADRES:

Por ser las personas más importantes en mi vida, quienes han estado conmigo desde el principio hasta el final, por el gran sacrificio que hicieron para ofrecermme una carrera universitaria, por haber creído en mí y por impulsarme siempre hacia adelante; por respetar mis decisiones y demostrarme su infinito cariño y comprensión, a Ustedes les dedico con mucho cariño esta tesis y la culminación de la misma.

GRACIAS.

A TI JOSE L.:

Que llegase en un momento donde mis ilusiones iniciaban, y tú estabas en ellas aún sin conocerme, y desde ese momento siempre he recibido tu apoyo sin condiciones, tu comprensión y paciencia, para seguir adelante, gracias por inspirarme confianza y creer en mí, a tí que eres una persona muy importante y especial dentro de mi vida y mis planes futuros. Gracias por tu cariño y amor incondicional, a tí te dedico esta tesis con mucho amor.

GRACIAS.



AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Que me ha permitido culminar una de mis metas
gozando de salud y a lado de mis seres queridos y gente muy
especial.

A las personas que forman parte de los Laboratorios de Plantas Vasculares y
Morfología Vegetal, y al Herbario (FCME), de la Facultad de Ciencias, UNAM, ya que sin su
valiosa colaboración y apoyo, no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Asimismo deseo agradecer al personal del Laboratorio de Microcine de la Facultad de
Ciencias, UNAM, la amable ayuda prestada para la obtención del material fotográfico.

Deseo agradecer en forma muy especial a la M. en C. Rosa María Fonseca Juárez y a la
M. en C. Aurora Zlotnik Espinosa, quienes en forma conjunta aceptaron dirigir este trabajo,
además de asesorarme durante el desarrollo de la investigación.

De la misma manera deseo agradecer a los revisores del manuscrito: Btl. Enrique Ortiz
Bermúdez, M. en C. Guillermina Murguía Sánchez y Dra. Sonia Vázquez Santana.

A mis padres, que de ellos he recibido un buen ejemplo de lucha y superación, día a día, y
la más valiosa de las herencias.

A José L. mi novio, quien es una de las personas de las que he recibido apoyo
 incondicional, comprensión y cariño, desde el momento en que llegó a mi vida.

INDICE

página

Resumen

I. Introducción	1
II. Antecedentes	10
III. Objetivos	21
IV. Material	22
V. Metodología	28
VI. Resultados	33
VII. Discusión	51
VIII. Conclusiones	55
IX. Literatura citada	56

RESUMEN

Este trabajo describe los tipos de estomas de tres especies del género *Pseudoradingium* recolectadas en Guerrero, México. Se ofrecen también datos cuantitativos de dimensiones estomáticas y de índice estomático de cada especie. Se discute la relevancia taxonómica, ecológica y fisiológica de los datos aportados.

Este trabajo se enmarca en el proyecto "Flora de Guerrero" que lleva a cabo el Laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias, UNAM.

I. INTRODUCCION

La Anatomía Vegetal estudia la estructura, la organización y el desarrollo de las células y tejidos vegetales (Younken, 1951a; Radford *et al.*, 1968).

El desarrollo de esta disciplina, se inició en el siglo XVII, con las investigaciones de Marcello Malpighi en Italia y Nehemiah Grew en Inglaterra (Younken, 1951a; Metcalfe, 1979; Morton, 1981; Mauseth, 1988). Dentro del campo, la Anatomía Sistemática tiene una tradición de más de 100 años y surge como consecuencia de las investigaciones de Grew, quien establece la bifurcación de la Anatomía Vegetal en investigaciones fisiológicas y taxonómicas, ramas que actualmente constituyen los principales enfoques de estudio de este tema (Morton, 1981; Metcalfe, 1979).

La Anatomía Sistemática utiliza los caracteres anatómicos en la clasificación taxonómica para establecer relaciones filogenéticas (Stace, 1960; Radford *et al.*, 1968). En la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX, el alemán Radtkofer se interesó en utilizar por primera vez caracteres anatómicos en la clasificación del género *Serjania* (Sapindaceae) (Metcalfe, 1979). Más tarde Solereder escribió su obra "Anatomía Sistemática de las Dicotiledóneas" (1906) y estableció la base para continuar el estudio de los datos anatómicos comparativos, lo que se refleja en trabajos como los de Metcalfe y Chalk (1950, 1979) y Metcalfe (1980, 1971) sobre Anatomía Sistemática de dicotiledóneas y monocotiledóneas.

En las angiospermas, los caracteres morfológicos externos son objeto de estudios tradicionales por parte de los taxónomos de herbario; las disciplinas como la Anatomía, Citología, etc., son suplementarias y van aumentando su participación en los laboratorios de investigación taxonómica.

En la Morfología Vegetal, se utilizan términos de acuerdo al tipo de estructura que se estudia como la macromorfología, que se encarga de estudiar los caracteres externos de algunas partes u órganos de la planta; y la micromorfología, sinónimo de Anatomía Vegetal (Younken, 1951b; Stace, 1980). Según Stace (1980) el estudio de los tejidos vegetales se divide acuerdo a la posición que ocupan en el órgano de la planta, en endomorfología (tejidos y células, que se localizan en la parte

interna del órgano vegetal) y exomorfología (tejidos y células, que se localizan en la parte externa del órgano vegetal).

Los caracteres exomorfológicos requieren para su observación del auxilio del microscopio y técnicas de tinción (Stace, 1980) y quedan incluidos dentro de éstos los caracteres epidérmicos, como los estomas que son el objeto de estudio de la presente investigación.

Caracteres epidérmicos

La epidermis es la capa de células en la parte externa de los órganos vegetales primarios de la planta y sus funciones son protección, aereación, almacenamiento de agua y otros productos de reserva, regeneración, etc. Aquí encontramos células especializadas que forman los estomas, las que pueden estar a nivel de la epidermis, sobresalir de ella o estar hundidas (Pariague, 1983) y las células epidérmicas ordinarias. Además se presentan pelos y tricomas, así como estructuras epidérmicas accesorias semejantes a escamas o papilas y pelos radicales (tricoma típico de la raíz) que sobresalen de la epidermis (Esau, 1985; Mauseth, 1988; Metcalfe, 1979). Los caracteres epidérmicos se consideran evidencias taxonómicas; el tipo de epidermis, tipos de tricomas, tipos de estomas (Patiil y Patiil, 1986; Dale y Pereira-Schetleou, 1988; Jones, 1988; Malik & Bhardwaja, 1982), etc., son útiles para la clasificación a nivel género y especie (Radford *et al.*, 1966).

Estomas

Los estomas son estructuras que se localizan en la epidermis principalmente de las hojas de las plantas terrestres, encontrándose también en tallos herbáceos y partes florales como sépalos, pétalos y estambres (siendo no funcionales), en raíces y partes aéreas de algunas plantas desprovistas de clorofila y en algunas acuáticas sumergidas como *Ranunculus aquatilis* y *Nymphaea* (Roth, 1986; Esau, 1985).

Algunos anatomistas hacen referencia al estoma sólo como el poro existente entre las dos células guarda, ocluevas o estomáticas: estas células por lo general tienen una forma arriñonada, con pared celular gruesa en los bordes superior e inferior y presentan cloroplastos, mientras que las epidérmicas ordinarias carecen de ellos (Esau, 1985). Algunos autores como Esau (1985) y Fahn (1986), utilizan el

concepto de complejo estomático para denominar al conjunto constituido por un par de células estomáticas (guardas u oclusivas) y las células epitérmicas que suele haber junto a ellas y con las cuales parece existir una asociación funcional. Claramente no hay acuerdo en cuanto a la denominación de estas células adyacentes al estoma, pero se da la siguiente definición clásica (Fryxell-Claessens & Van Cottehem, 1973):

- Células vecinas.- Son células que se encuentran rodeando inmediatamente a las células guarda y no difieren en forma y estructura de las otras células epidérmicas.
- Células subsidiarias (acompañantes o anexas).- Son células que se encuentran rodeando a las células guarda y claramente difieren de las otras células epidérmicas, en forma y tamaño. La variación en número y disposición de estas células en cada planta depende del grupo vegetal al que pertenecen (Salisbury, 1994).

Clasificación de los estomas

Los estomas pueden ser clasificados de acuerdo a su morfología y origen (ontogenia). Adicionalmente, su distribución en las caras de la hoja permite clasificar a éstas de acuerdo a este criterio (Easw, 1988) como:

- Hojas epistomáticas: cuando los estomas se encuentran sólo en el haz, la cara superior o adaxial de la hoja.
- Hojas hipostomáticas: cuando los estomas se encuentran arreglados en el envés, la cara inferior o abaxial de la hoja.
- Hojas anfistomáticas: cuando los estomas se encuentran arreglados en las caras superior o adaxial e inferior o abaxial de la hoja.

La clasificación basada en el criterio morfológico se fundamenta en la posición y el número de las células subsidiarias con respecto a las células guarda. Fue desarrollada por Vesque (1989), quien describió cuatro tipos de estomas que son: Ranunculáceo, Crucíferáceo, Cariofiláceo y Rubiáceo; estos nombres corresponden a las familias en las cuales fueron estudiados por primera vez.

En años posteriores Meehale y Chalk (1950) propusieron sustituir los términos propuestos por Vesque, por los términos anomicítico (Ranunculáceo), discítico (Cariofiláceo), paracítico

(Rabdozoos) y anisocitos (Cruceferozoos), que Saranova (1982) y Paniagua (1985) describen de la siguiente manera:

- Anisocitico: las células alrededor de estoma no difieren de las restantes células epitérmicas (no hay células anexas) (Fig. 1A).
- Discitico: estomas rodeados por uno o más pares de células subsidiarias cuyas paredes comunes están en ángulo recto respecto al eje mayor de las células guarda (Fig. 1B).
- Paracitico: uno o varios pares de células anexas paralelas al eje mayor de las células estomáticas (Fig. 1C).
- Anisocitico: hay tres células anexas de diferente tamaño, una es más pequeña que las otras dos (Fig. 1D).

2

En años subsiguientes se han realizado nuevas clasificaciones basándose en el arreglo de las células subsidiarias, pero éstas son solamente modificaciones de la clasificación propuesta por Vesque (1980) y después por Mascalle y Chalk (1980).

