

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGIA

**DETERMINACION DE ALGUNAS CARACTERISTICAS
DENDROLOGICAS DE IMPORTANCIA PARA LA
SEPARACION DE ESPECIES DE LA FAMILIA
LAURACEAE EN COSTA RICA**

**Tesis para optar al grado de
Licenciada en Biología**

Isabel María Chacón Vega

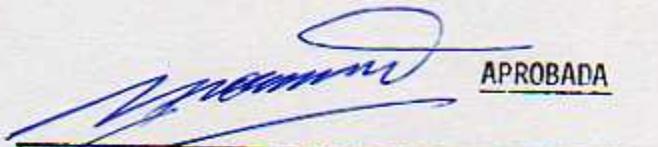
**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica**

1980

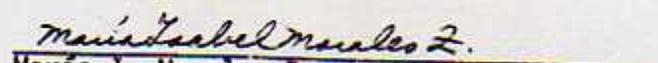
Determinación de algunas características
dendrológicas de importancia para la
separación de especies de la familia
Lauracea en Costa Rica

Tesis presentada en la Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

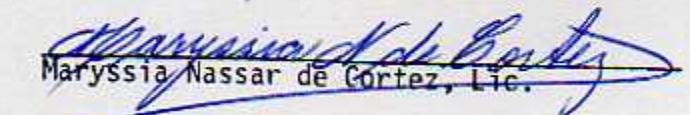
APROBADA


Luis A. Fournier Origgí, Ph.D.

Director


María I. Morales Zurcher, M. Sc.

Miembro del Tribunal


Maryssia Nassar de Cortez, Lic.

Miembro del Tribunal


María E. Herrera de Fournier, Lic.

Miembro del Tribunal

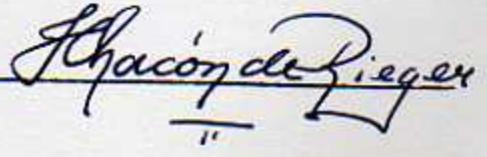
Eugenia Ma. Flores V., Ph.D.

Miembro del Tribunal


María Eugenia Moano de López, Lic.

Miembro del Tribunal

Isabel María Chacón Vega:

Sustentante 

DEDICATORIA

A mis padres,
a mi esposo,
a mis hijos,
por el profundo amor y respeto
que les guardo.
A mis hermanos, con cariño y humildad.

AGRADECIMIENTO

Dejo expresa mi gratitud eterna al Dr. Luis A. Fournier Origgí, por su ejemplo, enseñanza de siempre y por la orientación constante en la realización de este trabajo.

Doy las gracias y el reconocimiento imperecedero a los distinguidos profesores miembros del tribunal, Dra. Eugenia Ma. Flores V., M.Sc. María I. Morales Z., Lic. Maryssia Nassar de Cortéz, Lic. María Eugenia Herrera de Fournier, ante los cuales expongo esta investigación, por la revisión y corrección del manuscrito.

Al Dr. Yoshimichi Kozuka por su valiosa y desinteresada colaboración en la realización de todas las fotografías del presente trabajo, en el Centro de Microscopía Electrónica, Universidad de Costa Rica y su inapreciable apoyo.

A la querida amiga, que en todo momento me prestó su apoyo, consejo y estímulo, Lic. Mayra Montiel de Barrantes.

A la Lic. María Eugenia Meoño de López por su alto espíritu de servicio y muestra de aprecio.

A mis amigos Gerardo Herrera Chacón, Mariela Bermúdez, Eva Meza y Jorge Moya por su inestimable colaboración y apoyo.

Extiendo mi agradecimiento a todas aquellas personas que de alguna manera hicieron posible la realización de esta investigación. A la se-

ñora Nora Ma. Rojas Montero, y a la señora Albertina Rowe de Aguilar por el trabajo mecanográfico y en especial a mi esposo Gerardo, a mis hijos Janisse, Catherine y Johan, que con su estímulo y aceptación de toda clase de sacrificios hicieron posible el término de esta investigación.

A todos gracias.

INDICE GENERAL

	PAGINA
Miembros del Tribunal	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Indice de cuadros	vii
Indice de figuras	viii
Introducción	1
Revisión de Literatura	4
Situación taxónomica de las lauráceas.....	4
Importancia de las lauráceas.....	9
Dendrología	10
Venación	14
Material y Métodos	18
Resultados	24
Discusión	39
Conclusiones	47
Resumen	50
Bibliografía	73

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°		PAGINA
1	Detalle de 21 especies de Lauráceas de Costa Rica y sus localidades de recolección	19
2	Variación en la longitud y ancho de la hoja y longitud del pecíolo y relaciones entre estas dimensiones y pares de venas secundarias en 21 especies de Lauráceas.....	27
3	Características de la venación interna de las Lauráceas.....	28
4	Agrupación en categorías de algunas características de 21 especies de Lauráceas.....	29
5	Caracterización de 21 especies de Lauráceas mediante categorías o rasgos cuantitativos.....	30
6	Caracterización de 21 especies de Lauráceas mediante categorías de rasgos cuantitativos de la venación interna de la hoja.....	31
7	Algunas características estadísticas de las variables consideradas en el estudio dendrológico de las Lauráceas.....	32
8	Algunas correlaciones entre las características externas e internas de la hoja en Lauráceas.....	33
9	Algunas características dendrológicas cualitativas de importancia en la separación de las especies de Lauráceas.....	34
10	Valores del índice Foliar de 21 especies de Lauráceas con base en varias combinaciones de características.....	35
11	Comparación de índices foliares de características externas e internas en 21 especies de Lauráceas....	36

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		PAGINA
1	Dispersión de las diversas características de la hoja de las lauráceas.....	37
2	Diagrama de dispersión de 21 especies de lauráceas.....	38
3	Perfil a escala de: <u>Phoebe mollicella</u> (1); <u>Ocotea veraguensis</u> y <u>Phoebe breneffi</u> (3).....	52
4	Perfil a escala de: <u>Licaria limbosa</u> (4); <u>Nectandra ramonensis</u> (5); <u>Phoebe tonduzzi</u> (6) y <u>Phoebe mexicana</u> (7).....	53
5	Perfil a escala de: <u>Nectandra cufodontosii</u> (8); <u>Beilschmedia</u> sp. (9); <u>Persea caerulea</u> (10); <u>Nectandra membranacea</u> (11) y <u>Persea americana</u> (12).....	54
6	Perfil a escala de: <u>Aiouea costarricense</u> (13) <u>Nectandra</u> sp. (14); <u>Nectandra concinna</u> (15) y <u>Nectandra globosa</u> (16).....	55
7	Perfil a escala de: <u>Nectandra paulii</u> (17); <u>Nectandra sinuata</u> (18) y <u>Nectandra reticulata</u> (19).	56
8	Perfil a escala de: <u>Ocotea pentagona</u> (20) y <u>Ocotea nicaraguensis</u> (21).....	57
9	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Aiouea costarricense</u>	58
10	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Beilschmedia</u> sp.....	58
11	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Licaria limbosa</u>	59
12	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Licaria limbosa</u>	59
13	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra concinna</u>	60
14	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Nectandra concinna</u>	60

FIGURA		PAGINA
15	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra cufodontosii</u>	61
16	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Nectandra cufodontosii</u>	61
17	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra globosa</u>	62
18	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Nectandra globosa</u>	62
19	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra membranacea</u>	63
20	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra paulii</u>	63
21	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra ramonensis</u>	64
22	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra reticulata</u>	64
23	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra sinuata</u>	65
24	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Nectandra sp.</u>	65
25	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Ocotea nicaraguensis</u>	66
26	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Ocotea pentagona</u>	66
27	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Ocotea veraguensis</u>	67
28	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Ocotea veraguensis</u>	67
29	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Persea americana</u>	68
30	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Persea americana</u>	68

FIGURA N°		PAGINA
31	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Persea caerulea</u>	69
32	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Persea caerulea</u>	69
33	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Phoebe brenessi</u>	70
34	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Phoebe tonduzii</u>	70
35	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Phoebe mexicana</u>	71
36	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Phoebe mexicana</u>	71
37	Microfotografía (7x) del sistema de venación de <u>Phoebe mollicella</u>	72
38	Microfotografía (80x) del sistema de venación de <u>Phoebe mollicella</u>	72

INTRODUCCION

La familia de las lauráceas tiene gran importancia científica y económica tanto en Costa Rica como en el resto del mundo.

En nuestro país las lauráceas son muy abundantes en las regiones húmedas, tanto cálidas como templadas. En estas condiciones constituyen un grupo de gran importancia estructural, fisonómica y florística de las formaciones boscosas, y desempeñan un papel fundamental para la fauna natural de esas comunidades.

Los árboles de esta familia, tienen buenas maderas compactas y fuertes, fáciles de trabajar en obras de artesanía, pisos, construcción y carpintería en general, y son más o menos resistentes a la carcoma y al comejen (Pittier, 1978). La presencia de alcaloides, ácidos, glúcidos y aceites esenciales en los miembros de esta familia, les confiere un valor más como fuente de materia prima para la industria y la actividad práctica (Buchalter, 1971; Gastaldo, 1971; Groebel, et al. 1970; Hayashi y Komae 1971; Hopkins et al., 1966; Kiener, 1965; Litchfield, et al. 1967; Pernet, 1972; Takeda 1970 a y b).

La literatura sobre taxonomía de lauráceas es impresionante, debido a la complejidad y diversidad del grupo. Algunos autores inclusive, cuestionan la validez de varios géneros, a menudo se hacen cambios en la nomenclatura de las especies y constantemente se presentan nuevas combinaciones y reducciones (Allen, 1966 a; Allen, 1956, Bernardi, 1962; Koop, 1966; Kostermans, 1961; 1962; Lundell, 1965). Pero muy pocos de estos trabajos muestran una vaga información cuantitativa que de margen a una adecuada identificación de las especies.

Las estructuras reproductivas de las plantas sufren relativamente menos alteraciones con cambios del hábitat y de ahí, que se han utilizado tradicionalmente en los sistemas de clasificación. Desafortunadamente, la obtención de flores en los árboles, elementos importantes de la flora de un país tropical húmedo como Costa Rica, es en muchos casos un problema serio. Este tipo de plantas florecen por lo general, una o pocas veces durante el año y casi siempre por un período corto de tiempo y en algunos casos no florecen todos los años. Además, hay árboles de hasta más de 50 m. de altura; que para colmo de males producen flores muy pequeñas. Esta serie de problemas ha obligado a los interesados en la identificación de especies forestales a utilizar un método en el cual la clasificación se lleva a cabo con la ayuda de características vegetativas (Fournier, 1968).

Por estas razones, entre otras, los dendrólogos han investigado la posibilidad de utilizar características simples de los órganos vegetativos como: las hojas, los tricomas, ciertos olores y colores, apariencia de la superficie del tronco, presencia de gambas, color de la corteza interna, tipos de exudados; que permiten a los prácticos de las regiones boscosas identificar árboles con una mirada rápida o con un machetazo en el tronco.

Sin embargo, existen muy pocas investigaciones al respecto y por lo tanto, es todavía difícil traducir en palabras estas características diferenciales entre una y otra especie; además, no existe una nomenclatura uniforme para tales características.

Esta situación motivó la realización de esta investigación, como un aporte preliminar al conocimiento dendrológico de las lauráceas con miras a

a estimular otros estudios de esta índole más detallados sobre el grupo.

Este estudio pretende seleccionar un conjunto de características dendrológicas diferenciales que permitan la separación de las lauráceas más abundantes en Costa Rica.

REVISION DE LITERATURA

Situación taxonómica de las lauráceas:

La familia de las lauráceas está representada en el mundo por cerca de 50 géneros, hasta 1956 el número de especies publicadas era de 5.462 (Bernardi, 1962); Kostermans (1957) citado por Bernardi, (1962) reconoce 30 géneros y 3.435 especies, pero es probable que las especies existentes no sean más de 2.500. Esta discrepancia tan marcada en el número de especies se debe a la gran complejidad morfológica y genética del grupo.

La región de Malasia y el este de Asia son regiones muy ricas en lauráceas, pero también son abundantes en la América Tropical; especialmente en climas húmedos. En Europa se ha encontrado un género (Laurus nobilis) y en el continente africano aunque las lauráceas están representadas, su abundancia no es comparable a la de las regiones tropicales de los otros continentes. En América del Sur y América Central están presentes un buen número de los géneros de la familia y tres de ellos, Beilschmedia, Cryptocarya y Phoebe, son también abundantes en Malasia. Los géneros Lindera y Sassafras tienen una distribución muy particular, ya que ambos están presentes en los Estados Unidos de Norteamérica y algunas especies de Sassafras ocurren en el este de Asia, Lindera es abundante en Asia y Malasia; Litsea y Persea tienen una amplia distribución en América, ya que se encuentran desde la costa Atlántica de los Estados Unidos de Norteamérica hasta América del Sur (Allen, 1948).