En la clasificación que considera el origen ontogénico, se reconocen tres tipos de estomas propuestos por Pant (1985). Estos tres tipos de estomas son:

- Mesógamo: todas las células circundantes son derivadas del mismo meristematoide (célula madre, células guarda y células subsidiarias).
- Mesoperigamo: las células circundantes o vecinas son de origen binario (una célula vecina de origen mesógamo y otra de origen perigamo).
- Perigamo: todas las células vecinas o subsidiarias se derivan independientemente de la célula guarda madre, la cual se divide sólo una vez para dar origen a dos células guarda.

Esta clasificación se basa en el desarrollo de los estomas y su relación de origen con las células vecinas, sin considerar a la morfología de los estomas adultos.

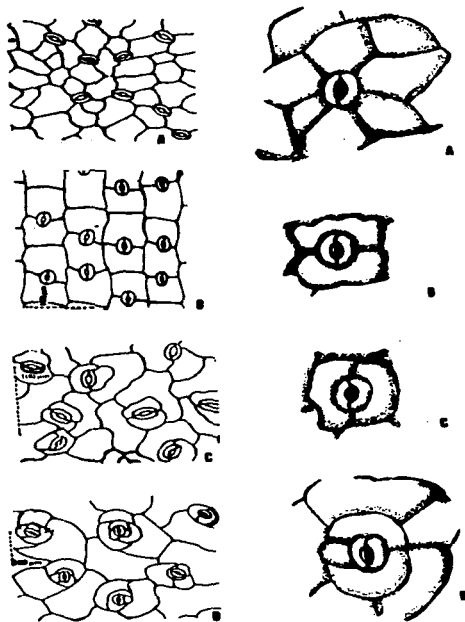


Fig. 1. Clasificación de estomas de acuerdo a su morfología según Essu (1977) y Radford *et al.* (1988): A, anomocítico; B, diacítico; C, paracítico; D, anisocítico.

Nuevos datos favorecen la creación de una clasificación híbrida que incluye 28 tipos estomáticos (Figs. 2a y 2b). Esta propuesta hecha por Fryns-Claessens y Van Coltham (1973), combina características morfológicas y ontogénéticas (Stevens & Martin, 1978) y toma como base los tipos propuestos por Paili (1966). Para ello los autores antes mencionados siguieron la sugerencia de Paili (1966), quien utilizó combinaciones de términos, que consisten de dos partes: la primera parte indica el tipo morfológico en el estoma maduro y la segunda parte indica el grupo ontogénético al cual corresponde el estoma (Stevens & Martin, 1978; Saranova, 1962).

Importancia de los estomas

Los estomas son estructuras epidérmicas que poseen un valor diagnóstico de importancia taxonómica (Younken, 1951a; Paili y Paili, 1966).

Los estomas permiten hacer la diferenciación entre hojas de especies del mismo género, como lo muestran los valores de índice estomático (I) registrados por Rowson (1943a y b y 1946) y Fordisle (1948). El concepto de índice estomático (I) fue introducido por Salisbury (1927) y es una proporción entre el número de células estomáticas y células ordinarias que permanece constante en una especie y puede determinarse tanto en muestras enteras como fragmentadas. Ese valor además, permite comparar a las plantas que crecen en suelos secos y en suelos húmedos, pues se considera que es un indicativo de la fisiología de la planta en lo que a economía de agua se refiere (Weyers & Meidner, 1960).

Además, estas estructuras intervienen en procesos fisiológicos importantes en las plantas como son la transpiración, donde el estoma permite la salida de vapor de agua al exterior, permitiendo también la entrada de CO₂ (dióxido de carbono) que es utilizado para la fotosíntesis durante el día y la salida del O₂ (Salisbury, 1964).

Los estudios estomáticos se conocen desde principios de este siglo, iniciándose en países europeos. En América no ha habido un desarrollo tal, mucho menos en la República Mexicana, a pesar de la gran abundancia y diversidad de la flora existente, que ha despertado el interés de numerosos investigadores.

6	POLY-								
5	NE(A)-								
4	TEIRA-								
3	BI-								
2	KOLO-								
1	A-								

6									
5									
4									
3									
2									
1									

Fig. 2a. Clasificación de estomas perigenos y mesogenos según Fryx-Claessens & Van Conthem (1973)

26	TETRA-								
25	HELICO-								
24	ANISO-								
23	ALLELO-								
22	CYCLO-								
21	PARA-								
20	DIA-								
19	DUPLOPERI-								
18	COPERI-								
17	EUPERI-								
16	CESMO-								

Fig. 2b. Clasificación de estomas mesógenas según Fryns-Claessens & Van Cotthem (1973)

MESOGENES	26	TETRA-											
	25	MELICO-											
	24	ANISO-											
	23	ALLELO-											
	22	CYCLO-											
	21	PARA-											
	20	DIA-											
	19	DUPLOPERI-											
	18	COPERI-											
	17	EUPERI-											
16	CESMO-												

Fig. 2b. Clasificación de estomas mesógenos según Fryna-Claessens & Van Cotthem (1973)

Este trabajo pretende hacer una aportación al conocimiento de la estructura anatómica de la flora de nuestro país y en particular de la flora del estado de Guerrero, el cual presenta una alta variación de condiciones altitudinales y climáticas que favorecen el establecimiento de distintos tipos de vegetación y que es el objeto de estudio del proyecto "Flora de Guerrero". Este trabajo se enfoca a los caracteres esomorfológicos de la epidermis, en particular los estomas de tres especies del género *Pseudocedrelgium* de la familia Anacardiaceae.

Para la realización de esta investigación se tomaron en cuenta los siguientes criterios: se utilizó el concepto de complejo estomático como sinónimo de estoma (Essu, 1965). La interpretación de los resultados se basó en la clasificación de complejos estomáticos propuesta por Metcalfe y Chalk (1960), apoyada por la descripción de cada complejo hecha por Baranova (1962) y Paniagua (1963). Las células que rodean a los estomas son denominadas células acompañantes o células subsidiarias, siempre y cuando difieran en forma y tamaño de las restantes células epidérmicas; de otro modo se habla de células vecinas, concepto que no implica diferenciación con respecto a las demás células epidérmicas.

II. ANTECEDENTES

a. Clasificación de *Pseudosmedingium* (según Cronquist, 1988)

REINO: Plantas

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Rosales

ORDEN: Sapindales

FAMILIA: Anacardiaceae

GENERO: *Pseudosmedingium*

b. Descripción de la familia Anacardiaceae (Fonseca, 1981)

ANACARDIACEAE Lind., Nat. Syst. 127.1830

Terebinthaceae Juss., 1789.

Spondiaceae Kunth, 1824.

Arboles o arbustos con corteza resinosa. Hojas alternas, rara vez opuestas, simples, trifoliadas o pinnadas, estipuladas con estipulas oscuras. Flores típicamente bisexuales pero unisexuales por reducción, actinomorfas, pequeñas, en panículas terminales o axiales; perianto generalmente biserial e imbricado; sépalos 3 a 5, basalmente connados; pétalos 3 a 5 libres, rara vez basalmente connados; estambres típicamente 10 en dos verticilos, naciendo en el margen o abajo del disco anular; anteras biloculares, dehiscencia longitudinal; ovario súpero, usualmente unilocular y trilocular, pero funcionalmente unilocular, rara vez 2 a 5 lóculos y carpelos. Placentación axial o aparentemente basal; óvulo 1 en cada cavidad, anátropo; estilos ocasionalmente 2 a 6; estigmas el mismo número de carpelos. Fruto drupáceo, con mesocarpo resinoso; semillas con el embrión curvado, endospermo escaso o ausente.

Una familia con 73 géneros y aproximadamente 600 especies, presente en América, Asia, África e Indonesia principalmente en las regiones tropicales. Ha sido situada por la

mayoría de los autores en el orden Sapindales excepto por Takhtajan (1966) quien la coloca en el orden Rutales, señalando la afinidad entre este orden y el orden Sapindales a través de las Santalagales de los cuales parecen haberse derivado los dos grupos.

Género tipo: *Anacardium* L., Sp. Pl. 353.1753.

Los elementos de esta familia son importantes económicamente por sus frutos comestibles, *Mangifera indica* (mango), *Spondias mombin* (cristo), *Pistia vera* (pistache) y *Anacardium occidentale* (marañón); por las leas, aceites y resinas que se obtienen de algunos de ellos como *Toxicodendron verniciflora*; como ornamentales también son importantes algunas especies de los géneros *Castus* y *Rhus* y por los taninos extraídos de algunas especies del género *Schinopsis* en América del Sur.

En el estado de Guerrero se presentan los géneros *Cyrtocarpus*, *Pistacia*, *Comocladia*, *Pseudomoringium*, *Actinoceltis*, *Rhus*, *Toxicodendron*, *Spondias*, *Anacardium*, *Astronium*, *Mangifera*.

c. Descripción del género (Fonseca, 1961)

Pseudomoringium Engl., Bot. Jahrb. 1:419.1881.

Arboles caducifolios, de ramas gruesas, cubiertas por las cicatrices de las hojas; corteza papirácea, rojiza o color castaño. Hojas agrupadas cerca del ápice en las ramas, alternas, imparipinnadas; folíolos en número variable, glabros o pubescentes, subcoriáceos. Inflorescencias paniculadas, erectas, agrupadas cerca del ápice de las ramas, partiendo de las axilas de las hojas del año anterior, con el eje principal grueso, pedicelos delgados; brácteas deltoides, caducas, 1 sola bráctea por cada flor. Flores unisexuales y bisexuales en la misma planta; sépalos 5, pétalos 5, abiertos; estambres 5, alternos con los pétalos, naciendo abajo del disco; filamentos más largos que las anteras; anteras oblongo-ovadas; estilo trifido, terminal; ovario alado, tricarpeles con un solo carpelo fértil, con 1 óvulo. Fruto drupáceo, achatado, simulando una cámara, color castaño, glabra, brillante, con una semilla reniforme de testa delgada, dura.

Es un género con 5 especies localizadas en el suroeste de México, propio de zonas cálidas, en Guerrero se presentan 3 especies.