En América, las lauráceas están representadas por unos 40 géneros y cerca de 1000 especies, alcanzando su mayor diversidad en cuanto a géneros y es

pecies en los trópicos de este continente (Standley, 1937; Standley y Steyermark, 1946). En Costa Rica ocurren los géneros Aiouea, Acroclidium, Beilschmiedia, Litsea, Licaria, Nectandra, Ocotea, Persea y Phoebe en forma natural y Cinnamomun que ha sido introducido de Asia (Fournier, 1967).

Fournier (1980)* considera que existen en el país cerca de unas 70 especies distribuidas desde prácticamente la orilla del mar (Ocotea veraguensis) a más de 3000 m de altura (Phoebe pitierii). Ese mismo autor menciona que los géneros más abundantes en el país son: Nectandra, Ocotea y Phoebe y que en Costa Rica las lauráceas son extremadamente abundantes en las regiones húmedas del premontano y el montano bajo, especialmente en la Cordillera de Talamanca y las montañas de Dota, al sur del país. Fournier, Salas y Jiménez (1973) mencionan en su lista de nombres vernáculos de la flora arborescente de Costa Rica, los siguientes nombres comunes, con los que se conocen a los miembros de la familia en este país: aguacate, aguacatillo, ira, quizarrá, quina, sigua, además de diversas combinaciones tales como: quizarrá amarillo, aguacatillo ascá, etc.

Bernardi (1962) considera a las lauráceas como una familia pantropical y cuyas especies son elementos característicos de las selvas pluviales y de montaña, siendo menos abundantes en las selvas tropófitas. El límite boreal del grupo en América se encuentra en California donde ocurren en forma natural los géneros Umbellularia y Sassafrass. Por otra parte, en Nepal y Corea se presenta el género Litsea. En América del Sur, en la Isla Chiloé se presenta Persea lingue.

*Comunicación personal

Algunos de los géneros de la familia son pantropicales: Beilschmedia, Cryptocarya, Persea, Phoebe, Litsea, Cassytha y Ocotea. Los géneros endémicos más abundantes en Asia son: Actinodaphne, Cinnamomun, Dehaasia, Endiandra, Eusideroxylon, Lindera, Hexapora y Neolitsea. En Madagascar ocurren el género endémico Rayensara y en Africa Continental Hypodaphnis. Los géneros americanos son Nectandra, Pleurothyrium, (secciones de Ocotea, según Kostermans, 1957), citado por Bernardi, (1962), Aiouea, Aniba, Dycipellium, Licaria, Mezilaurus, Phyllostemonodaphne, Systemonodaphe, Umbellularia y Urbanodendron (Bernardi, 1962).

La taxonomía de las lauráceas ha llamado la atención de numerosos autores, pero aun el grupo permanece poco definido a nivel de especies y en algunos casos aun en el rango de género (Allen, 1945, 1966b; Bernardi, 1969a, 1969b, 1969c, 1969d, 1969e; De Vattimo, 1958, 1964, 1965, 1966, 1967a, 1967b, 1972; Fouilloy y Halle 1963, 1964, 1972; Koop, 1966; Kostermans, 1961, 1962, 1965, 1968, 1970, 1974; Lundell, 1965; Sastri, 1963, 1965).

Las lauráceas están entre los grupos más complejos desde el punto de vista taxonómico en la flora tropical de América. Las especies americanas no han sido todavía definidas adecuadamente y en general los autores coinciden en que es necesario realizar una revisión detallada del grupo, mediante el empleo de información obtenida por las diversas técnicas disponibles en la actualidad. Kostermans (1961) realizó una buena revisión de algunos de los géneros de lauráceas americanas, pero este trabajo quedó incompleto porque no se incluyó en él algunos de los géneros de gran complejidad taxonómica. Por otro lado Allen (1948) aunque incluye en su trabajo un número bastante grande de especies, hace descripciones relativamente cortas, que

no tienen suficientes elementos diferenciales como para llevar a cabo una separación adecuada de las especies.

Las flores de esta familia son bastante parecidas en su color y morfología externa, por lo que la separación taxonómica de los géneros se fundamenta esencialmente en las estructuras internas de este órgano. A este respecto son importantes la estructura de las anteras y de los estaminoideos. Por ejemplo, Standley y Steyermark (1946) presentan en su discusión de la familia laurácea en la Flora de Guatemala una clave para la separación de los géneros, basada fundamentalmente en la estructura interna de la flor. Estos autores indican que Persea, Phoebe, Cinnamomum, Ocotea y Nectandra las anteras poseen cuatro valvas, mientras que en los géneros Beilschmedia y Licaria hay presentes sólo dos. La forma de los estaminoideos es otra característica que emplean esos autores en la separación de géneros.

Por su parte Allen (1948) en su tratamiento de las lauráceas de Panamá, también emplea fundamentalmente la estructura de la flor en la separación de los géneros. Con respecto a Standley y Steyermark (1946) son de la opinión que las características del fruto, tienen poco valor para separar especies, pero pueden emplearse en forma combinada con los órganos florales y foliares para este fin.

Standley (1937) afirma que el conocimiento sobre muchas de las especies es incompleto y que hay situaciones en que aún es cuestionable la posición de las especies en los varios géneros. Ese autor considera que uno de los problemas más serios en el grupo es la gran semejanza que existe entre las hojas de los diferentes géneros, y como el fruto tampoco es una caracte

rística muy confiable, es necesario hacer las determinaciones con base a ejemplares debidamente identificados y provistos de flores. Pero aún en estos casos no siempre la determinación de los especímenes se puede hacer con certeza. Sastri (1963) concuerda grandemente con lo afirmado por Standley (1937).

Se ha considerado que las especies americanas de Phoebe se ubican mejor dentro del género Cinnamomum, pero Kostermans (1961) no está muy de acuerdo con esto, ya que considera que antes es necesario hacer una revisión general del género Cinnamomum.

Los géneros Nectandra, Ocotea y Pleurothyrium son válidos en la opinión de Allen (1966), quien sostiene que estas entidades tienen suficientes características como para considerarlos diferentes.

Page (1967) trató de realizar un estudio comparativo de materiales fósiles de lauráceas con los modernos taxa, pero su esfuerzo no tuvo mayor éxito debido precisamente a la imprecisión de las especies contemporáneas.

En algunas especies se han realizado estudios morfológicos y citológicos con base en material de herbario hidratado. En algunos de estos estudios se han analizado las diferencias entre las células epidérmicas de ambas superficies de la hoja, así como del sistema vascular y los varios tipos de células de parénquima y colénquima presentes así como glándulas de aceite, pelos, estomas y venación (Imkhanitshaya, 1967a, 1967b; De Vattimo, 1968a, 1968b, 1968c, 1969, 1970, 1972; Sastri, 1965).

Pittier (1978) incluye en su obra "Plantas Usuales de Costa Rica" algunas consideraciones muy breves sobre las lauráceas y en especial hace un a-

porte considerable al conocimiento de los nombres comunes empleados en el país para designar a las especies de esta familia.

En la "Flora de Costa Rica", Standley (1937) presenta un tratamiento muy sucinto de las lauráceas, limitándose en algunas especies a una descripción muy breve de pocos renglones. Por ejemplo: "Nectandra globosa (Aubl.) Mez. Aguacatillo, Quizarrá, quina, Quizarrá. A common species of forest of the tierra caliente, ascending to 1.500 m. México to South America. A tall or medium-size tree; leaves lance-oblong, acuminate, glabrous". En esta obra no se incluye ninguna clave para la separación de los géneros ni de las especies.

Posteriormente, en la Flora de Panamá (Allen, 1948) y la de Guatemala (Standley y Steyermark, 1946) hacen una serie de alusiones a las especies de lauráceas que son comunes a Costa Rica y a estos dos países, incluyendo algunos cambios de nomenclatura.

Allen (1956) en "The Rain Forests of Golfo Dulce", presenta una clave para las 16 lauráceas del Pacífico Sur del país que describe en su obra. También incluye claves específicas para las especies de los géneros Ocotea, Phoebe, Persea, Nectandra y Licaria que fueron los que encontró en aquella región.

Importancia de las lauráceas:

Además de la importancia científica que presenta este grupo que Sastri (1963) considera muy cercano a las Monimiaceae y Hernandiaceae, las lauráceas tienen gran significado ecológico y económico.

Sus frutos abundantes en ciertas épocas de año constituyen una fuente de alimentación para un sinnúmero de animales, principalmente pájaros.

(Snow, 1970a, 1971b; Vogel, 1964).

Sin embargo, el representante más importante de la familia es a no du dar el aguacate Persea americana (León, 1965); pero también de muchas de las especies de la familia se obtienen materias primas para la industria, principalmente ácidos grasos, aceites trementina, alcaloides, aceites esenciales, triglicéridos, compuestos nitrogenados, sesquiterpenos, taninos, etc. (Brooks, 1966; Da Mata, et al. 1971; Figueroa y Montes, 1965; Furuha ta, et al. 1966; Gastaldo, 1972; Johns, 1967, 1970; Kiener, 1965; Larsen 1968; Takeda, 1970a).

Por otra parte, las maderas de este grupo se emplean bastante en la in dustria de la construcción (Allen, 1965).

Dendrología:

La taxonomía según Lawrence (1951) incluye identificación, nomenclatu ra y clasificación de las especies, y en el caso de las plantas se denomi- na botánica sistemática.

Las estructuras reproductivas en plantas sufren relativamente menos al teraciones con cambios en el hábitat y por lo tanto se han utilizado tradi- cionalmente en la elaboración de los sistemas de clasificación (Fournier, 1968).

Desafortunadamente, la obtención de flores en los árboles, elementos importantes de la flora de un país tropical húmedo como Costa Rica, es en muchos casos un problema serio. (Fournier, 1968).

Cuando se trata de identificar las plantas utilizando características

reproductivas, la labor es difícil, laboriosa y usualmente requiere entrenamiento previo en ciertas disciplinas afines a la taxonomía, además, casi siempre se debe consultar el material de herbario, floras y manuales, y a menudo se necesita utilizar el microscopio, por lo que no es factible hacerlo en el campo.

La tarea del taxónomo es aún más difícil en los bosques tropicales, a causa de la heterogeneidad florística y de la irregularidad en la floración y fructificación de tales comunidades (Jiménez-Saa, 1967).

Es por eso que, los dendrólogos han empleado los órganos vegetativos para identificar los árboles en el campo (Fournier, 1968; Holdridge, 1970). Jiménez-Saa, 1967, 1969; Little, 1965, Ramalho, 1970, 1975.

El estudio de la identificación de los árboles, sus características y su distribución natural se llama "dendrología", palabra que se deriva del griego "dendron" que significa árbol (Holdridge, 1970). En las zonas templadas en donde hay pocas especies arbóreas, la palabra dendrología generalmente incluye el estudio de otras plantas leñosas como arbustos y lianas, pero como en los trópicos hay tanta diversidad de especies arbóreas, la dendrología debe estar restringida a su significado original, o sea, el estudio de los árboles; además, acorta y simplifica en mucho el trabajo del taxónomo (Fournier, 1968; Holdridge, 1970).

Fournier (1968) indica que muchas de las características que emplea el dendrólogo fueron utilizadas por primera vez por los campesinos. Ese mismo autor presenta un resumen de las características dendrológicas de uso más

corriente, que se transcribe a continuación:

1. Hojas

- a. Tipo simple, compuesta (bifoliada, digitada, pinnada, bipinnada, tripinnada).
- b. Forma de la lámina
- c. Forma del ápice
- d. Forma de la base
- e. Características del borde
- f. Tipo de nervadura
- g. Características de la lámina (pubescencia, color, presencia de glándulas, etc.).
- h. Presencia y características de las estípulas
- i. Características del raquis y del pecíolo
- j. Color y sabor

2. Tallos

- a. Características de la corteza
- b. Tipo de ramificación
- c. Color y olor de la savia

3. Raíces

- a. Tipos de raíces aéreas
- b. Presencia de gambas

En la dendrología de la América Tropical se confronta con lo que parece un sinnúmero de especies. Si fuera posible, sería el trabajo de toda la vida de una persona, solamente el conocer las especies nativas de una

región. Por ejemplo, solamente en un pequeño país como Costa Rica hay alrededor de 1.500 especies arbóreas. Es obvio, por lo tanto, que sería de poco valor tratar de aprender en un curso los árboles, especie por especie. Es necesario un sistema práctico que permita al técnico utilizar la dendrología en cualquier parte de América Tropical (Holdridge, 1970, Fournier, 1970).

En la última década se nota un gran desarrollo de las Ciencias Forestales en América Latina, lo que ha acarreado un aumento en las necesidades de especializaciones, en ese sector; la dendrología es una disciplina básica en este campo. En la América Tropical la información dendrológica es muy escasa y fragmentaria, lo que constituye un obstáculo para el progreso y desarrollo forestal tan necesario en esta región (Ramalho, 1970.)

Son pocos los trabajos en dendrología que toman en cuenta características cuantitativas, ya que la dendrología fundamentalmente ha sido cualitativa (Jiménez-Saa, 1967a, 1967b, 1969; Holdridge, 1953, 1970; Ramalho, 1970).

Fournier (1973) estudió un conjunto de 10 cultivares de Coffea arabica L. y logró cuantificar una serie de características vegetativas importantes para la separación de dichos cultivares. Entre estas características le dió especial importancia a las dimensiones de la hoja, así como a las relaciones entre las dimensiones. Posteriormente, Villalobos y Fournier (1978) realizaron un trabajo similar con varias selecciones de soya (Glicine max).

En los últimos 20 años ha tomado gran auge la llamada taxonomía numérica (Cullen, 1968; Dale, 1968), junto con otros métodos modernos para el estudio de problemas taxonómicos en plantas. Sneath y Sokal (1973) definen la taxonomía numérica como "la evaluación numérica de la afinidad entre unidades taxonómicas y el ordenamiento de estas unidades en taxa sobre la base

de sus afinidades". Este sistema se basa, como indica Castillo (1974), en la idea de Adamson, el célebre naturalista francés. Estas ideas modificadas por Sokal y Sneath (1973) son las siguientes:

1. La taxonomía ideal es aquella en la cual los taxa tienen el mayor contenido de información basada en la mayor cantidad de características, que sea posible.
2. A priori, cada carácter es de igual peso cuando son taxa naturales.
3. La similaridad (o afinidad) de conjunto entre cualquiera de dos entidades es una función del grado de similaridad de los muchos caracteres, con base en los cuales los mismos están siendo comparados.
4. Distintos taxa pueden ser construídos debido a las diferentes correlaciones del carácter de los grupos estudiados.
5. La taxonomía tal y como es concebida es una ciencia estrictamente empírica.
6. La afinidad se considera independiente de consideraciones filogenéticas.

Debido al interés que este campo ha despertado en los taxónomos, la literatura disponible es bastante numerosa, principalmente con las plantas de zonas extratropicales (Bemis, et al., 1970; Gilmartin, 1969; Johnson y Holm, 1968; Taylor, 1966), pero el conocimiento sobre taxonomía numérica en plantas tropicales es realmente incipiente.

Venación

La hoja es tal vez, anatómicamente el órgano más variable de las angiospermas y esta variación a menudo ocurre muy cerca de la línea de separación de géneros y especies y ocasionalmente de familias (Carlquist, 1966).

La hoja de algunos géneros de angiospermas es sésil y consta solamente de una región laminar. Más comunmente presentan varias partes bien desarrolladas: la base, el pecíolo y la lámina. La forma, estructura y pro-

porción de cada parte varía mucho y provee una base para la clasificación. Una de las características estructurales sobresalientes de las hojas de angiospermas es la intrincada y diversificada naturaleza de su venación, la cual consiste en un sistema de venas mayores y menores extremado, complejo e interconectado Foster y Gifford. (1959).

El margen revoluto que presentan algunas especies no producen cambios mayores en el sistema de venación. Algunos géneros tienen grupos invertidos cerca del margen debido a una peculiar historia ontogénica (Carlquist, 1961).

Por ejemplo Argyroxiphium muestra una ontogenia de la hoja muy complicada con tres series de haces vasculares; un criterio sistemático útil (Carlquist, 1961). Este y otros ejemplos sugieren que los estudios comparativos deben incluir un enfoque ontogenético, ya que los patrones de venación se pueden originar de manera diferente y por lo tanto la interpretación de la morfología de ésta se beneficia con el conocimiento de la ontogénesis.

El tipo reticulado de venación se desarrolla siguiendo una amplia variedad de patrones; los cuales tienen gran uso en la determinación taxonómica de género, familia y aún de clases en angiospermas (Foster, 1954).

Hace cerca de un siglo que Ettingshausens (citado por Dilcher, 1979) publicó una extensa monografía sobre patrones de venación, de un amplio número de especies vivientes la cual ayudó a la paleobotánica en la identificación de hojas fósiles. Posteriormente, Foster (1950a, 1950b, 1953) publicó una serie de investigaciones sobre venación foliar. Sin embargo, todavía son

pocos los trabajos sobre patrones de venación que se han hecho de una manera sistemática. Como consecuencia, no se tiene una idea clara del ámbito y el grado de consistencia de los patrones de venación dentro de géneros y familias de angiospermas.

Un buen ejemplo de las presentes dificultades se encuentra en el uso generalizado, pero incorrecto, del término "paralelo" para describir el tipo de venación característica de las monocotiledóneas y menos aún, evidencia de ser significativo para distinguirlas de las hojas de dicotiledóneas. Contemporáneamente, Dede (1962); Watson, Drury (1966); Tucker (1964) y Stone (1970) han realizado esfuerzos por ampliar la especialización en la venación de algunos grupos de angiospermas: Rutaceae, Compositae, Magnolidae y Juglandaceae; sin embargo, las presentes dificultades se acentúan por la relativa poca atención dada a los aspectos ontogenéticos del problema.

Foster (1959) es de la opinión que conforme aumente el conocimiento básico sobre los patrones de venación será más fácil emplear esta información de manera útil en estudios comparativos.

Los patrones mayores de venación son de gran interés y pueden llegar a ser de significancia en el futuro, aunque casi no han sido utilizados en clasificación. Las hojas de Quinaceae muestran un marcado patrón "lineolado" tanto para venación mayor como la menor (Carlquist, 1961). Foster (1959), han demostrado que la descripción cuidadosa de la venación, junto con estudios de otros detalles de la anatomía de la hoja, pueden ser de gran valor taxonómico. Los patrones distintivos en especies de Rubiaceae cuando son analizados apropiadamente, son de gran utilidad para la taxonomía en este grupo (Carlquist, 1961). También se ha observado que en cier

tas compuestas la venación menor provee buenas fuentes taxonómicas y evolutivas.

El análisis cuantitativo de la venación menor puede inducir a error, pero Schuster (1910) ha sugerido que la distancia entre venas longitudinales y el grosor puede ser útil. El uso de la longitud total de la vena dentro de una precisión milimétrica, puede ser cuestionado bajo el punto de vista de Zalenski (1902), quien mostró que ésta puede ser alterada por causas ecológicas.

Obviamente, se puede observar que la utilización de la venación mayor y menor con fines taxonómicos está en sus inicios. El trabajo de Pray (1955) sugiere que el desarrollo de patrones distintivos de venación puede prestarse para análisis comparativos.

Durante las últimas décadas se han publicado varios trabajos sobre la anatomía comparada de las hojas (Davis y Heywood, 1963; Ledyard, 1974; Maksymowych, 1973; Pal, 1976a, 1976b, Kostermans, 1976). Ciertamente no se puede decir que hay un estudio completo sin estudiar la anatomía de la hoja y es importante tomarla en cuenta para las implicaciones sistemáticas (Carlquist, 1961).

Algunas recopilaciones recientes de Dilcher (1974); Hickey (1973) y Radford et al. (1974) muestran varios sistemas comprensibles de terminología y clasificación de la arquitectura de la hoja, importantes para sistematizar las observaciones, sin embargo, están aun incompletas debido a la falta de definiciones que precisen la descripción y estandaricen su aplicación.

MATERIALES Y METODOS

El material con que se llevó a cabo esta investigación lo constituyen 21 especies de lauráceas recolectadas en diferentes regiones de Costa Rica, pero en especial en el valle intermontano. En el Cuadro 1 se muestra un detalle de estas especies con las localidades de recolección y con los nombres de los colectores. Un ejemplar de cada una de estas especies ha sido donado al Herbario de la Universidad de Costa Rica.

Recolección de la muestra:

En la selección de los árboles se tomó como criterio básico que estos fueran individuos sanos y de buen desarrollo. Para cada una de las especies se seleccionó tres individuos con estas características y de cada uno de ellos se recolectó una rama baja en cada uno de los puntos cardinales. Luego en el laboratorio se tomó al azar de estas cuatro ramas una muestra de 50 hojas sazonas, para completar así para cada especie un total de 150 hojas. En algunos casos que se especifican en el cuadro 1, no fue posible encontrar los tres individuos con las características deseadas. Se seleccionó una muestra de 50 hojas por individuo, ya que en un muestreo preliminar se pudo determinar mediante un planteamiento gráfico de promedios de muestras acumulativas, que este tamaño de muestra era satisfactorio. Es bueno aclarar que otros autores han empleado muestra de mucho menor tamaño (Fournier, 1973; Zuñiga Alvarez, 1980).

Selección de las características de estudio:

Las características en que se basa este estudio son tanto macroscópicas como microscópicas, pero todas ellas son de material vegetativo, ya que

Cuadro 1. Detalle de 21 especies de lauráceas de Costa Rica y sus localidades de recolección.

Nombre de la especie	Localidad de recolección	Colector
<u>Aiouea costaricensis</u>	Pizote, San Ramón, Tres Ríos 1700 m	I. CH.V., 24, G.H.CH.sn.
<u>Bellischmedia</u> sp.	El Empalme, Carretera Interamericana 2200 m.	G.H.CH. sn I.CH.V-23
<u>Licaria limbosa</u>	Barba de Heredia, 1200 m. Universidad de Costa Rica S.P. 1200 m.	LAFO-1873 G.H.C.H. sn I. CH. V.-7.
<u>Nectandra concinna</u>	Pizote, San Ramón Tres Ríos 1700 m.	ICHV-9, ICHV-ICHV-10,25
<u>Nectandra cufodontosif</u>	Pizote, San Ramón Tres Ríos 1700 m.	ICHV-11, I.C.H.V.-26, ICHV-27.
<u>Nectaria globosa</u>	San Antonio Coronado 1350 m.	LAFO-1862, LAFO-1872
<u>Nectandra membranacea</u>	Cerro Calvario, Ciudad Colón 900 m. Cerro de las Palomas, Escazú 1000 m.	LAFO 1860, LAFO 1862, LAFO 1863.
<u>Nectandra paulii</u>	Pizote San Ramón Tres Ríos 1700 m.	ICHV-12, ICHV-13, ICVH-28.
<u>Nectandra ramonensis</u>	Piedades de Sta. Ana 820 m.	LAFO-1864, LAFO-1865, LAFO-1866.
<u>Nectandra reticulata</u>	Bajos de Bustamante, 700 m. y Calle Vargas Tabarcia de Mora. 750 m.	LAFO-1861, LAFO-1876, LAFO-1877.
<u>Nectandra sinuata</u>	Macacona, Esparza 250 m.	GHCH, sn GHCH sn, GHCH sn
<u>Nectandra</u> sp.	Macacona, Esparza 250 m.	GHCH sn, GHCH sn, GHCH sn
<u>Ocotea nicaraguensis</u>	Bosque Reventazón, CATIE, Turrialba 600 m.	ICHV-14 ICHV-15 ICVH-16
<u>Ocotea pentagona</u>	El Empalme, Carretera Interamericana. 2200. Ciudad Colón de Mora 780 m. Barrio La Trinidad, Mora 800 m.	ICHV-17, ICHV-18, GHCH sn. LAFO-1867, LAFO-1869, LAFO-1871
<u>Persea americana</u>	Ciudad Universitaria, San Pedro 1200 m.	ICHV-4, ICVH-5, ICVH-6
<u>Persea caerulea</u>	Cerro las Palomas, Escazú Ciudad Universitaria S.P. 1200 m'	LAFO-1870, ICHV-8, GHCH sn.
<u>Phoebe brenesii</u>	Ciudad Colón de Mora 780 m.	LAFO-1857, LAFO-1858, LAFO-1859.
<u>Phoebe mexicana</u>	Ciudad Universitaria San Pedro 1200 m.	ICHV-1, ICHV-2, ICHV-3
<u>Phoebe mollicela</u>	Guacalillo, Barba; Heredia 1500 m. Copy de Dota 1900 m.	LAFO-1874, LAFO-1875
<u>Phoebe tonduzii</u>	El Empalme, Carretera Interamericana 2200	ICHV-19, ICHV-20, GHCH Sn.

LAFO = Luis A. Fournier Origgí

ICHV = Isabel Chacón Vega

GHCH = Gerardo Herrera Chacón

como se ha indicado anteriormente, el propósito de este estudio fue el de seleccionar características diferenciales que pudieran estar disponibles durante todo el año. Un detalle de estas características se muestra a continuación.

1. Lámina foliar:

- a. Forma
- b. Características de la haz: textura, pubescencia y color
- c. Características de el envés: textura, pubescencia y color
- d. Borde
- e. Base
- f. Apice
- g. Venación: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria

2. Ramas jóvenes: color, pubescencia y otras

3. Pecíolo:

- a. Curvatura
- b. Acanalado
- c. Pubescencia
- d. Diferencia de color

4. Corteza

5. Longitud de la lámina

6. Ancho de la lámina

7. Longitud del pecíolo

8. Relaciones:

- a. Longitud lámina por ancho lámina

- b. Ancho lámina por longitud lámina
- c. Longitud lámina por longitud pecíolo
- d. Ancho lámina por longitud pecíolo

Con base en las medidas promedio de la longitud y de la hoja y la longitud del pecíolo, con la observación de la forma de la lámina y del pecíolo se preparó un dibujo a escala de los perfiles de cada una de las hojas de todas las especies estudiadas. (figuras 3 a la 8).