Clave para especies de *Pseudosmodium*, en Guerrero.

Folículos lineares lanceolados, 3 a 10 mm de ancho, con margen serrulado.....*P. andrieuxii*.

Folículos ovales, rómbicos ovados o ampliamente oblongos, con margen entero.

Folículos sobre peciólulos delgados, de 1.5 a 2.5 cm de largo, glabros, ovados o rómbico a ovados, ápice redondeado.*P. perniciosum*.

Folículos sobre peciólulos gruesos, de menos de 0.5 cm de largo, pubescentes en el envés, ampliamente oblongos, ápice truncado y en ocasiones mucronado *P. Bartleyi*.

d. Descripción de las especies (Fensholt, 1961)

Pseudosmodium andrieuxii (Bell.) Engl., Bot. Jahrb 1:420.1861.

Smodium andrieuxii Hill, Adsonia 11:182.1874.

Árboles de 3 a 8 metros de altura, ramas con las cicatrices de las hojas, ramillas menudamente puberulentas cuando jóvenes. Hojas agrupadas en el ápice de las ramillas, imparipinnadas, 13 a 19 folíolos lineares-lanceolados, membráceos a subcoriáceos, margen serrulado, ápice agudo o acuminado, base cuneada, glabros en el haz, venas menudamente puberulentas en el envés; folíolo terminal de 3 a 4 cm de largo, peciolulado; folíolos laterales de 3 a 4 cm de largo, 6 a 10 mm de ancho, séiles; segmentos del raquis 1.5 a 2 cm de largo, menudamente puberulentos cuando jóvenes; peciolo delgado de 4 a 6 cm de largo, puberulento cuando joven. Inflorescencia en panículas de aproximadamente 10 cm de largo y 3 a 4 cm de ancho; pedicelos de 3 mm de largo. Flores con sépalos ligeramente imbricados. Fruto alado, drupeceo, glabro, color castaño, de 6 mm de largo y 10 mm de ancho.

Tipo de México, Andrieux # 184.1834. (Par).

Floras en abril y mayo.

Este especie se encuentra en Oaxaca, Puebla, Guerrero y Morelos, entre los 1600 y 2000 metros de altitud, en la Cuenca del Río Zapotlán se presenta entre los 1500 y 1600 metros de altitud en el bosque tropical caducifolio a la altura donde los encinos empiezan a presentarse, principalmente en la porción sur de la Cuenca, sobre cuñas calizas (Fig. 3).



Fig. 5. *Pseudoruellia arbutifolia*. a, rama con hojas; b, flor; c, frutos. Basado en R.M. FONSECA 2625 (4) y H. OJEDA 7625 (6).

Pseudobarringtonia bartleyi Miranés, Bol. Soc. Bot. Mex. 20: 123. 1951.

Árboles de 3 a 4 metros de altura con ramas gruesas, de corteza rajadas, exfoliante, con yemas silbo-pubescente. Hojas alternas, agrupadas en el ápice de las ramas; folíolos anchamente oblongos, cartáceos, glaucos en el envés, verde claro y ligeramente brillantes en el haz, ápice truncado, emarginado a menudo mucronado, margen entero, subrevoluto, base oblicua, subcordada o truncada, densamente pubescentes en el envés, puberulentos en el haz, vena media prominente en el envés, 6 a 8 pares de nervaduras laterales, ligeramente prominentes en el envés; folíolo terminal en ocasiones ovalado con un peciólulo de 2 cm de largo aproximadamente; folíolos laterales 4 a 5 pares subopuestos, sobre peciólulos de 3 a 5 mm de largos o subadaxiales, segmentos del raquis de 6 a 8 cm de largo, peciólo de 8 a 14 cm de largo, peciólo y raquis pubescentes, estriados y conspicuamente lenticelados. Inflorescencias de 25 cm de largo y 7 cm ó más de ancho, pubescentes excepto en los pedicelos por arriba de la articulación las flores; pedicelos filiformes, articulados entre la mitad y la base, de 2 a 4 mm de largo en el fruto. Flores con sépalos suborbiculares a deltoides, de 0.75 mm de largo; pétalos ovados a elípticos, de aproximadamente 2 mm de largo y 1 mm de ancho. Fruto anchamente alado, glabro de 6 mm de largo y de 8 a 9 de ancho.

Tipo de Guerrero, México, Cañon del Zopilote, A. Gómez Pompe no. 390, (MEXU)

Es una especie que fructifica en octubre y noviembre.

Se presenta en la zona del Cañon del Zopilote, propiamente dicho, abajo de los 800 metros de altitud, forma parte del bosque tropical caducifolio.

Presenta variación en cuanto a la forma y textura de las hojas, las que nacen durante la época de lluvias son membranosas o papiráceas y oblongas, las que aparecen después son cartáceas y anchamente oblongas, como las del ejemplar tipo. Es una especie que crece sobre sustratos rocosos y se le encuentra frecuentemente sobre paredes de caliza (Fig. 4).



Fig. 4. *Pseudomoringa berkeleyi*. Rama con hojas y frutos (Colección Pezompa no. 300) (tomado de Miranda, 1981).

Pseudocedrelium panicolobum (H.B.K.) Engl. Bot. Jahrb. 1:419.1881.

Rhus panicoloba H.B.K., Nov. Gen. & Sp. 7:10.1825.

Rhus Pterocaryus Benth & Moore, Pt. Nov. Hesp. p.47.1888, in part.

Spatheola (?) *rhizophila* DC., Prodr. 2:84.1825, in part.

Árboles de 3 a 6 metros de alto, tronco "marfilado", corteza roja exfoliante; ramas gruesas con las hojas agrupadas cerca del ápice. Hojas alternas, imparipinnadas, deciduas; folíolos 9 a 15, ovados a rémbo-ovados, de aproximadamente 4.5 cm de largo y 3.5 cm de ancho, alternos, glaucos, subcoriáceos, margen entero, ápice obtuso o redondeado, en ocasiones apiculados, base oblicua, ligeramente decurrente sobre los peciétulos; peciétulo terminal de 3.5 a 4.5 cm de largo, laterales de 1.5 a 2.5 cm de largo, glabro, flexibles, peciolo de 6 a 8 cm de largo, glabro. Inflorescencia de 15 a 35 cm de largo, de 7 a 12 cm de ancho, glabra; brácteas deltoides-lanceoladas, deciduas. Flores actinomorfas, sobre pedicelos delgados de 3 a 4 mm de largo; sépalos 5, verdes, erectos, ovados a redondeados, glabros, ligeramente imbricados; pétalos 5, blancos, abierlos, elípticos, alternos con los sépalos, con venación negra, de 2.2 mm de largo; disco redondo, amarillo, carnoso, de 1.5 mm de diámetro; estambres 5, filamentos más anchos en la base, de 1.0 mm de largo; anteras biculares, dorsifijas, 1.0 mm de largo; ovario alado, sobre el centro del disco; estilo trifido, terminal. Fruto drupáceo, alado, de 8 mm de largo y 10 mm de ancho, comprimido lateralmente, castaño claro, glabro, lustroso.

Tipo de Tepicocuilco, Guerrero.

Nombre común "copalote", "híncha huevos", y "cuajote".

La madera es utilizada a nivel local.

Floras de agosto a octubre, fructífera de noviembre a enero.

Se presenta en los estados de México, Guerrero, Michoacán y Morelos, generalmente entre los 750 y 1800 metros de altitud, forma parte del bosque tropical caducifolio o bien formando asociaciones casi puras denominadas cuajotales (Miranda, 1961), favorecidas por la perturbación de la vegetación original, o por una erosión muy marcada; en la Cuenca del Zopiote se

encuentra entre los 850 y 1670 metros de altitud de manera abundante, en las alrededores de Xochipala puede observarse el cuarzo tal cual puro, en amplias zonas, sobre suelos calizos.

La nevis que cae es urticante y causa lesiones a nivel epidérmico, leves o graves, según la sensibilidad de las personas (Fig. 5)

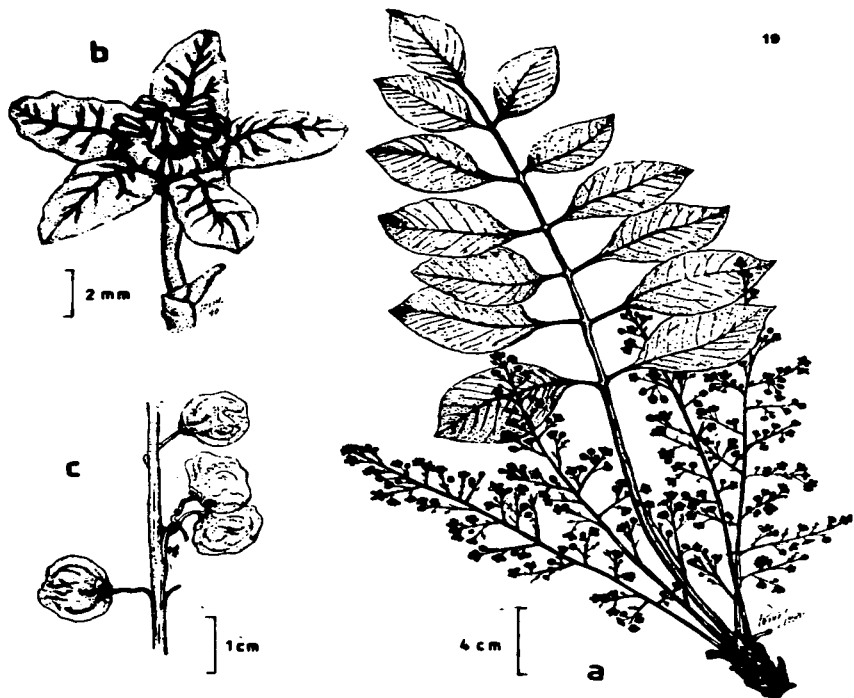


Fig. 6. *Pseudoemodidium perniciosum*. a, rama con inflorescencias y hojas; b, detalle de la flor; c, frutos. Basado en R. St. Fomesca 1744.

e. Estudios estomáticos existentes

Los estudios realizados sobre *Anastomia* y en particular sobre estomas en la familia Anacardiaceae son muy escasos. A continuación se resumen brevemente los estudios en algunos géneros de esta familia.

En el género *Glauc* (L.) Ding Hou, Wilkinson (1963) estudia los caracteres epidérmicos de 21 especies; con los datos obtenidos, hace una relación taxonómica y compara sus conclusiones con las propuestas por Sakai (1970), cuyo trabajo se basa también en la estructura del grano de polen y las tendencias evolutivas que de él se derivan.

En las especies *Mangifera indica* L. y *Limonia acidissima* L., se reporta la presencia de estomas anormalmente grandes, denominados estomas gigantes (Sitholey & Pandey, 1970). Wilkinson (1970) hace mención de que la presencia de estos estomas anormalmente grandes es común en varios otros géneros de la familia Anacardiaceae, como son *Larrea*, *Melanochyla*, *Pistacia* y *Pseudomoringium*. Sobre este último género la misma Wilkinson en su trabajo de 1971, estudia las características de la especie *P. parriloceum*, mencionando la presencia de estomas de gran tamaño, a menudo asociados con las venas, a los que denomina estomas-hidátodos. Con ello sugiere una probable función para estos estomas, que no se sabe si están permanentemente abiertos o si funcionan de manera similar a los estomas de tamaño normal (Wilkinson, 1970). Sobre *P. parriloceum* Wilkinson (1971) también refiere que presenta estomas ovales que miden en promedio 33 μm de largo por 24 μm de ancho, que la hoja es epistomática pero la densidad de estomas es menor en la superficie abaxial que en la adaxial, aunque en la cara abaxial localizadas en las cercanías de las venitas y vena media dicha densidad es ligeramente mayor que en el resto de la lámina, y que la hoja carece de tricomas simples.

III. OBJETIVO

Estudiar la morfología estomática y determinar el índice estomático de tres especies del género *Pseudomoringum* (Anacardiaceae) del estado de Guerrero, México, con el fin de contribuir al conocimiento del grupo y discutir la relevancia taxonómica, ecológica y fisiológica de los datos aportados.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir los tipos de estomas de cada especie.
- Determinar promedios de tamaño estomático (largo y ancho) en cada especie.
- Determinar el índice estomático de cada especie mediante la fórmula de Salisbury (1927)
- Obtener microfotografías de los tipos de estomas de cada especie.

IV. MATERIAL

Para realizar este trabajo se utilizaron muestras tomadas de ejemplares herborizados. Estas fueron obtenidas en el Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCME), por medio del Laboratorio de Plantas Vasculares del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Esta material fué recolectado y pasado a nivel de herbario como parte del proyecto de "Flora de Guerrero".

Se trabajó con folíolos de cada uno de los ejemplares herborizados, provenientes del estado de Guerrero, México, utilizando las técnicas de disecado mecánico y de réplica.

A continuación se enlistan los ejemplares herborizados con los que se trabajó, con todos sus datos de recolección. El número encerrado en el paréntesis del lado derecho, es el número de folíolos con los que se trabajó en cada ejemplar. La figura 6 muestra la localización de los sitios de recolección de los ejemplares estudiados.

Pseudomoringium andrieuxii (Bello) Engler.

Colector y número: R. M. Fonseca 1026. (3)

Fecha de recolección: 16/mayo/1986.

Localidad: aprox. 6 km al NE de La Esperanza rumbo a Tlapachetapa. Municipio de Zitlala.

Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.

Altitud: 1260 msnm.

Información ambiental: suelo somero sobre roca caliza, ambiente ledéras rocosas inclinadas, asociadas a *Bursera* sp. y leguminosas.

Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 4.5 m.

Colector y número: B. Tamas 116. (3)

Fecha de recolección: 03/julio/1980.

Localidad: Cerro Tlachichitlaco, a 2 km a NE de Chichitlaco. Municipio de Leonardo Bravo.

Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.

Altitud: 1250 msnm.

Información ambiental: ambiente cálido-esc, suelo pedregoso, asociado a *Bursera*, *Cyrtocarpa* sp.

Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 4 m (corteza gris), perenne, escaso.

Colector y número: J. Jiménez 1088. (3)
Fecha de recolección: 28/noviembre/1986.
Localidad: a 1.5 km al N del Peñamar, Municipio Eduardo Neri, Guerrero.
Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.
Altitud: 1420 msnm.
Información ambiental: suelo somero, cañada orientación E-O.
Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 4.5 m.

***Pseudomoringium barkleyi* Miranda**

Colector y número: R. M. Fonseca 175. (2)
Fecha de recolección: 26/julio/1981.
Localidad: 14 km adelante de Mazcala, carretera México-Acapulco, Municipio Eduardo Neri.
Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.
Altitud: 700 msnm.
Información ambiental: en una pared rocosa, suelo escaso, casi nulo.
Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 2 m, abundante.

Colector y número: G. López O. y H. Gutiérrez S 49. (2)
Fecha de recolección: 03/octubre/1981.
Localidad: 2 km al Oeste de Huitzaco de los Figueras, Municipio de Huitzaco.
Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.
Información ambiental: suelo calizo poco profundo, asociado con leguminosas, compuestas y euforbias.
Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 3 m, escaso

Colector y número: J.L. Contreras 404. (1)
Fecha de recolección: 03/julio/1980.
Localidad: 5.5 km al NNE de Mazcala, Municipio de Eduardo Neri.
Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.
Altitud: 8800 msnm.
Información ambiental: suelo somero, pedregoso, ambiente cálido húmedo, con corteza estéril.
Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 8 m, abundante.

***Pseudomoringium panicolobum* Kurth**

Colector y número: F. Terán y S. Vázquez 178. (3)
Fecha de recolección: 07/octubre/1987.
Localidad: al N de Tuspan aproximadamente 8 km, ladera O del Cerro de Jumil, Municipio de Iguala de la Independencia.
Altitud: 1300 msnm.

Colector y número: R. M. Fonseca 1744.

(3)

Fecha de recolección: 22/abril/1989.

Localidad: 14 km al E de Huixtla rumbo a Atenango del Río.

Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.

Altitud: 600 msnm.

Información ambiental: suelo casero, asociada a Euphorbiaceae, perenne, fruto alado, flor amarillentas.

Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 4 m.

Colector y número: A. Núñez 955.

(3)

Fecha de recolección: 14/abril/1982.

Localidad: 2 km al S de Quichutenango, Municipio de Quichutenango.

Tipo de vegetación: bosque tropical caducifolio.

Altitud: 1000 msnm.

Información ambiental: en ladera con exposición N, pendiente de 20 grados, suelo negro-rojizo con afloramientos rocosos. Flor color crema, asociada a gramíneas y euforbiáceas.

Tamaño y abundancia de la planta: árbol de 7 m, abundante.

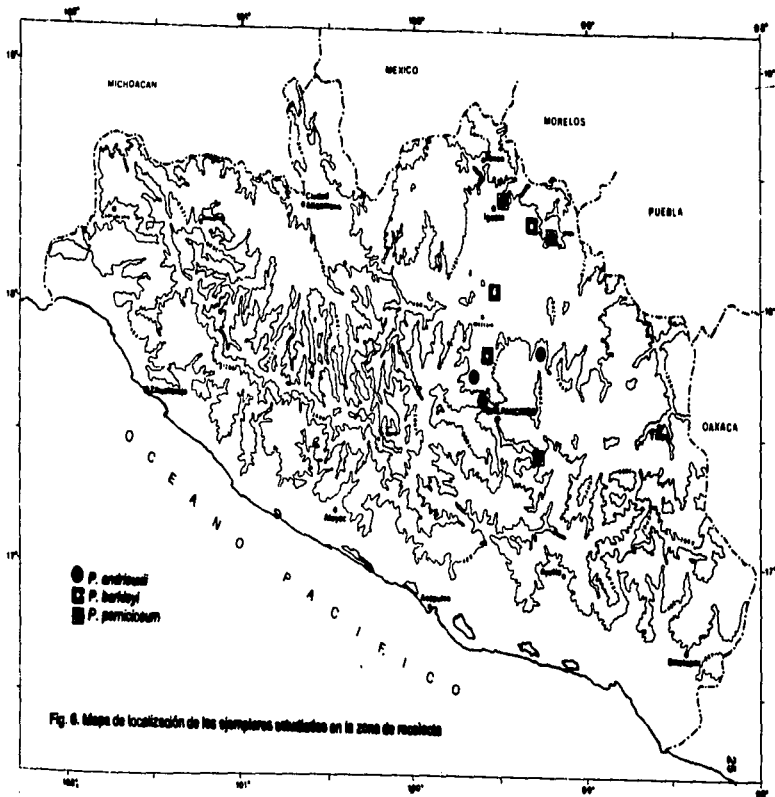
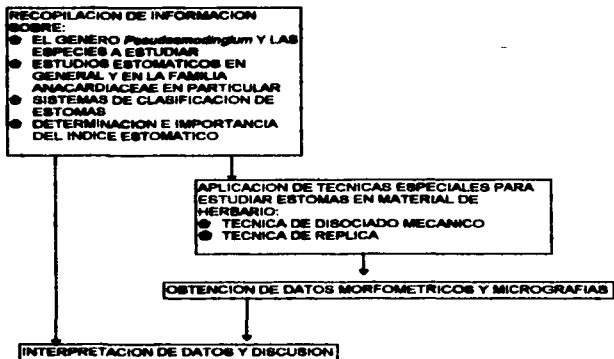


Fig. 8. Mapa de localización de los ejemplares obtenidos en la zona de estudio

V. METODOLOGIA

Diagrama de flujo



a. Técnica de disección mecánica

La figura 7 muestra el diagrama de esta técnica.

- Teniendo los folíolos de cada especie, se hidrataron poniéndolos a hervir en agua de la llave durante 15 minutos.
- Ya hidratados se fijaron en alcohol al 70%, dejando que el fijador actuara sobre los folíolos durante cinco días.
- Una vez fijados, los folíolos se dividieron en tres zonas de estudio: haz (borde de la hoja y vena media) y envés.
- Con ayuda de una navaja y pinzas de punta fina, se obtuvo un pequeño trozo de epidermis ("peeling") (D'ambrogio de Argüeso, 1988) y se colocó en un portaobjetos.
- Se le agregaron unas gotas de blanqueador comercial (hipoclorito de sodio al 6%) de 3 a 5 min, para eliminar el exceso de pigmento y aclarar el tejido.
- Se eliminó el exceso de hipoclorito con papel absorbente, después se agregaron unas gotas de colorante Azur A Fresh muy diluido en agua (concentración aproximada del 0.2%), durante 3 a 5 min, hasta observar que los tejidos adquirían un ligero tono azul.
- Se eliminó el exceso de colorante con papel absorbente y se procedió a montar en jales glicerina (D'ambrogio de Argüeso, 1988).
- Una vez seca la preparación se le aplicó una capa de barniz transparente para evitar la deshidratación.