Preparación del material para el estudio microscópico de la venación:

De cada una de las especies se diafanizó y se tiñó una muestra de tres segmentos de hoja, del tercio medio, con el fin de estudiar los patrones de venación. Para este fin se empleó el método descrito por Foster (1958). Posteriormente, se tomaron fotografías en microscopio monocular y microscopio de disección en la Unidad de Microscopía Electrónica de la Universidad de Costa Rica. Para este fin se empleó el siguiente equipo: Microscopio de disección con cámara Nikon-E1. con 55 mm. F:3,5, magnificación final 7x. (Lente macro, con fuelle. Apertura 11, Modo automático); microscopio de luz con cámara Nikon. SKE-7, Modo automático, Magnificación (Amplificador) x4 Magnitud total 80x (4 x 10 x 1/2 - x 20 en negativo 35 mm. ob; occ, negativa); la película empleada fue panatomic6xASA, 32.

Con las microfotografías (80x) se determinó la forma de la aereola y la ramificación de las vénulas, mientras que en la microfotografía 7x se contó el número de aereolas por $0,5 \text{ cm}^2$, y se midieron los anchos de 10 de éstas al azar para determinar su promedio. Para esto se tomó como base la metodología propuesta por (Dilcher, 1974 y Hickey, 1973).

Determinación de características cuantitativas:

El análisis de la longitud y ancho de la hoja y la longitud del pecíolo, así como las varias relaciones entre estas variables y el número de venas secundarias en la lámina foliar, se llevó a cabo con la ayuda de la metodología propuesta por Fournier (1973) y Villalobos y Fournier, (1978).

En este trabajo se introdujo un nuevo aspecto metodológico al calcularse para cada una de las especies el índice foliar; dicho índice se calculó de la siguiente manera.

En los trabajos de Fournier (1973) y Villalobos y Fournier (1978) se denominan con una letra mayúscula los varios ámbitos de variación de cada una de las características, comenzando con la letra A, para los valores menores. Y dependiendo de la variación de una característica ésta puede estar representada por 5 categorías, o más las cuales llevarían las letras A, B, C, D, E, etc. Para el cálculo del índice dendrológico a la letra A, se le da un valor de 1, así sucesivamente, de tal suerte que B=2, C=3, D=4 y E=5. Entonces si a una especie se le evalúan 5 características y cada una de ellas se ubica dentro del ámbito de la letra A, la fórmula correspondiente sería AAAAA, y entonces numéricamente sería $1+1+1+1+1=5$, pero si la fórmula fuera EEEEE, este valor sería $5+5+5+5+5=25$.

El índice se expresa en última instancia en valor porcentual, en el que se toma como 100% el valor máximo que en el estudio correspondiente puede lograr una determinada especie. Por ejemplo, si se trabaja con 5 características y las 5 pueden obtener un valor de 5, el máximo que una especie puede obtener es 25, lo que sería 100%. El índice dendrológico puede es-

tar integrado por muchas características y su valor diferencial aumenta con forme se incrementa el número de componentes.

También se hicieron cálculos de desviación estandar, promedio aritmético y coeficiente de variación de las varias características empleadas así como correlaciones entre algunas de ellas.

RESULTADOS

En el cuadro 2 se muestra un detalle de la variación en longitud y ancho de la lámina foliar y del pecíolo en las varias especies de lauráceas que se estudiaron en esta investigación. Este cuadro muestra también varias relaciones entre las medidas indicadas anteriormente, así como el número de pares de venas secundarias de la lámina.

En el cuadro 3 se presenta un resumen de algunas características internas del sistema de venación de la hoja de las lauráceas.

En los cuadros 5 y 6 se incluye un detalle de las categorías a las cuales se ha asignado las varias especies de lauráceas, de acuerdo con los valores obtenidos para cada una de sus características diferenciales. Para este fin se han empleado los ámbitos anotados en el cuadro 4 para cada una de estas características. Estas categorías denominadas A-F se han estructurado de tal manera que permitan separar los grupos de especies sin que haya traslape en los valores de las dimensiones.

El cuadro 7 muestra el promedio aritmético, la desviación estándar y el coeficiente de variación para las 13 características foliares a las que se les determinó un valor cuantificable. Este cuadro ha sido organizado con base al coeficiente de variación de cada una de las características del grupo de 21 especies que se estudiaron. Como se puede notar en la cuarta columna de este cuadro, el número de aereolas por medio cm^2 es la característica que alcanzó un mayor coeficiente de variación. Las características que mostraron los coeficientes de variación más bajos fueron las relaciones entre la longitud y el ancho de la hoja ($L1/A1$) y el ancho y la lon

gitud de este mismo órgano (A1/L1).

El cuadro 8 muestra varias correlaciones simples entre algunas de las características foliares estudiadas, así como la significancia de estos valores a los niveles del 1%, 5% y 10%.

En el Cuadro 9 se incluye un resumen de un conjunto de numerosas ca-
racterísticas dendrológicas de la hoja, así como algunas otras de las ra-
mas jóvenes. Muchas de estas características, como se puede observar en e
se cuadro, pueden tener valor diferencial y además son susceptibles de ser
cuantificables en futuros estudios.

El cuadro 10 muestra los valores del "índice foliar" de las 21 espe-
cies de lauráceas que se analizaron en este estudio. La primera columna
de este cuadro se compone de los valores de las 5 características foliares
internas (número, forma, ancho, patrón de distribución de las aereolas y
número de ramas terminales de las vénulas). La segunda se refiere a las
8 características morfométricas externas de la hoja (longitud y ancho de
la lámina, longitud del pecíolo y las relaciones entre estas variables, a
demás el número de pares de venas secundarias).

En el cuadro 11 se presenta un ordenamiento de las especies de acuer-
do a su índice foliar externo y también se indica el correspondiente a las
características internas. En la tercera columna a la derecha de este cua-
dro se presenta el índice foliar para este conjunto de trece característi-
cas.

La figura 1 representa la dispersión de las lauráceas en las diversas
categorías de características foliares empleadas en esta investigación.

En la figura 2 se muestra la dispersión de las diversas especies de lauráceas con base en los índices foliares de las características e internas.

Las figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8 muestran un perfil promedio de la hoja de las 21 lauráceas que al ser comparados con los índices foliares de estas especies (Fig. 1) se puede observar que hay bastante relación entre ellos.

Finalmente, las figuras 9° a 38° muestran un detalle de las características internas de la venación. Nótese la variación que estas fotografías muestran con respecto al patrón de la distribución de las aereolas, el tamaño y forma de éstas, así como la modalidad de ramificación de las vénulas terminales. Es notable el patrón tan característico de venación que muestran algunas de estas especies, como Persea caerulea (figura 31° y 32).

Cuadro 2. Variación en la longitud y ancho de la hoja y longitud del pecíolo y relaciones entre estas dimensiones y pares de venas secundarias en 21 especies de lauráceas.

Nombre	L1	A1	Lp	L1/A1	A1/L1	L1/Lp	A1/Lp	Nv
<u>Aiouea costarricense</u>	13,73	6,08	1,09	2,26	0,44	12,6	5,58	8,08
<u>Beilshmedia sp.</u>	16,53	7,23	1,87	2,29	0,44	8,81	3,85	8,00
<u>Licaria limbosa</u>	12,32	4,22	1,84	2,92	0,35	6,71	2,29	8,29
<u>Nectandra concinna</u>	17,56	5,59	1,16	3,19	0,32	15,52	4,83	5,79
<u>Nectandra cufodontosii</u>	14,63	6,88	1,66	2,14	0,47	8,86	4,16	7,88
<u>Nectandra globosa</u>	17,94	6,57	1,25	2,73	0,36	14,7	5,37	5,12
<u>Nectandra membranacea</u>	18,56	6,18	1,8	3,01	0,33	10,41	3,45	9,39
<u>Nectandra paulii</u>	20,26	7,49	1,32	2,7	0,37	15,34	5,68	10,71
<u>Nectandra ramonensis</u>	13,49	4,84	1,42	2,79	0,36	9,56	3,43	6,32
<u>Nectandra reticulata</u>	23,78	8,75	1,89	2,73	0,37	12,69	4,69	11,67
<u>Nectandra sinuata</u>	23,4	9,5	2,34	2,45	0,41	10,17	4,1	12,86
<u>Nectandra sp.</u>	16,66	5,53	1,31	3,03	0,33	12,75	4,24	6,37
<u>Ocotea nicaraguensis</u>	32,08	13,1	2,22	2,45	0,41	14,41	5,87	12,07
<u>Ocotea pentagona</u>	25,07	9,59	3,25	2,61	0,38	7,71	2,95	9,40
<u>Ocotea veraguensis</u>	8,19	3,32	0,88	2,48	0,41	9,4	3,84	7,39
<u>Persea americana</u>	18,17	7,54	2,97	2,42	0,42	6,17	2,55	9,51
<u>Persea caerulea</u>	16,2	6,91	4,66	2,34	0,42	3,47	1,48	12,03
<u>Phoebe breneisii</u>	9,31	3,71	2,29	2,5	0,4	4,0	1,62	4,03
<u>Phoebe mexicana</u>	14,64	5,55	2,79	2,66	0,38	5,35	2,0	6,05
<u>Phoebe mollicela</u>	5,91	1,93	0,83	3,05	0,32	7,11	2,33	6,43
<u>Phoebe tonduzii</u>	14,5	5,08	1,69	2,86	0,35	8,66	3,03	5,65

CUADRO 3: Características de la venación interna de las Lauráceas

CARACTERISTICAS					
	Número aereolas en medio cm ²	Ancho ae- reola mm.	Número ramifi- ciones vénulas finales	Forma aereola	Distribución de aereolas
<u>Alouea costaricensis</u>	60	1,13	8	Cuadrang.	Azar -
<u>Beilschmedia sp.</u>	141	0,74	4	Polig.	Azar+
<u>Licaria limbosa</u>	215	0,39	2	Irreg.	Azar+
<u>Nectandra concinna</u>	89	0,96	4	Pentag.	Regular +
<u>Nectandra cufodontosii</u>	61	1,04	6	Pentag.	Regular=
<u>Nectandra globosa</u>	72	0,75	4	Polig.	Regular+
<u>Nectandra membranacea</u>	137	0,75	6	Pentag.	Regular+
<u>Nectandra paulii</u>	81	1,14	4	Pentag.	Azar=
<u>Nectandra romonensis</u>	159	0,53	6	Pentag.	Regular+
<u>Nectandra reticulata</u>	128	0,80	4	Irreg.	Azar=
<u>Nectandra sinuata</u>	132	0,61	6	Pentag.	Azar+
<u>Nectandra sp.</u>	181	0,85	1	Pentag.	Azar+
<u>Cocotea nicaraguensis</u>	100	0,92	4	Irreg.	Azar-
<u>Cocotea pentagona</u>	78	0,86	2	Cuadrang.	Azar+
<u>Cocotea veraguensis</u>	234	0,43	4	Pentag.	Azar+
<u>Persea americana</u>	212	0,44	2	Polig.	Azar=
<u>Persea caerulea</u>	563	0,24	0	Cuadrang.	Azar+
<u>Phoebe brenessii</u>	237	0,47	4	Polig.	Azar+
<u>Phoebe mexicana</u>	213	0,41	2	Polig.	Azar+
<u>Phoebe mollicella</u>	61	0,71	4	Polig.	Azar=
<u>Phoebe tonduzii</u>	96	0,80	4	Cuadrang.	Regular+

aereola completa

imperfecta

falta cerrar.

CUADRO 4: Agrupación en categorías de algunas características de 21 especies de lauráceas.

Características	CATEGORIAS					
	A (1)*	B (2)	C (3)	D (4)	E (5)	F (6)
Longitud de la hoja cm.	- 10	11 - 15	16 - 19	20 - 26	+ 30	
Ancho de la hoja cm.	1 - 4,9	5 - 8	8,5-10	+ 10		
Longitud del pecíolo cm.	- 1	1 - 2	2,1-3	3,1 - 4	+ 4	
Relación longitud ancho de hoja.	2 - 3	+ 3				
Relación ancho-longi- tud de hoja.	0,3-0,42	+ 0,42				
Relación longitud de hoja-longitud de pecíolo.	3 - 5,9	6 - 9,8	10 - 13	14 - 16		
Relación ancho de hoja longitud del pecíolo	1 - 1,9	2 - 2,95	3 - 3,95	4 - 5	+ 5	
Número de pares de venas secundarias	4 - 6,50	7,0-8,5	9,00-11,0	11,25 - 13		
Número de aereolas en medio cm ²	60-100	120-160	200-250	más de 250		
Ancho de aereola en mm.	0,15-0,50	0,51-0,75	0,80-1,0	más de 1,00		
Nº ramas en vénulas ter- minales	Ninguna	1	2	4	6	8
Forma de aereola	Cuadrang.	pentagon.	póligon.	irregular		
Distribución de aereola	Azar	Regular				

* Valor arbitrario asignado a la categoría.