En general se trabajó con tres ejemplares obtenidos de diferentes individuos de cada especie y se utilizaron tres folíolos de cada ejemplar. Como cada folíolo se dividió en tres zonas de estudio de las que se obtuvo para cada una, una muestra de epidermis que se montó en una preparación independiente. De tal forma, se obtuvieron y observaron un total de 27 laminillas por especie, salvo en el caso de *P. barkleyi*, especie en que la cantidad del material disponible sólo permitió obtener y observar 15 laminillas.

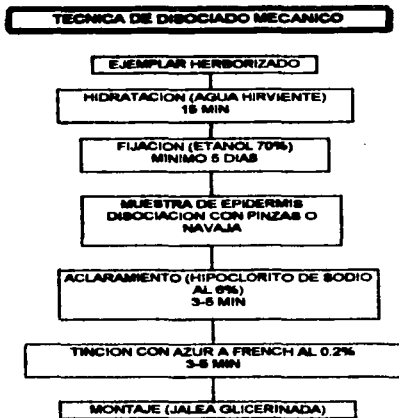


Fig. 7 Diagrama de técnica de disociado mecánico.

b. Técnica de Réplica.

La figura 8 muestra el diagrama de esta técnica.

- Esta técnica se realizó con ayuda de material dental para impresiones de precisión (marca "Exactodon"). Este material es de sílice fluido, que se preparó mezclando la base con el endurecedor.
- Una vez preparada la pasta, ésta se endureció y se colocó el foliolo del ejemplar herborizado sobre ella y se presionó la cara del foliolo (haz o envés) deseada.
- Se dejó secar la pasta hasta que el foliolo se desprendía con facilidad y no se deformaba (aprox. 30 seg). Así se obtuvo la muestra impresa en el foliolo (negativo de la muestra).
- Posteriormente se envolvió en papel secante para quitar el exceso de humedad del molde obtenido (de 5-7 días).
- Una vez retirado el exceso de humedad se aplicó una capa de barniz de uñas transparente dejándose secar por 24 horas.
- Una vez seco el barniz, se desprendió la película (positivo de la muestra) con ayuda de unas pinzas de punta fina.
- Esta película se colocó con la cara inferior (aquella en contacto con la pasta) hacia arriba, en un portaobjetos, sellando con un poco de barniz transparente en las zonas donde no toca la película y sin presionar el cubreobjetos sobre la muestra (montaje en aire) (modificación de Sampson, 1981).
- Con la muestra así montada se observó en el microscopio de luz para apreciar las características epidérmicas replicadas.

Esta técnica se realizó con el fin de confirmar los resultados obtenidos en la técnica de disociado mecánico, en cuanto al tipo y la forma de los estomas, de acuerdo a la clasificación utilizada en este trabajo.

También para confirmar ciertos detalles, se realizaron algunos cortes transversales a mano libre; esto permitió observar lateralmente la posición de los estomas con respecto a la epidermis.

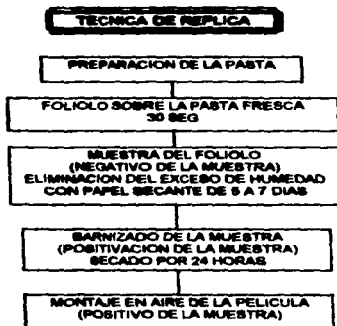


Fig. 8 Diagrama de técnica de réplica.

c. Obtención de datos morfométricas

● Conteo de células estomáticas y células epiteliales

El conteo de estomas y células epiteliales, se realizó con ayuda de un microscopio óptico Olympus CH-2; y el objetivo Olympus EA 100X 1.25 oil 180°; el conteo se efectuó en un campo por cada muestra.

● Largo y ancho del estoma

Para determinar el largo y ancho del estoma (Fig. 8) de las muestras, tanto de la parte abaxial (superficie inferior) como de la parte adaxial (superficie superior), se realizaron mediciones de diez estomas, tomando en cuenta que cada estoma consta de dos células.

Para realizar estas mediciones se utilizó un microscopio óptico Olympus CH-2 con el objetivo de 100x EA 1.25 oil 180° Olympus y un ocular micrométrico Olympus CWRK 10x 18L; que fue previamente calibrado con una regleta micrométrica (Engleman, 1983).

En este trabajo se sustituyó el área por el campo visual del microscopio con el objetivo de 100X.

De las especies *P. pernixsum* y *P. andrieuxii*, se obtuvieron 270 mediciones para el ancho y el largo del estoma y para *P. barkleyi*, se obtuvieron 150 mediciones.

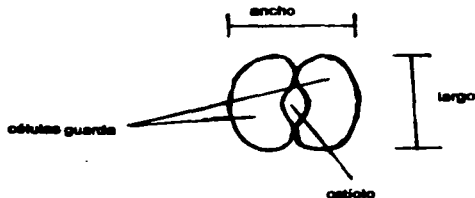


Fig. 8. Medición de estomas

● Índice estomático

Para obtener el índice estomático (I), de las especies estudiadas, se hizo el conteo de células epiteliales y estomáticas en el campo visual del microscopio con el objetivo 100X Olympus EA 100X 1.25 oil 160-; en cada muestra. Se utilizó la fórmula propuesta por Salisbury (1957):

$$I = [E / (E + S)] \cdot 100$$

Donde

I = Índice estomático

S = Número de células estomáticas por unidad de área.

E = Número de células epiteliales en la misma unidad de área.

VI. RESULTADOS

TIPOS DE ESTOMA.

En las muestras obtenidas de cada uno de los ejemplares estudiados se encontró que el tipo de estoma presente en las tres especies, es el anomocítico, ya que las células epidérmicas que rodean las células oclusivas, no tienen ningún arreglo específico y no difieren del resto de las células epidérmicas en forma y tamaño (Figs. 21, 22, 23, 26, 29). Dado que los estomas son muy similares en las tres especies estudiadas, podemos indicar que su valor taxonómico a nivel de distinción interespecífica es nulo. Sin embargo, se observaron otras características, que si bien no están relacionadas con los estomas, objeto de este trabajo, podrían ser importantes para diferenciar anatómicamente a las especies estudiadas (Fig. 16).

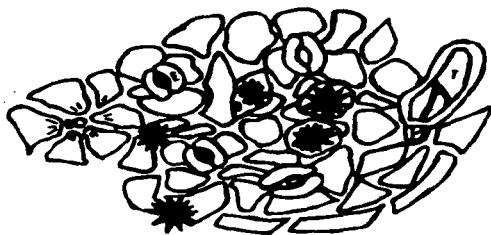
P. andreae presenta tricomas glandulares en gran cantidad que tienen bases conaplicadas en su punto de inserción; hay células epidérmicas con una pared gruesa y con gran contenido de sustancia oscura en el protoplasma; por transparencia se observa la presencia de cristales de oxalato de calcio en forma de estrellas (drusas) en del mesófilo (Figs. 11, 12, 13).

P. barkeyi presenta tricomas no glandulares y las bases donde se insertan estos; hay células epidérmicas con sustancia oscura en cantidad discreta, con una pared delgada; por transparencia se observan drusas en el mesófilo (Figs. 14, 15, 16).

P. panicosum carece de tricomas; hay células epidérmicas con contenido discreto de sustancia oscura, con pared delgada; numerosas drusas, se observan en transparencia en el mesófilo (Figs. 17, 18, 19, 20).

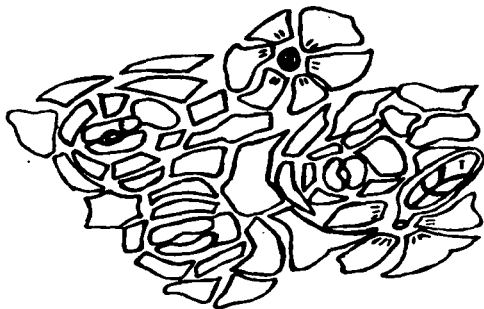
ESPECIE	<i>P. andinum</i>	<i>P. barbatyi</i>	<i>P. parvobacum</i>
TRICOMAS	GLANDULARES ABUNDANTES Fig. 24, 25	NO GLANDULARES MUY ABUNDANTES Fig. 26, 27, 31	AUSENTES Fig. 28
BASE DE LOS TRICOMAS	CELULAS EN ARREGLO RADIAL	CELULAS EN ARREGLO RADIAL Fig. 27	AUSENTES
PARED DE LAS CELULAS EPIDERMICAS.	GRUESA 4.46 μm	DELGADA 2.034 μm	DELGADA 2.576 μm
CONTENIDO ACEITOSO EN LAS CELULAS EPIDERMICAS	GRAN CONTENIDO ACEITOSO	CONTENIDO ACEITOSO DISCRETO	CONTENIDO ACEITOSO DISCRETO Fig. 29
GRUBAS EN EL MESOPILO	ESCASAS Fig. 29	PRESENTES Fig. 30	NUMEROSAS Fig. 31

Fig. 10 Cuadro comparativo de caracteres anatómicos distintos de los estomas de las especies de *Pseudocerosastrum*.



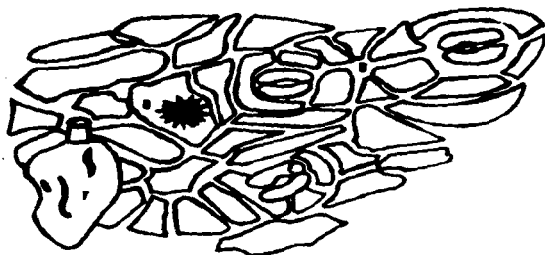
I
5 mm = 10 μ m

Fig. 11a. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del envés de *P. andreauxii*. B: base de tricoma; D: drusas en el mesófito; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.