CUADRO 5: Caracterización de 21 especies de lauráceas mediante categorías o rasgos cuantitativos.

Especie	CARACTERISTICAS							NV
	L1	A1	Lp	L1/A1	A1/L1	L1/Lp	A1/Lp	
<u>Aiouea costaricense</u>	B	B	B	A	B	C	E	B
<u>Beilschmedia sp.</u>	C	B	B	A	B	B	C	B
<u>Licaria limbosa</u>	B	A	B	A	A	B	B	D
<u>Nectandra concinna</u>	C	B	B	B	A	D	D	A
<u>Nectandra aff. cufodontosii</u>	B	B	B	A	B	B	C	B
<u>Nectandra globosa</u>	C	B	B	A	A	D	E	A
<u>Nectandra membranacea</u>	C	B	B	B	A	C	C	C
<u>Nectandra paulii</u>	D	B	B	A	A	D	E	C
<u>Nectandra ramonensis</u>	B	A	B	A	A	B	C	A
<u>Nectandra reticulata</u>	D	C	B	A	A	C	D	D
<u>Nectandra sinuata</u>	D	C	C	A	A	C	D	D
<u>Nectandra sp.</u>	C	B	B	B	A	C	D	A
<u>Scotea nicaraguensis</u>	E	D	C	A	A	D	E	D
<u>Scotea pentagona</u>	D	C	D	B	A	B	E	C
<u>Scotea veraguensis</u>	A	A	A	A	A	B	C	B
<u>Persea americana</u>	C	B	C	A	B	B	B	C
<u>Persea caerulea</u>	C	B	E	A	A	A	A	D
<u>Phoebe brenesii</u>	A	A	C	A	A	A	A	A
<u>Phoebe mexicana</u>	B	B	C	A	A	A	B	A
<u>Phoebe mollicela</u>	A	A	A	B	A	B	B	A
<u>Phoebe tonduzii</u>	B	B	B	A	A	B	C	A

CUADRO 6: Caracterización de 21 especies de lauráceas mediante categorías de rasgos cuantitativos de la venación interna de la hoja.

Especies	CARACTERÍSTICAS				
	Nº aereolas	Ancho aereolas	Número de ramas de vênula	Forma de aereola	Forma de distribución de aereolas
1- <u>Aiouea costaricense</u>	A	D	F	A	A
2- <u>Beilschmiedia</u> sp.	B	B	D	C	A
3- <u>Licaria limbosa</u>	C	A	C	D	A
4- <u>Nectandra concinna</u>	A	C	D	B	B
5- <u>Nectandra cufodontosii</u>	A	D	E	B	B
6- <u>Nectandra globosa</u>	A	B	D	C	B
7- <u>Nectandra membranacea</u>	B	B	E	B	B
8- <u>Nectandra paulii</u>	A	D	D	B	A
9- <u>Nectandra ramonensis</u>	B	B	E	B	B
10- <u>Nectandra reticulata</u>	B	C	D	D	A
11- <u>Nectandra sinuata</u>	B	B	E	B	A
12- <u>Nectandra</u> sp.	B	C	B	B	A
13- <u>Ocotea nicaraguensis</u>	A	C	D	D	A
14- <u>Ocotea pentagona</u>	A	C	C	A	A
15- <u>Ocotea veraquensis</u>	C	A	D	B	A
16- <u>Persea americana</u>	C	A	C	C	A
17- <u>Persea caerulea</u>	D	A	A	A	A
18- <u>Phoebe brenesii</u>	C	A	D	C	A
19- <u>Phoebe mexicana</u>	C	A	C	C	A
20- <u>Phoebe mollicela</u>	A	B	D	C	A
21- <u>Phoebe tonduzii</u>	A	C	D	A	B

Cuadro 7. Algunas características estadísticas de las variables consideradas en el estudio dendrológico de las lauráceas

Característica foliar	Promedio aritmético	Desviación estandar	Coefficiente de variación %
Número de aereolas por medio cm^2	151,9	111,41	73,34
Número de ramas de las vênulas terminales	3,71	2,07	55,79
Longitud del pecíolo en cm	1,90	1,00	52,63
Número de lados de la aereola	2,38	1,07	44,95
Arreglo de las aereolas	1,33	0,52	39,09
Ancho de la hoja cm	6,48	2,58	39,81
Relación L1/Lp	9,76	3,74	38,31
Relación A1/Lp	3,71	1,41	38,00
Longitud de hojas en cm	16,86	6,00	35,59
Ancho de aereolas mm	0,73	0,25	35,07
Número de pares de venas secundarias	8,19	2,70	32,98
Relación L1/A1	2,60	0,50	19,33
Relación A1/L1	0,39	0,50	12,82

CUADRO 8: Algunas correlaciones entre las características externas e internas de la hoja en lauráceas.

Características que se correlacionan	Coeficiente de correlación	Nivel de significancia		
		1%	5%	10%
Longitud y ancho de la hoja	+ 0,951	+	+	+
Longitud de la hoja y longitud del pecíolo	+ 0,2166		NS.	
Ancho de la hoja y longitud del pecíolo	+ 0,4615		+	+
Longitud de la hoja y número de pares de venas	+ 0,3456		NS.	
Ancho de hojas y números de pares de venas	+ 0,424			+
Número de aereolas y ancho de la aereola	- 0,759	+	+	+
Ancho de la aereola y número de ramas terminales de las células.	+ 0,402			+

Cuadro 9: Algunas características morfológicas cualitativas de importancia en la separación de las especies de *Phacelia*.

Especie	CARACTERÍSTICAS														
	Color	Naz	Pubescencia	Color	Pubescencia	Color	Forma	Dirección	Borde	Apico	Base	Color	Malta	Pubescencia	Notas especiales de interés
1. <i>Phacelia densiflora</i>	Verde oscuro brillante	Glabra	Verde brillante	Glabra	Verde oscuro brillante	Liso	Curvo abajo	Recto	Grueso	Redondo	Estrecha	-	-	-	1º verde, rojo, brillante en la base de las flores. 2º, 3º rojo, haz, amarillo, envejeciendo en el haz.
2. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro brillante	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro brillante	Acanalado profundo	Recto	Curvo arriba	Grueso	Redondo	Estrecha	-	-	-	1º rojo, haz, amarillo, envejeciendo en el haz.
3. <i>Phacelia linearis</i>	Verde oscuro brillante	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro brillante	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
4. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
5. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
6. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro brillante	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro brillante	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
7. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
8. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
9. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
10. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
11. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
12. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
13. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
14. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
15. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
16. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
17. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
18. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
19. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
20. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante
21. <i>Phacelia sp.</i>	Verde oscuro opaco	Glabra	Verde opaco	Glabra	Verde oscuro opaco	Liso	Curvo arriba	Recto	Liso	Acuminado	Estrecha	Verde claro	Verde claro	Glabra	Verde claro brillante

CUADRO 10: Valores del índice foliar de 21 especies de lauráceas con base en varias combinaciones de características.

Especie	CARACTERÍSTICAS		
	5 características foliares internas %	8 Características foliares externas %	Total de las 13 características %
1. <u>Aiouea costaricense</u>	35	61	71
2. <u>Beilschmedia sp.</u>	60	55	57
3. <u>Licaria limbosa</u>	50	42	49
4. <u>Nectandra concinna</u>	60	61	61
5. <u>Nectandra cufodontosii</u>	70	52	59
6. <u>Nectandra globosa</u>	60	61	61
7. <u>Nectandra membranacea</u>	65	61	63
8. <u>Nectandra paulii</u>	50	71	67
9. <u>Nectandra ramonensis</u>	65	42	51
10. <u>Nectandra reticulata</u>	70	71	71
11. <u>Nectandra sinuata</u>	60	74	69
12. <u>Nectandra sp.</u>	50	53	55
13. <u>Ocotea nicaraguensis</u>	65	37	79
14. <u>Ocotea pentagona</u>	45	77	65
15. <u>Ocotea veraguensis</u>	50	39	43
16. <u>Persea americana</u>	55	58	57
17. <u>Persea caerulea</u>	40	53	51
18. <u>Phoebe brenesii</u>	60	32	43
19. <u>Phoebe mexicana</u>	55	42	47
20. <u>Phoebe mollicela</u>	55	35	43
21. <u>Phoebe tonduzii</u>	60	45	51

Cuadro 11. Comparación de índices foliares de características externas o internas en 21 especies de lauráceas.

Especies	Índice Foliar Externo	Índice Foliar Interno
<u>Ocotea nicaraguensis</u>	87	65
<u>Ocotea pentagona</u>	77	45
<u>Nectandra sinuata</u>	74	60
<u>Nectandra reticulata</u>	71	70
<u>Nectandra paulii</u>	71	60
<u>Aiouea costaricense</u>	61	85
<u>Nectandra membranacea</u>	61	65
<u>Nectandra globosa</u>	61	60
<u>Nectandra concinna</u>	61	60
<u>Persea americana</u>	58	55
<u>Nectandra sp.</u>	58	50
<u>Persea caerulea</u>	58	40
<u>Beilschmedia sp.</u>	55	60
<u>Nectandra cufodontosii</u>	52	70
<u>Phoebe tonduzii</u>	45	60
<u>Nectandra ramonensi</u>	42	65
<u>Licaria limbosa</u>	42	60
<u>Phoebe mexicana</u>	42	55
<u>Ocotea veraguensis</u>	39	50
<u>Phoebe mollicela</u>	35	55
<u>Phoebe brenesii</u>	32	60