I
5 mm = 10 μ m

Fig. 11b. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del haz (vena media) de *P. andreauxii*. B: base de tricoma; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.



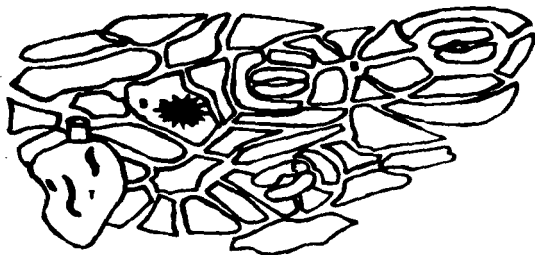
I

5 mm = 10 μ m

Fig. 11c. Representación esquemática de disección mecánica de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. arbutifolius*. B: base de tricoma; D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.

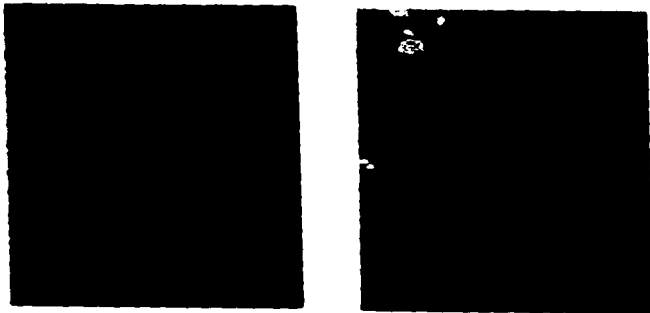


Fig. 12 y 13. Micrografías de epidermis de haz (borde de la hoja) de *P. arbutifolius*. 204.8 x. Izquierda: campo claro; derecha: polarización. D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.



I
5 mm = 10 μ m

Fig. 11c. Representación esquemática de disección mecánica de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. aridiflori*. B: base de tricoma; D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.



Figs. 12 y 13. Micrográficas de epidermis de haz (borde de la hoja) de *P. aridiflori*. 204.5 x. Izquierda: campo claro; derecha: polarización. D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.

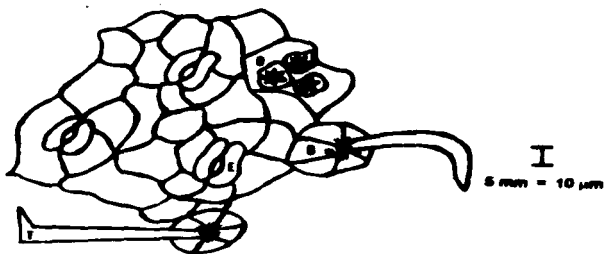


Fig. 14a. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del envés de *P. barkleyi*. B: base de tricoma; D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.

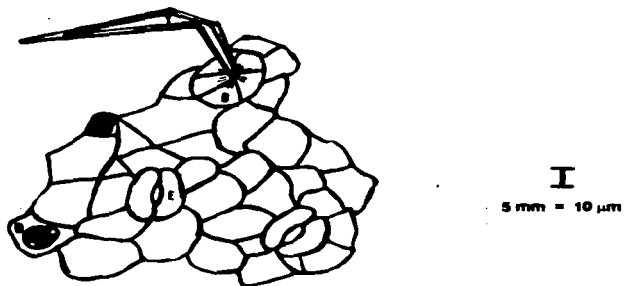
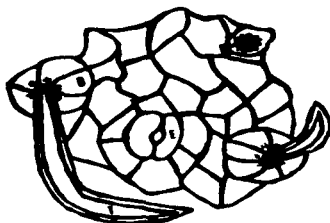
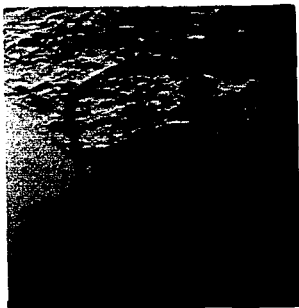


Fig. 14b. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del haz (vena media) de *P. barkleyi*. B: base de tricoma; D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.

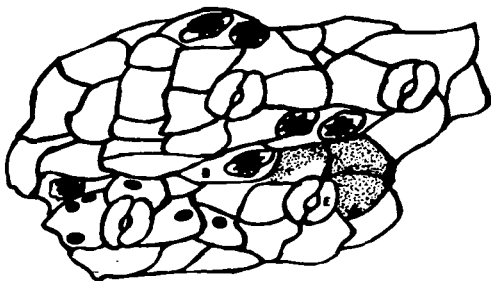


I
5 mm = 10 μ m

Fig. 14c. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. bartleyi*. B: base de tricoma; D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma glandular.



Figs. 15 y 16. Micrografías de epidermis del envés de *P. bartleyi*. 128 x. Izquierda: luz tangencial; derecha: polarización. D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico; T: tricoma simple.



I

5 mm = 10 μ m

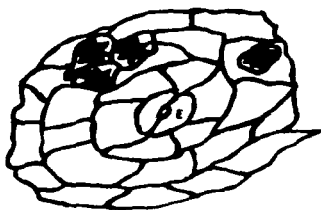
Fig. 17a. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del envés de *P. parricidum*. D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico.



I

5 mm = 10 μ m

Fig. 17b. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del haz (vena media) de *P. parricidum*. D: drusas en el mesófilo; E: estoma anomocítico.



I

5 mm = 10 μ m

Fig. 17c. Representación esquemática de disociado mecánico de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. pernioeum*. D: drusas en el mesófilo; E: estoma anormocítico.

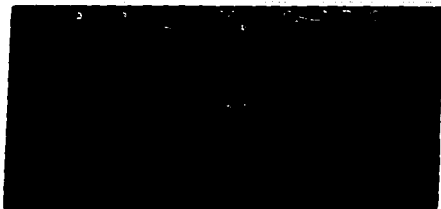


Fig. 18. Micrografía de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. pernioeum*. 320 x. Campo claro. G: células guarda; O: ostia.



Fig. 19. Micrografía de epidermis del haz (vena media) de *P. perniciosum*. 320 x. Contraste de fases. G: células guarda; V: células vecinas.



Fig. 20. Micrografía de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. perniciosum*. 320 x. Contraste de fases. G: células guarda; O: ostiolo.

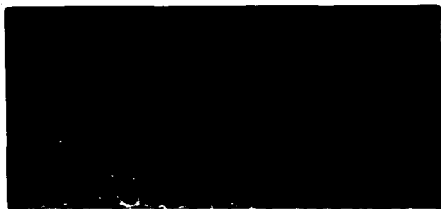


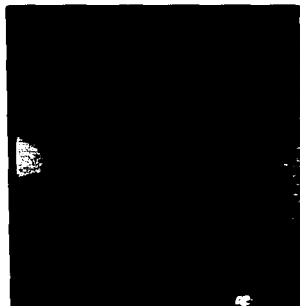
Fig. 21. Micrografía de epidermis del envés de *P. andrieuxii*. 320 x. Campo claro. E: estomas anomocíticos; V: células vecinas.



Fig. 22. Micrografía de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. barkleyi*. 320 x. Campo claro. G: células guarda; V: células vecinas.



Fig. 23. Micrografía de epidermis del haz (vena media) de *P. perniciosum*. 512 x. Campo claro. G: células guarda; O: ostiolo; V: células vecinas.



Figs. 24 y 25. Micrografías de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. andrieuxii*. 126 x. Izquierda: campo claro, derecha: polarización. E: estomas anomocíticos; T: tricoma glandular.

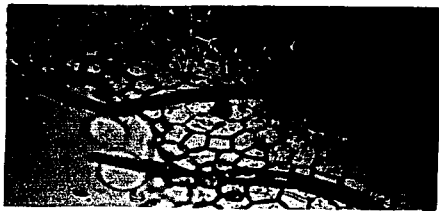


Fig. 26. Micrografía de epidermis del haz (borde de la hoja) de *P. barkleyi*. 128 x. Campo claro. T: tricomas simples.



Fig. 27. Micrografía de epidermis del envés de *P. barkleyi*. 320 x. Campo claro. B: base de los tricomas simples; E: estomas anomocíticos.



Fig. 28. Micrografía de epidermis del haz (vena media) de *P. perniciosum*. 320 x. Campo claro.
G: células guarda; V: células vecinas.



Fig. 29. Micrografía de epidermis del envés de *P. andrieuxii*. 163.84 x. Campo claro.
D: drusas en el mesófito; E: estomas anomocíticos.



Fig. 30. Micrografía de epidermis del haz (vena media) de *P. barkleyi*. 204.8 x. Polarización. D: drusas en el mesófito; E: estomas anormocíticos; T: tricomas simples.



Fig. 31. Micrografía de epidermis del haz (vena media) de *P. perniciosum*. 256 x. Polarización. D: drusas en el mesófito; G: células guarda; V: células vecinas.

TAMAÑO DE LOS ESTOMAS.

En las figuras 32 y 33, se observa para las tres especies estudiadas, que los valores de largo y ancho de los estomas son más grandes en el haz (superficie superior) de la hoja, que en el envés (superficie inferior).

Además se puede hacer una comparación de tamaños en la figura 34, tanto entre los estomas de las diferentes zonas del folíolo de una misma especie, como entre estomas de la misma zona en las distintas especies. Se observa que *P. perniciosum* es la especie que presenta los estomas de mayor tamaño en el haz, teniendo valores promedio de ancho de 20.08 μm en el borde de la hoja y de 20.707 μm en la zona de la vena media, por valores de largo de 33.72 μm en el borde de la hoja y de 34.342 μm en la zona de la vena media; en *P. barkleyi* los valores de ancho son de 22.206 μm en el borde de la hoja y de 23.368 μm en la zona de la vena media, por valores de largo de 32.376 μm en el borde de la hoja y de 33.062 μm en la zona de la vena media; los estomas de tamaño menor son los de *P. andrieuxii* cuyos sus valores son 20.54 μm de ancho por 28.657 μm de largo, en ambas zonas de estudio del haz.

También se observa en las figuras 32, 33 y 34, que la especie que presenta mayor tamaño en el envés es *P. perniciosum* con valores de 20.108 μm de ancho por 31.764 μm de largo, siguiéndole *P. barkleyi* con valores de 18.78 μm de ancho por 28.984 μm de largo y *P. andrieuxii* con los estomas más pequeños cuyos valores son 17.578 μm de ancho por 25.848 μm de largo.

Por lo anterior se considera que las especies presentan variaciones en el tamaño de los estomas, y que estas variaciones tienen tendencias similares entre las especies tanto en el haz como en el envés.

LARGO

	<i>P. andrieuxii</i>	<i>P. barkleyi</i>	<i>P. perniciosum</i>
VENA MEDIA	28,657	33,052	34,342
BORDE DE LA HOJA	28,657	32,376	33,72
ENVES	25,848	28,984	31,794

LARGO

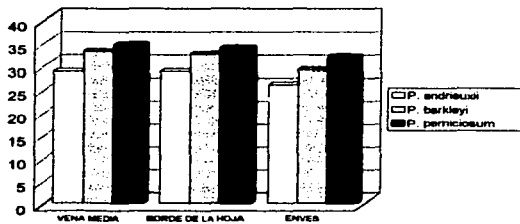


Fig. 32. Tabla y gráfica de los valores promedio de largo de los estomas de las tres especies de *Pseudotsugium* estudiadas (todos los valores en micrómetros).

ANCHO

	<i>P. andreauxi</i>	<i>P. barkleyi</i>	<i>P. perniciosum</i>
VENA MEDIA	20,054	23,368	20,707
BORDE DE LA HOJA	20,054	22,206	20,08
ENVES	17,578	18,79	20,108

ANCHO

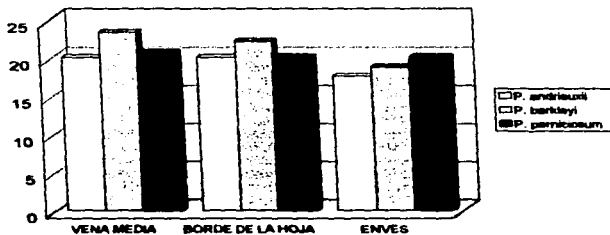


Fig. 33. Tabla y gráfica de los valores promedio de ancho de los estomas de las especies de *Pseudomonidium* estudiadas (todos los valores en micrómetros).

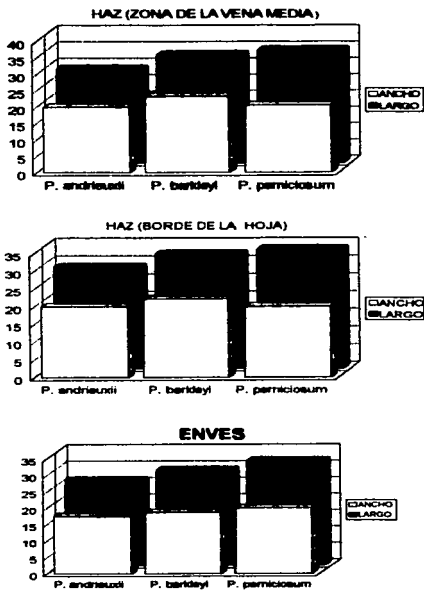


Fig. 34. Gráficas comparativas de tamaños estomáticos de las tres especies de *Pseudomedingium* estudiadas (promedios en micrómetros).

INDICE ESTOMATICO.

Se puede observar en la figura 35 que en las especies *P. perniciosum* y *P. andrieuxii*, el índice estomático es menor que en *P. barkleyi*, en todas las zonas estudiadas.

También se observa en la figura 35, que los valores del índice estomático entre las zonas estudiadas varía, siendo mayor en la vena media y en el borde de la hoja (haz), que en el envés.

	VENA MEDIA	BORDE DE LA HOJA	ENVES
<i>P. andrieuxii</i>	11,914	11,177	9,286
<i>P. barkleyi</i>	21,659	22,085	21,153
<i>P. perniciosum</i>	12,405	12,733	8,46

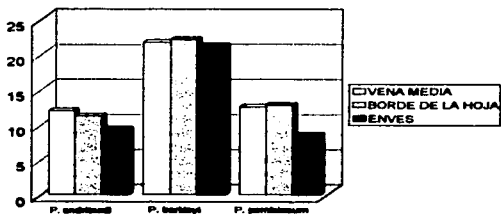


Fig. 35. Tabla y gráfica de los valores de índice estomático de las tres especies de *Pseudomonidium* estudiadas.

VII. DISCUSION

A. Referencia taxonómica

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede decir que los estomas presentes en el género *Pseudosmodium* son del tipo anomocítico de acuerdo a la clasificación de Metcalf y Chalk (1965), y con la descripción de Barnava (1962) y Paniagua (1963) para este tipo de complejo estomático.

Las hojas son de tipo anfiestomático dado que los estomas se presentan tanto en el haz como en el envés.

Las características observadas en las hojas de las especies de *Pseudosmodium* estudiadas son:

- * estomas de tipo anomocítico
- * denses en el mesófito
- * células epidérmicas con evidente contenido acetoso
- * presencia o ausencia de tricomas

Dado que el tipo de estomas es el mismo en las tres especies, y que el tamaño de éstos y el índice estomático sólo permiten diferenciar una de las especies de las otras dos, de entre las otras características mencionadas se propone una clasificación taxonómica tomando en cuenta a los tricomas, ya que estas estructuras epidérmicas sí permiten una clara diferenciación entre las especies estudiadas.

CLAVE PARA DISTINGUIR LAS ESPECIES DE *PSUDOSMODIUM* ESTUDIADAS

- 1 Epidermis sin tricomas *P. perniciosum*
- 1 Epidermis con tricomas
 - 2 Tricomas glandulares presentes *P. andrieuxii*
 - 2 Tricomas no glandulares presentes *P. barkleyi*

5. Relevancia ecológica

P. barkleyi vive en las regiones cálidas secas del estado de Guerrero. Presenta hojas sólo en la época de lluvias y en la época seca las pierde; la localidad tipo de la especie se encuentra en el fondo del Cañón del Zapicho. Esta especie presenta el índice estomático con el valor numérico más alto, lo que significa que a pesar de que tenga una tendencia a perder mayor cantidad de agua por transpiración, ésta sea amortiguada por la cantidad de agua presente en el ambiente. Por esta misma razón el valor del índice estomático es indicativo de que si se presentaran condiciones drásticas de sequía cuando las hojas están presentes, esta especie presentaría problemas de economía hídrica ya que la presencia de gran cantidad de estomas en el haz como en el envés, favorecería la pérdida del agua, porque además del alto índice estomático presenta los estomas ligeramente sobre el nivel de la epidermis, lo cual es característico de plantas hidrófitas.

En cambio, *P. parvifolium* y *P. andreauxii*, que viven en condiciones similares a las de *P. barkleyi*, tienen un índice estomático menor que la especie anterior, lo que permite sugerir que el medio en que viven sufre un cambio drástico en condiciones de humedad durante la época en que las plantas presentan hojas, estas especies podrían resistir mejor estas condiciones adversas, porque el número de estomas es menor. Sin embargo, la presencia en estas especies, al igual que en *P. barkleyi*, de estomas ligeramente sobre el nivel de la epidermis, sugiere que estas plantas, más que presentar diferentes estrategias de regulación hídrica en lo que a estomas se refiere, presentan una estrategia de sobrevivencia en zonas de clima cálido seco que consiste en presentar hojas sólo en la época de lluvias, en la que la disponibilidad de agua es tal para las tres especies, que las diferencias en índice estomático como indicativo de pérdida de agua por transpiración resultan irrelevantes. En la larga época de sequía en estas zonas (5-7 meses), las plantas de las especies estudiadas carecen de hojas, con lo que aseguran su permanencia hasta la época de lluvia.

c. Referencia Bibliográfica

De acuerdo a los tamaños de los estomas encontrados en las especies de *Pseudomedingium* estudiadas se pueden señalar las siguientes categorías de tamaño estomático para este trabajo:

CATEGORÍA	LARGO
ESTOMAS PEQUEÑOS	5-21 μm
ESTOMAS GRANDES	18-30 μm
ESTOMAS GIGANTES	30-85 μm

El delimitar categorías de tamaños en los estudios de estomas se ha realizado en diversos trabajos con distintas familias de angiospermas (Lourougnon, 1988; Carpenter, 1975; Metcalfe, 1979). En Anacardiaceae, Wilkinson (1983) propone como estomas pequeños aquellos que miden de 13 a 21 μm de largo, y estomas grandes aquellos que miden de 18 a 30 μm de largo. En la tabla aquí propuesta para las especies de *Pseudomedingium* estudiadas, se considera a los estomas pequeños en el rango de 5-21 μm dado que en *P. andreae* se encontraron algunos estomas diminutos. Por otro lado, se introduce el término de "estoma gigante" con fundamento en las observaciones de Sitohley & Pandey (1970) y Wilkinson (1979), quienes describen a estas estructuras con un tamaño entre los 35-85 μm . A pesar de estos límites, estas estructuras representan un desarrollo anormal de los estomas, y ocurren esporádicamente en algunas familias como Rubiaceae y Botaneceae, siendo en el género *Datura* de esta última, caracteres de tipo de diagnóstico en algunas especies usadas como plantas medicinales. En *Pseudomedingium* es muy conveniente incluir esta categoría de tamaño estomático porque Sitohley & Pandey (1970) menciona que los estomas gigantes son comunes en varios géneros de la familia

Anacardiaceae y Wilkinson (1979) marca la presencia de ellos en este género. Su rango de tamaño en este trabajo se especifica de la siguiente manera: el límite inferior es el valor de largo máximo de un estoma grande según Wilkinson (1983), y el límite superior es el valor de largo máximo registrado para los estomas medidos en este trabajo.

En las especies *P. barkleyi* y *P. perniciosum* se presentan estomas con largos entre 30 - 41.52 μm y 30 - 52.93 μm en la zona del haz del folíolo respectivamente; por ello se consideran como estomas gigantes. En los folíolos de *P. andrieuxii* el valor máximo de largo de estoma es de 36.33 μm ; de acuerdo a la división manejada, se trata de un estoma gigante, pero por el tamaño del folíolo y escasez de los estomas de este tamaño, se puede decir que la especie tiene estomas pequeños y grandes con presencia ocasional de estomas gigantes.