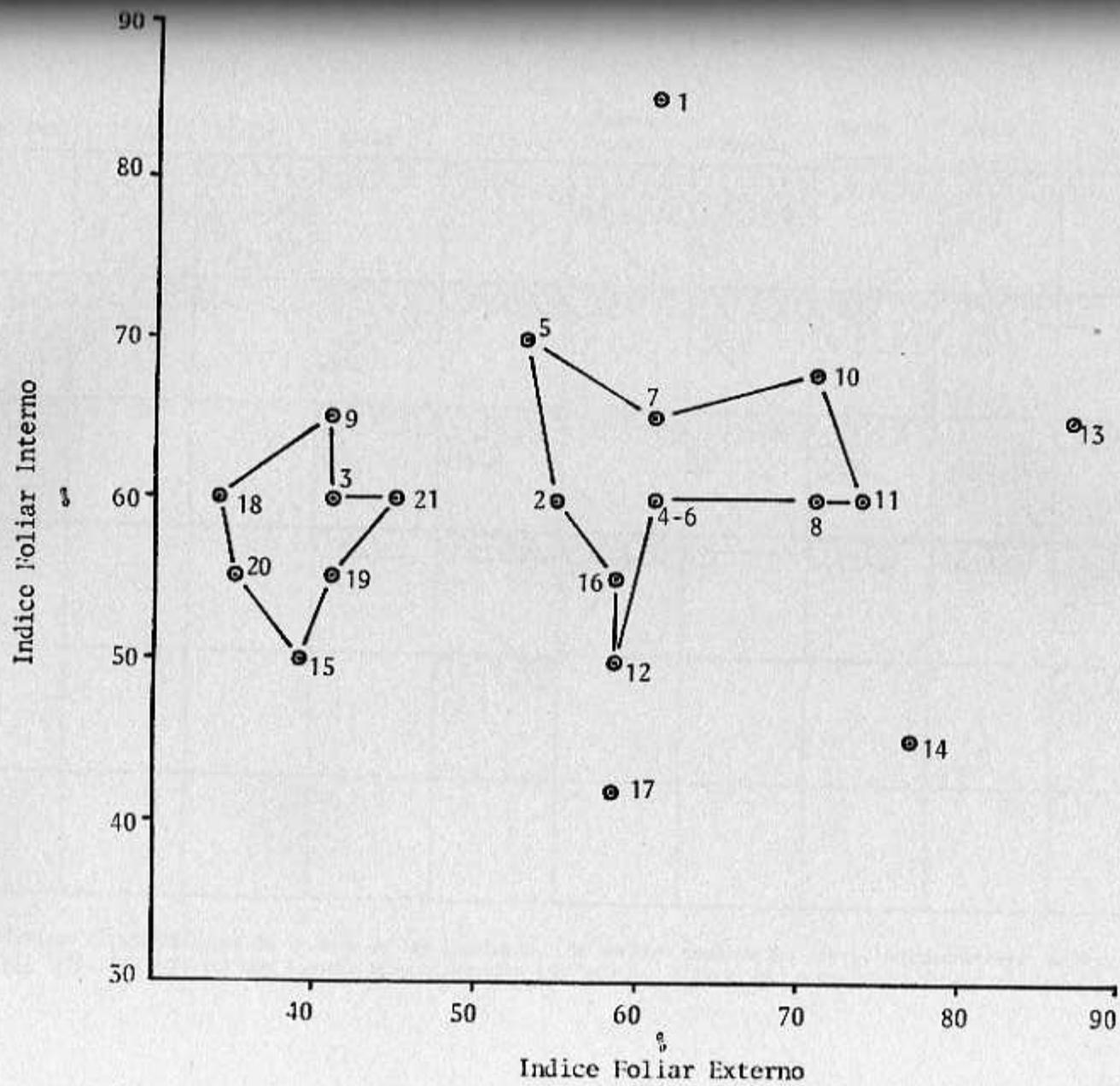


Figura 2. Diagrama de dispersión de 21 especies de lauráceas

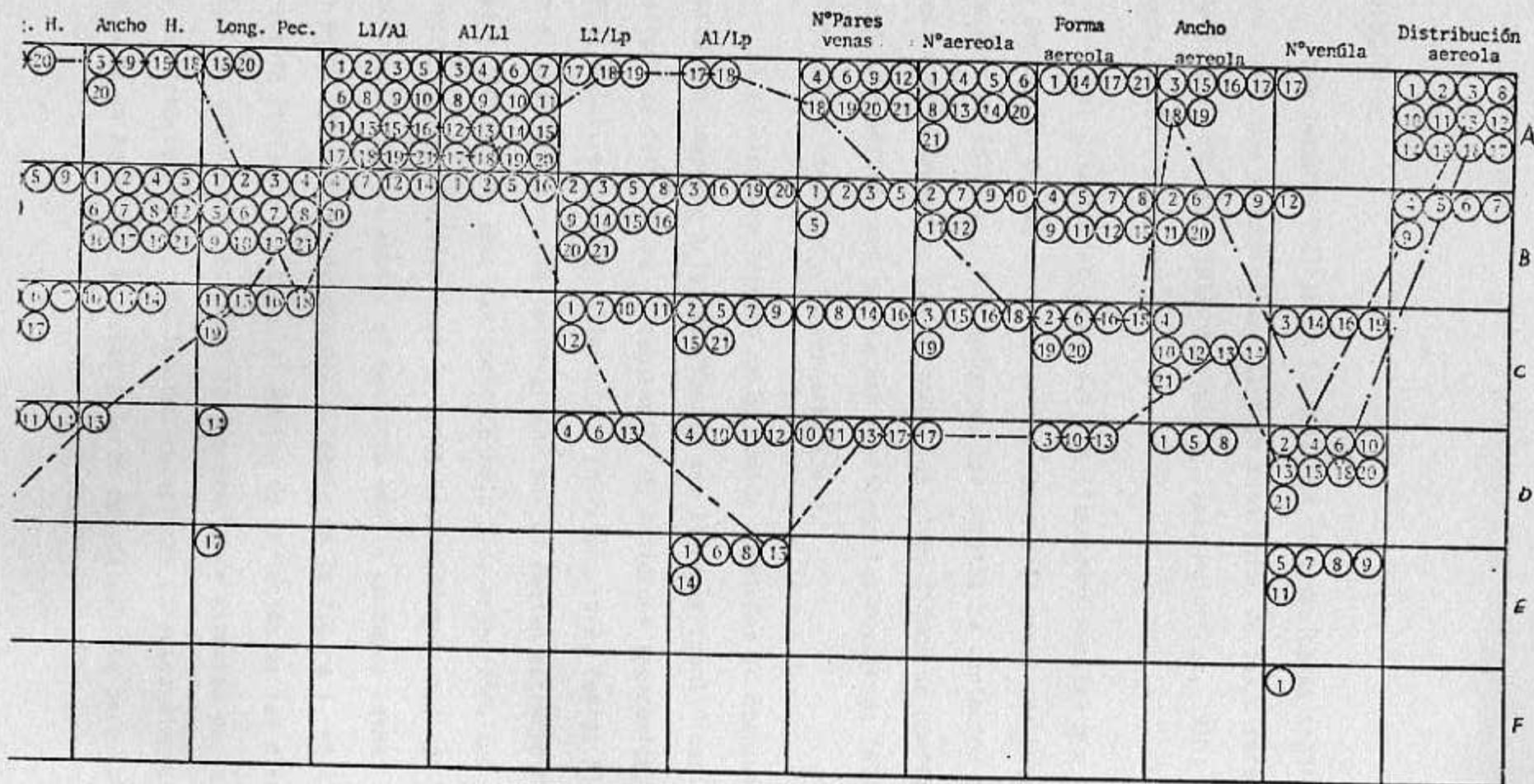


Figura 1. Dispersión de las diversas características de la hoja de las lauráceas. Se muestra también las curvas representativas de *Ocotea nicaraguensis* (13) y *Phoebe brenesii* (18); las especies que tienen, respectivamente los índices foliares más altos y uno de los más bajos.

DISCUSION

Las características de la hoja han sido empleadas tradicionalmente por los taxónomos y dendrólogos para la separación de las diferentes especies de árboles (Burger, 1977; Carlquist, 1961; Holdridge, 1970; Holdridge y Poveda, 1975; Little, 1965).

En el caso de las lauráceas, la literatura muestra que la descripción y separación de las especies se hace en cierto grado con base en las características foliares. Sin embargo, los ámbitos de variación en las dimensiones de este órgano no son en todos los casos dignos de confianza, debido a la poca precisión con que se han realizado los muestreos (Allen, 1956; Standley, 1937; Standley y Steyermark, 1946).

En el presente trabajo se ha podido confirmar lo observado por otros autores con respecto a la importancia que tiene la cuantificación de las características foliares en la separación de entidades taxonómicas (Fournier, 1973; Melville (1973); Villalobos y Fournier, 1978; Zuñiga Alvarez, 1980). En el cuadro 2 se puede observar que hay un ámbito estrecho de variación en las relaciones de longitud/ancho de hoja y de ancho/longitud de hoja; en contraste con las relaciones de estas mismas dimensiones con la longitud del pecíolo, en que el ámbito es bastante amplio en ambos casos. Esta situación se puede apreciar de manera más evidente en la figura 1, en la cual se representa gráficamente tanto el ámbito de variación de las diversas características estudiadas, así como la frecuencia de especies en cada categoría de una característica. En las dos relaciones correspondientes a longitud y ancho de la hoja sólo se establecieron dos categorías para cubrir el ámbito

de variación de las características, mientras que las relaciones en que intervino el pecíolo fue necesario establecer 4 ó 5 categorías. Esto se debe en buena parte a que morfogénicamente, el ancho y la longitud son características altamente correlacionadas (Sinoot, 1960), y esto se confirma al observar que el coeficiente de correlación entre estas dos dimensiones es de +0,951 (Cuadro 8), un valor muy alto.

Para el cuadro 5 los ocho descriptores externos de la hoja integran una fórmula para cada una de las especies de lauráceas que permite no sólo separar cada una de ellas, sino que a su vez muestra los grados de afinidad entre las especies. Igual situación se puede observar en el cuadro 6 con respecto a las características de la venación.

En los cuadros 10 y 11 donde se presentan los índices foliares de las características externas e internas; se observa que la combinación de éstos permite separar la mayoría de las especies de lauráceas; con excepción de Nectandra globosa y Nectandra concinna que tiene los mismos índices foliares tanto externos como internos (60-61). Este hecho muestra indudablemente un alto grado de afinidad taxonómica entre esas dos especies.

La figura 2 permite establecer gráficamente no sólo una separación entre las especies, sino que también sugiere ciertos grados de afinidad entre ellas. Un primer grupo lo constituyen las varias especies de los Phoebe; brenesii; mexicana; mollicela y tonduzii; junto con Licaria limbo-
sa, Nectandra ramonensis y Ocotea veraguensis. En el centro del gráfico se agrupan otro conjunto de especies, principalmente del género Nectandra (N. concinna, N. cufodontosii, N. globosa, N. membranacea, N. paulii, N. reticulata, N. sinuata y Nectandra sp.) y además de Beilschmiedia sp. y

y Persea americana. Por otra parte hay cuatro especies: Aiouea costaricensis, Ocotea pentagona y Persea caerulea que se presentan un tanto separadas de los dos grupos anteriormente analizados. De estas especies, Persea caerulea muestra cierta afinidad con Persea americana y Nectandra sp., ya que para las tres, el índice foliar de las características externas es 58, pero difieren en su índice foliar interno. Es interesante anotar, que aunque Persea americana y Persea caerulea pertenecen a un mismo género, la estructura de su venación interna es muy diferente (figuras 29, 30, 31, 32). Persea caerulea es la única especie entre las estudiadas que no tiene vénulas dentro de las aereolas (figuras 31, 21). Por su parte Aiouea costaricensis tiene el mismo índice externo que N. membranacea, N. globosa y N. concinna pero difieren de ellas en algunos rasgos internos de la hoja, lo que se refleja en un alto índice foliar interno (85) el mayor registrado para todas las especies estudiadas. Finalmente, es interesante notar, que Ocotea pentagona y Ocotea nicaraguensis aunque ambas tienen índices foliares externos, relativamente cercanos (77 y 87 respectivamente) difieren bastante en sus índices foliares internos (45 y 65 respectivamente).

Este breve análisis del cuadro 11 y la figura 2 muestra que el conjunto de ocho características foliares externas y cinco internas permite hacer una separación preliminar de las especies de lauráceas, así como detectar afinidades e identificar aquéllas que por su cercanía filogenética ofrecen problemas dendrológicos en su separación.

La información que se incluye en el cuadro 8, que en futuros trabajos debe ser analizada con mayor detalle desde el punto de vista cuantitativo,

ofrece material valioso que complementa la separación preliminar que se hace de las especies con base en los índices foliares. Por ejemplo si se toma el primer grupo de especies (3, 9, 15, 18, 19, 20 y 21) y se analiza algunas de sus características (cuadro 8), se puede ver lo siguiente: Los P. breneisii, P. mexicana y P. tonduzii, tienen los tres un rasgo diferencial, muy importante, tres venas principales en la base de la lámina, esto indudablemente confirma y fortalece la afinidad que gráficamente se logró detectar mediante la ayuda de los índices foliares. Es interesante anotar que estas tres especies de Phoebe tienen en Costa Rica una distribución un tanto diferente. Phoebe breneisii es una especie frecuente en el límite inferior de la faja del Premontano y el superior de la Faja Basal y está adaptada a climas relativamente secos y moderadamente cálidos. Phoebe mexicana tiene un ámbito más amplio de adaptación y ocurre en partes más húmedas del Premontano y en la parte inferior del Montano Bajo, mientras que Phoebe tonduzii es una especie típicamente del Montano Bajo.

Parece ser que estas tres especies de Phoebe tienen un origen común y que su especialización les ha permitido colonizar un territorio bastante diverso en cuanto a condiciones ecológicas. La figura 2 sugiere varios otros casos de este tipo, pero como éste no es el propósito de este trabajo, no es posible extenderse en este tipo de análisis y habrá oportunidad para ello en futuras investigaciones. Lo que sí es bueno mencionar es que parece ser que mucha de la complejidad taxonómica de las lauráceas, se debe en buena parte a la existencia de grupos de especies con un antecesor común, que han irradiado ambientes diversos.

El caso Nectandra concinna y Nectandra globosa, cuyos índices folia-

res son semejantes, vale la pena analizarlo con base en las otras características (cuadro 9). Una revisión comparativa de estas características muestra que ambas especies son realmente cercanas, ya que son comparables en la mayoría de ellas. Ambas tienen la base de la lámina revoluta, característica que está presente únicamente en estas dos especies de las 21 especies de lauráceas que se estudiaron. Sólo algunos rasgos que son fácilmente influenciados por el ambiente, como una mayor pubescencia en N. globosa, son las que se pueden anotar como diferencia. Las anotaciones de la flora de Costa Rica sobre estas dos especies son también bastante similares (Standley, 1937).

Estos dos ejemplos muestran que la metodología empleada en este estudio permite detectar situaciones interesantes en las lauráceas que indudablemente deben ser dilucidadas en futuros estudios.

Otros autores han observado también esta situación en que entidades cercanas son aún de difícil separación con base en sus características cuantitativas (Fournier, 1973; Villalobos y Fournier, 1978).

Este estudio confirma que la hoja, tanto en su morfología externa como interna permite establecer un conjunto de características diferenciales que ofrece buenas posibilidades para la separación de las especies de lauráceas, tal y como se ha encontrado en otras plantas.

En un estudio reciente, Zuñiga Alvarez (1980) observó en un conjunto de cultivares etíopes de Coffea arabica L., que la forma de la hoja, definida en función de la anchura como porcentaje de la longitud (factor de forma de hoja) fue el descriptor de mayor poder diferencial para esos cultivares. Por su parte, Burley, Wood y Hans (1930) llegaron a comprobar que en un conjunto de 25 introducciones de Eucalyptus camaldulensis Dehn, se podía

observar diferencias significativas en la forma de la hoja; definida por el ángulo de la base y por la diferencia entre la anchura de la parte media y la desviación de la nervadura principal, de una recta trazada del ápice a la inserción del pecíolo. Las características cuantitativas de la hoja fueron también empleadas por Melville (1973) para la separación de un conjunto de híbridos en Ulmus procera Burley.

Los hechos discutidos en párrafos anteriores muestran la importancia del índice foliar como un valor de síntesis para la separación dendrológica de las especies de lauráceas. Sin embargo, al comparar las tres columnas del cuadro 10, se hace evidente, que es más conveniente establecer índices foliares separados para las características e internas de la hoja y que en esa forma las especies se separan con mayor facilidad. El índice foliar integrado de la hoja (columna 3) del cuadro 10, aunque permite separar las especies, enmascara un tanto la afinidad que existe entre ellas, que se puede percibir mejor en el cuadro 11 y la figura 1.

En futuros estudios se sugiere emplear un mayor número de características cuantitativas, tanto para el índice interno como externo de la hoja, lo que indudablemente permitiría fortalecer el carácter discriminatorio de estos valores. También se sugiere calcular índices separados para otras características de las plantas, como ramas, troncos y flores.

Aunque la longitud de la hoja y su ancho muestran un coeficiente de correlación muy fuerte (cuadro 8) en la figura 1 se puede observar que ambas características permiten discriminar ciertos grupos de especies, por lo que se sugiere que ambas dimensiones sean consideradas en futuros estudios. Lo mismo se puede afirmar de las relaciones entre estas dos variables.

El cuadro 8 muestra que hay una correlación negativa bastante fuerte entre el número de aereolas en una determinada área de la lámina y el ancho de éstas (-0,759), por lo que pareciera conveniente emplear únicamente el conteo de aereolas por área en una determinada distancia a lo ancho de la hoja, que hacer medidas individuales del ancho de las aereolas.

Es interesante notar, que existe una correlación positiva significativa al nivel del 10%, entre ancho de hojas y número de pares de venas secundarias (+0,424) y entre ancho de la aereola y el número de ramas terminales de las vénulas (+0,402). Por otra parte, la correlación entre la longitud de la hoja y el número de pares de venas no es significativa (+0,3456). La correlación positiva y significativa entre el ancho de la hoja y el número de pares de venas sugiere, como lo observó Zuñiga Alvarez (1980) en varios cafés etíopes, que el ancho de la hoja en la mitad de la longitud de ésta es un carácter de alto valor diferencial. La correlación positiva y significativa entre el ancho de la aereola y el número de ramificaciones de las vénulas terminales parece mostrar, que el tamaño de la aereola se relaciona con el número de ramificaciones de las vénulas terminales, ya que entre más grande la aereola, mayor es el número de ramificaciones.

Este estudio debe considerarse meramente como un análisis preliminar y exploratorio sobre las características dendrológicas de importancia para la separación de las especies de la familia Lauráceae. Sin embargo, la información obtenida tiene ya cierto valor y es de esperar que este estudio se continúe con un mayor número de especies de la familia. El estudio de la venación interna de la hoja sugiere que es necesario cubrir un mayor número de especies, para así poder lograr establecer las diversas líneas de

desarrollo de los patrones de venación. A este respecto es evidente que Foster (1959) estaba muy justificado, al afirmar que es necesario aumentar el conocimiento sobre los patrones de venación para poder hacer estudios comparativos más precisos y valederos.

CONCLUSIONES

1. Quedó confirmada en el presente trabajo la importancia de la cuantificación de las características foliares, tanto en su morfología externa como interna.
2. Se utilizó 8 descripciones morfométricos externos de la hoja (longitud y ancho de la lámina, longitud del pecíolo y las relaciones entre estas variables y el número de pares de venas secundarias), y 5 características internas al sistema de venación (número de aereolas, forma de las mismas, el ancho de las aereolas y su patrón de distribución, número de ramas terminales de las vénulas).
3. Con base en las categorías a que se asignó cada especie, estructuradas de tal forma que no permitan traslape, se logró integrar para cada una de estas especies una fórmula que permite no sólo separarlas, sino que poner en evidencia los grados de afinidad entre ellas.
4. Esta fórmula se traduce en un nuevo concepto dendrológico, el "índice foliar" externo e interno (I.F.E.-I.F.I.).
5. Se observó un ámbito estrecho de variación en las relaciones longitud/ancho de la lámina (L1/A1) y viceversa, el cual contrasta con la variación de estas mismas dimensiones y la de la relación de ellas con la longitud del pecíolo (L1).
6. La longitud y el ancho de la hoja mostraron un alto valor en su coeficiente de correlación: +0,951.
7. Aunque la longitud y el ancho de la hoja muestren una correlación

tan marcada, ambas características permiten discriminar ciertos grupos de especies, por lo que se sugiere sean considerados en futuros estudios, lo mismo que las relaciones entre estas variables.

8. La correlación negativa evidente entre el número de aereolas en determinada área de la lámina foliar y el ancho de éstas (-0,759); parece indicar que es conveniente emplear únicamente el conteo de aereolas por por área definida a lo ancho de la hoja, que hacer medidas individuales del ancho de las aereolas.
9. La correlación significativa al 10% entre el ancho de la hoja (A1) y el número de pares de venas secundarias (+0,424) revela, como muestran otros autores el ancho de ésta, es un carácter de alto valor diferenciado. Así mismo, la correlación del ancho de las aereolas y el número de ramas terminales de las vénulas (+0,402) sugiere que entre más grande de la aereola mayor el número de ramificaciones terminales.
10. Los índices foliares externo e interno, así como la combinación de éstos, permite separar la mayoría de las especies analizadas, excepto Nectandra globosa y Nectandra concinna que coinciden en sus índices (60-61), lo que indudablemente muestra un alto grado de afinidad.
11. Gráficamente se logró separar las especies, un primer grupo lo integran las varias especies de Phoebe, Licaria limbosa, Ocotea veraguensis y Nectandra ramonensis; un segundo grupo lo conforman varias especies de Nectandra, Beilschmedia y Persea americana; quedan aisladas Aiouea costariense, Persea caerulea, Ocotea nicaraguensis y Ocotea pentagona. De ellas Persea caerulea, Persea americana y Nectandra sp., muestran cierta

afinidad ya que para las tres el I.F.E. es 58, pero difieren en el interno, lo que los separa dendrológicamente. Por su parte Aiouea costaricense tiene el mismo I.F.E. que Nectandra membranacea, Nectandra sp. muestran cierta afinidad ya que para las tres el I.F.E. es 58, pero difieren en el interno, lo que los separa dendrológicamente, Por su parte Aiouea costaricense tiene el mismo I.F.E. que Nectandra membranacea, Nectandra globosa y Nectandra concinna; pero difieren en los rasgos internos: Ocotea nicaraguensis y Ocotea pentagona con I.F.E. relativamente cercanos (77 y 87), difieren en el I.F.I. (45-65).

12. Los hechos anteriores muestran la importancia del "índice foliar" como un valor de síntesis para la separación dendrológica de las especies,
13. Para futuros estudios se sugiere emplear un mayor número de características cuantitativas, lo que permitirá fortalecer el carácter discriminatorio del valor del índice foliar.
14. Este estudio se debe considerar meramente como un análisis preliminar y exploratorio sobre las características dendrológicas de importancia para la separación de las especies de la familia Laurácea.

RESUMEN

En esta investigación se estudió una serie de características vegetativas tanto macroscópicas como microscópicas, para la separación dendrológica de 21 especies de lauráceas de amplia distribución en Costa Rica.

Las observaciones de este trabajo confirman la importancia de las características diferenciales cuantitativas, externas e internas de la hoja, ya propuestas por otros autores.

Se introduce un nuevo aspecto metodológico; el cálculo para cada una de las especies estudiadas del "índice foliar" integrado por un número variable de características y cuyo valor diferencial aumenta conforme se le agregan nuevos componentes.

El índice foliar permite la separación dendrológica de las especies, con base en las características internas al sistema de venación de la hoja (número de aereolas, la forma, el ancho de la aereola, su patrón de distribución y el número de ramificaciones terminales de las vénulas dentro de cada aereola); las características morfométricas externas de este órgano (longitud y ancho de la lámina, longitud del pecíolo; las relaciones entre estas variables y el número de pares de venas secundarias). Se calculó un índice foliar para las características externas y otro para las internas.

Estos índices utilizados independientemente así como la combinación de ambos, demuestran tener valor de síntesis que permiten separar las lauráceas estudiadas y a su vez, muestran los grados de afinidad de aquellas especies que por su cercanía filogenética ofrecen problemas en su separación.

Se caracterizó estadísticamente algunas variables consideradas y ciertas correlaciones interesantes en el análisis dendrológico de las lauráceas.

Además se definió un conjunto de numerosas características dendrológicas de la hoja (no empleadas en el cálculo del índice foliar), que pueden tener valor diferencial y ser susceptibles de cuantificación en estudios posteriores.

Este estudio confirma la necesidad de introducir un enfoque cuantitativo para una mejor comprensión del complejo problema de las lauráceas.

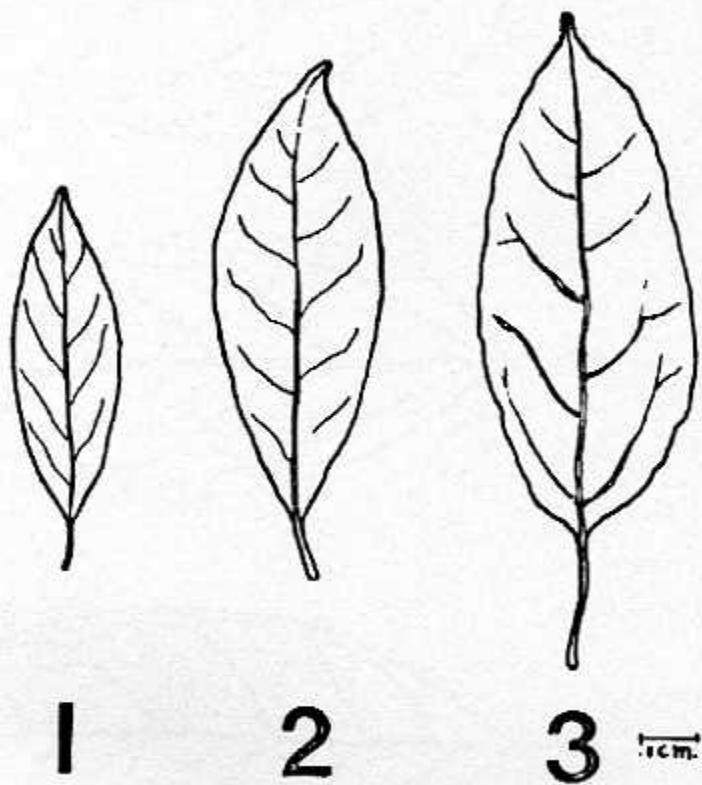
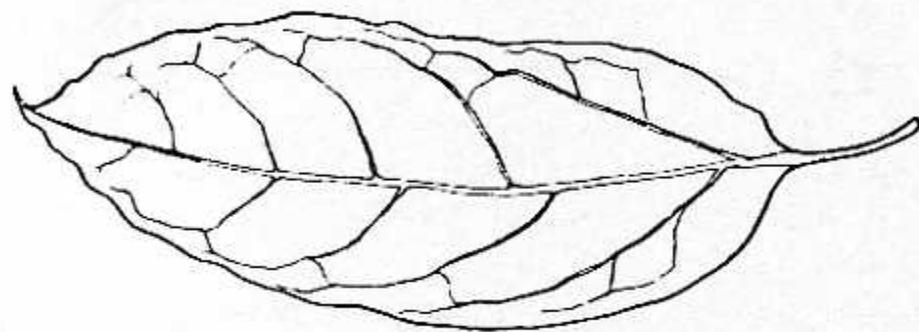
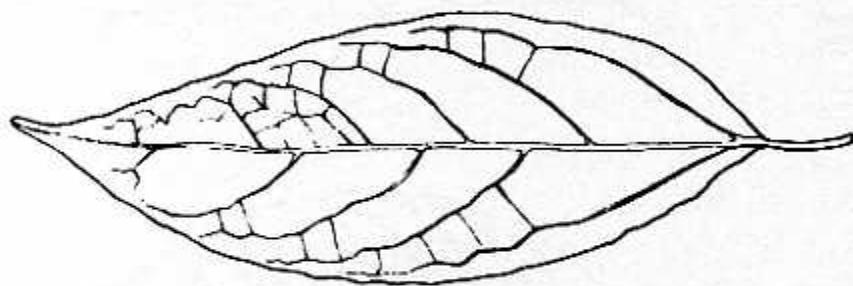


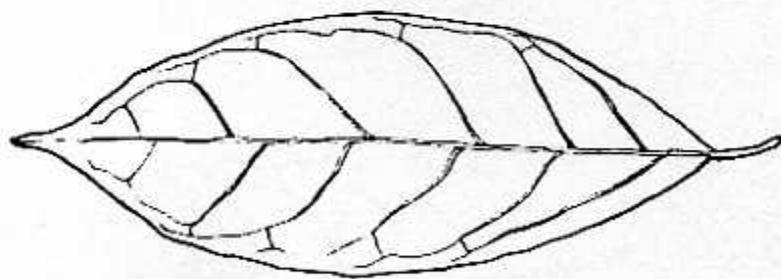
Figura 3. Perfil a escala de:
Phoebe mollicella (1);
Ocotea veraguensis (2) y
Phoebe brenesii (3)



7 $\overline{1\text{cm}}$



6



5



4

Figura 4. Perfil a escala de: Licaria limbosa (4); Nectandra ramonensis (5); Phoebe tonduzii (6) y Phoebe mexicana (7).