Estos estomas gigantes son denominados estomas acuíferos o estomas-hidátodos por algunos autores (Wilkinson, 1971). A pesar de que no se sabe si en todos los casos estos estomas permanecen siempre abiertos, si está documentada su función como estructuras para la eliminación de gotas de agua (Roth, 1986). En el caso de las especies de *Pseudomonicium* estudiadas en este trabajo se sabe por investigación Etnobotánica que *P. barkleyi* secreta sustancias que son urticantes causando lesiones leves o graves a nivel epidérmico, dependiendo de la sensibilidad de las personas. Si la persona se coloca o está frente a un árbol de la especie y el viento sopla en dirección hacia la persona, se provocó en ella la alergia (Fonseca, comunicación personal). Esto hace pensar que las hojas secretan cierto tipo de sustancias químicas, que tal vez pudiesen ser liberadas al medio a través de los estomas-hidátodos. Al respecto, sería interesante conocer la constitución química de las sustancias acuíferas observadas en las células epidérmicas y evaluar hasta qué punto funcionan las secreciones de estas plantas como mecanismo de defensa contra herbívoros, puesto que algo muy notable es que aún después del proceso de secado, para conservar las plantas herborizadas, éstas pueden causar alergias a personas sensibles que manipulan los ejemplares de herbario ya procesados.

VII. CONCLUSIONES

Las especies del género *Pseudonocardium* estudiadas presentan una organización anatómica foliar homogénea con las siguientes características: estomas anoceliosos, células epidérmicas con cutícula escamosa y drusas en el mesófilo.

Cada especie presenta las siguientes características epidérmicas distintivas:

- *P. andersonii*: presenta tricomas glandulares.
- *P. barbeyi*: presenta tricomas no glandulares muy largos.
- *P. parvisezum*: carece de tricomas.

Los resultados permiten suponer que con estudios anatómicos más amplos, usando técnicas más especializadas, pueden obtenerse datos, que junto con evidencias fitoquímicas y fisiológicas, pueden ayudar a la delimitación específica dentro del género. Entre los estudios que en el área de Anatomía podrían realizarse con estas mismas especies está la descripción de la organización de los órganos vegetativos y florales, haciendo uso de distintas técnicas de tinción y de diferentes sistemas de iluminación microscópica; las especies del mismo género que no se encuentran en la zona de estudio son también interesantes candidatos para estudios de este tipo.

Quedan abiertas numerosas y amplias posibilidades para la investigación en el género *Pseudonocardium*, tanto con ejemplares herborizados como con material fresco, así como en gabinete y a nivel de campo.

IX. LITERATURA CITADA.

- Batsli, S. K. 1976. Pollen morphology of the genera *Galea* Linneus and *Melanorrhoe* Wellich (Anacardiaceae), in: I. K. Ferguson & J. Miller (eds.). The evolutionary significance of the eudine. Linnean Society Symposium Series 1: 379-386. London & New York. Academic Press, en: Wilkinson, 1983.
- Baranova, M. A. 1967. Historical development of the present classification of morphological types of stomata. *Bot. Rev.* 33:53 - 79.
- Baranova, M. A. 1962. Principles of comparative stomatographic studies of flowering plants. *Bot. Rev.* 58(1):49 - 69.
- Carpenter, S. B & N. D. Smith. 1975. Stomatal distribution and size in southern Appalachian hardwoods. *Can. J. Bot.* 53:1183 - 1186.
- Cronquist, A. 1968. The evolution and classification of flowering plants. Second edition. The New York Botanical Garden.
- D'ambrogio de Argüeso, A. 1966. Manual de técnicas en histología vegetal. Hemisferio Sur, S.A. Buenos Aires.
- Dale, O. J. y O. Pereira-Sheetsoku. 1966. The taxonomic value of epidermal characters in the genus *Ocimum*. *Phytomorphology* 38: 147 -156.
- Engelman, E. M. 1963. Anatomía vegetal. *Bot.* 612.
- Esau, K. 1977. *Anatomy of seed plants*. John Wiley and Sons. New York.
- Esau, K. 1965. Anatomía vegetal. Tercera edición. Omega. Barcelona.
- Fahn, A. 1965. *Plant anatomy*. Third edition. Pergamon Press. Oxford.
- Fonseca, R.M. 1961. Taxonomía del Orden Sapindales en la Cuenca del río Zopiloté, Guerrero. Tesis profesional (Lic.), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fordiste, J. L. 1949. Pálmito senné. *J. Pharm. Pharmacol.* 1:34, en: Traess, 1967.
- Fryns-Claessens, E. & W. Van Cothern. 1973. A new classification of ontogenetic types of stomata. *Bot. Rev.* 39:71 - 136.
- Jones, S. B. 1966. *Sistemática vegetal*. McGraw Hill. México.
- Lorougnon, G. 1966. Recherches sur quelques représentants tropicaux de groupes végétaux tempérés. *Adansonia*, G:299-300
- Math, S. K. & T. N. Shardaaja. 1962. Structure and histochemistry of stomata and epidermal cells in the genus *Alyrium*. *Phytomorphology* 42 (1 & 2): 36-42.
- Mauseth, J. D. 1966. *Plant anatomy*. The Benjamin/Cummings Publishing Co. California.
- Metcalfe, C. R. 1960. *Anatomy of Monocotyledons I. Gramineae*. Clarendon Press. Oxford.

- Metcalfe, C. R. 1971. *Anatomy of Monocotyledons V. Cyperaceae*. Clarendon Press, Oxford.
- Metcalfe, C. R. 1979. *History of systematic anatomy*, en: Metcalfe & Chalk, 1979.
- Metcalfe C. R. & L. Chalk. 1960. *Anatomy of Dicotyledons*, Vol. I & Vol. II. Clarendon Press, Oxford
- Metcalfe, C. R. y L. Chalk. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons*. Second edition. Vol. I. Clarendon Press, Oxford.
- Miranda, F. 1941. Estudios sobre la vegetación de México. I. La vegetación de los cerros al sur de la meseta de Anáhuac - el cuajatal. An. Inst. Bot. Méx. 12: 599-614.
- Miranda, F. 1951. Plantas nuevas del sur de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28 (39): 120-132.
- Morton, A. G. 1961. *History of the Botanical Science*. Academic Press Inc. (London) LTD. New York.
- Paniagua, R. 1963. *Ontogénesis e histogénesis vegetal y animal: Biología de las células y tejidos animales y vegetales*. Interamericana McGraw Hill, Madrid.
- Palwal, G. S. 1969. Stomatal ontogeny and phytoeny I, Monocotyledons. Acta Botanica Neerlandica, 18: 664 - 699, en: Stevens & Martin, 1978.
- Parf, D. D. 1966. On the ontogeny of stomata and other homologous structures. Plant Science Series (Alibabad), 1:1-24, en: Fryne- Claessens & Van Coltham, 1973 y Saranova, 1992.
- Parf, S.G. y P. Parf. 1966. Stomatal studies in the genus *Chlorophytum* and their taxonomic significance. Phytomorphology 37(2 y 3) : 155 - 158.
- Radford, A. E. et al. 1968. *Vascular plant systematics*. Harper & Row, Publishers. New York.
- Rath, I. 1966. *Anatomía de las plantas superiores*. Ediciones de la Biblioteca Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Rowson, J. M. 1943(a). The significance of the stomatal index as a differential character. I. A statistical investigation of the stomatal indices of *Sarum* leaflets. Q. J. Pharm. Pharmac. 16: 24-31, en: Younken, 1951b.
- Rowson, J. M. 1943(b). The significance of the stomatal index as a differential character. II. The identification of the leaves of English and Indian *Seslione*: the characterization of *Coccoloba*. Q. J. Pharm. Pharmac. 16: 256-264, en: Younken, 1951b.
- Rowson, J. M. 1946. The significance of the stomatal index as a differential character. III. Studies of the genera *Atriplex*, *Dafura*, *Digitalis*, *Phytolacca* and in polyploid leaves. Q. J. Pharm. Pharmac. 19: 138-143, en: Younken, 1951b.
- Salisbury, B. T. 1964. *Fisiología vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericano, México.
- Salisbury, E. J. 1927. On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the woodland ferns. Phil. Trans. Roy. Soc. 216B: 1-65, en: Younken, 1951a, Sevilla, 1963 y Trees, 1967.

- Sampson, J. E. 1951. A method of replicating drug or metal surface for examination by light microscopy. *Nature* 191: 632 - 633.
- Sevilla, R. L. 1963. Resistencia a la sequía XII, en índices estomáticos, forma y distribución de estomas en cuatro cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis profesional (Lic.), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sibbaldy, V. R. & N. Pandey. 1979. Giant stomata. *Ann. Bot.* 35:641 - 642.
- Sino, C. A. 1969. *Plant Taxonomy and Biogeobotanica*. Edward Arnold, Publishers, LTD. London.
- Stevens, R. A & E. S. Martin. 1978. A new ontogenetic classification of stomata types. *Bot. J. Linn. Soc.* 77: 83 - 94
- Takhtajan, A. 1969. *Flowering plants, origin and dispersal*. Smithsonian Institution Press, Washington, en: Ponessa, 1981.
- Trease, E. G. 1967. *Tratado de Farmacognosia*. Interamericana. México.
- Weyers, J. D. B & H. Meidner. 1960. *Methods in stomatal research*. Longman Scientific y Technical, London.
- Wilkinson, H. P. 1971. Leaf anatomy of various Anacardiaceae with special reference to the epidermis and some contribution to the taxonomy of the genus *Orceutoman* Stunz. Ph. D. Thesis, University of London.
- Wilkinson, H. P. 1979. The plant surface (mainly leaf), en: Metcalfe & Chalk, 1979.
- Wilkinson, H. P. 1983. Leaf anatomy of *Gledia* (L.) Ding Hou (Anacardiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 89: 375 - 403
- Younkin, H. W. 1951(a). *Tratado de Farmacognosia*. Segunda edición. Alente. México.
- Younkin, H. W. 1951(b). *Pharmaceutical Botany*. Seventh edition. The Mackiston Company, U.S.A.