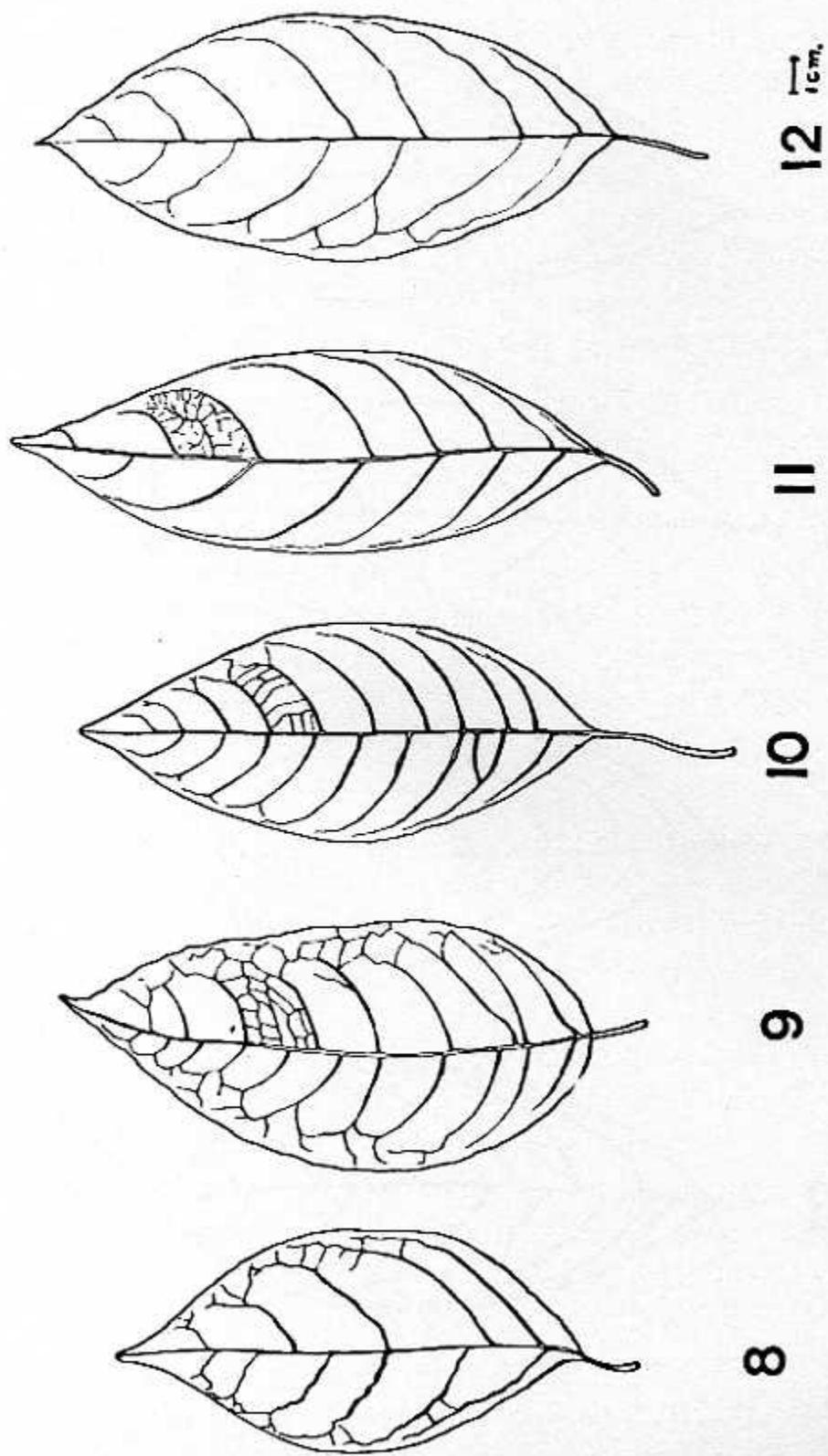


Figura 5. Perfil a escala de: Nectandra cufodontisii (8); Beilschmedia sp. (9); Persea caerulea (10) Nectandra membranacea (11) y Persea americana (12).

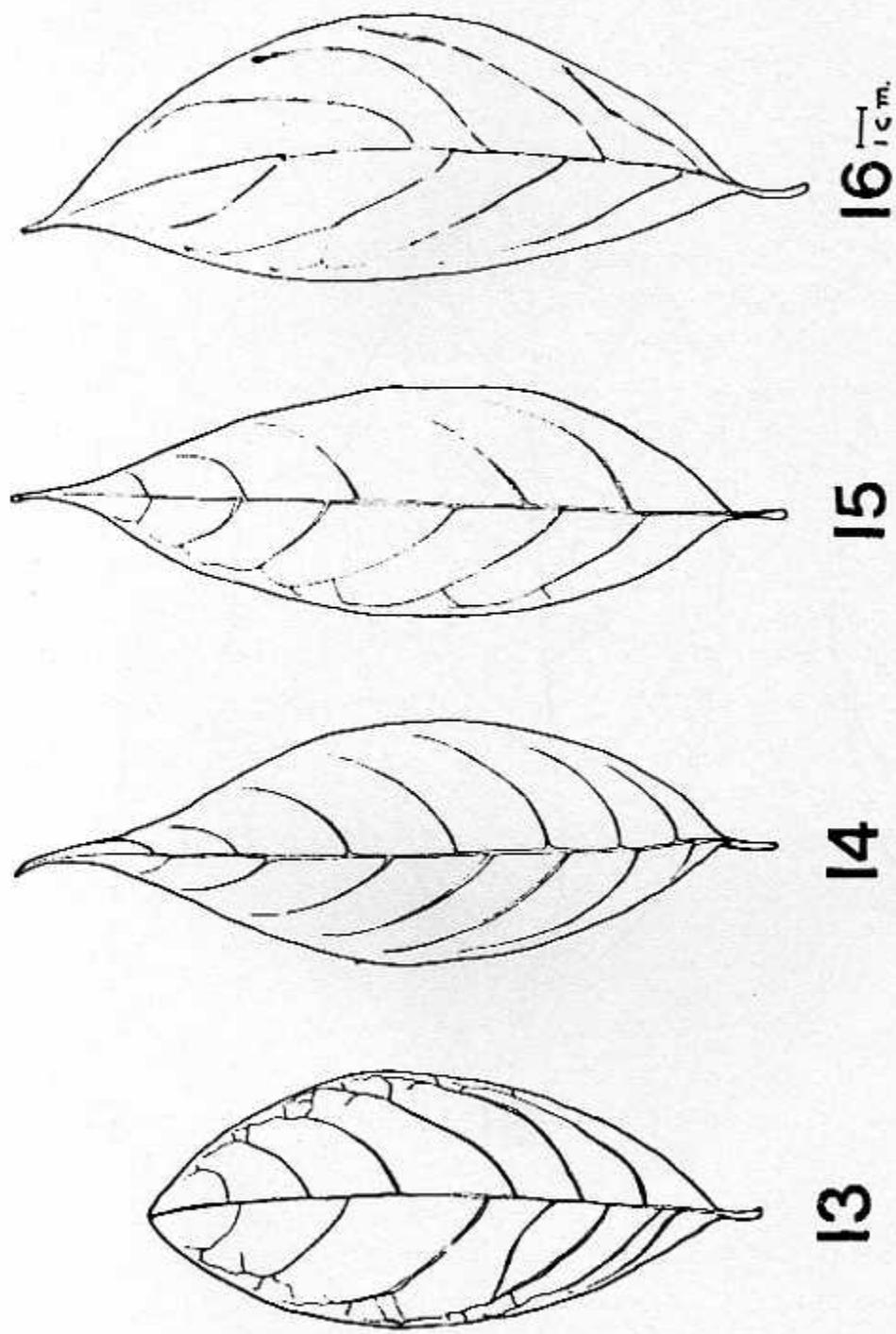


Figura 6. Perfil a escala de Ajouea costarricense (13) Nectandra sp. (14), Nectandra concinna (15),
y Nectandra globosa (16).

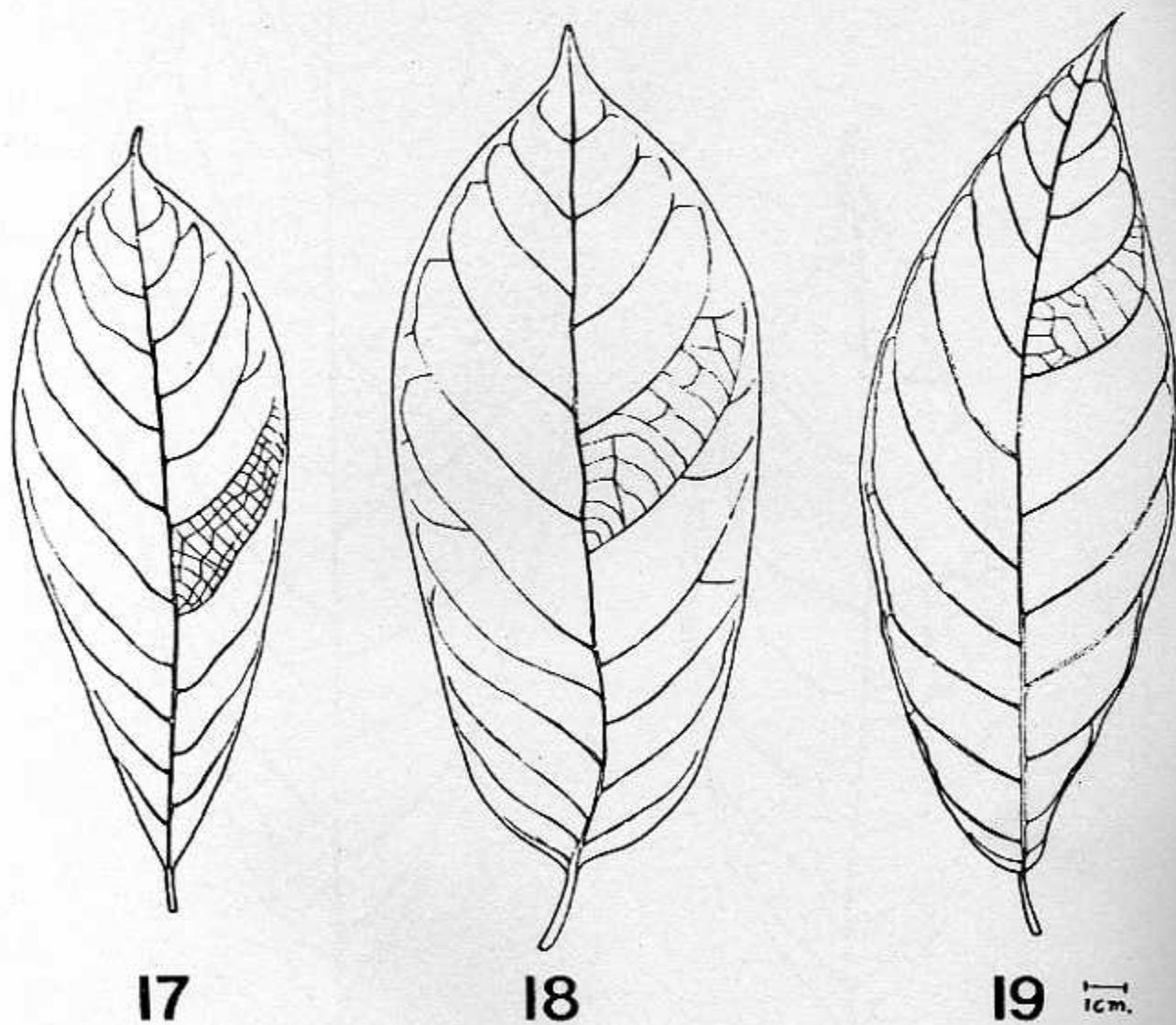


Figura 7. Perfil a escala ue: Nectandra paulii (17); Nectandra sinuata (18)
y Nectandra reticulata (19).

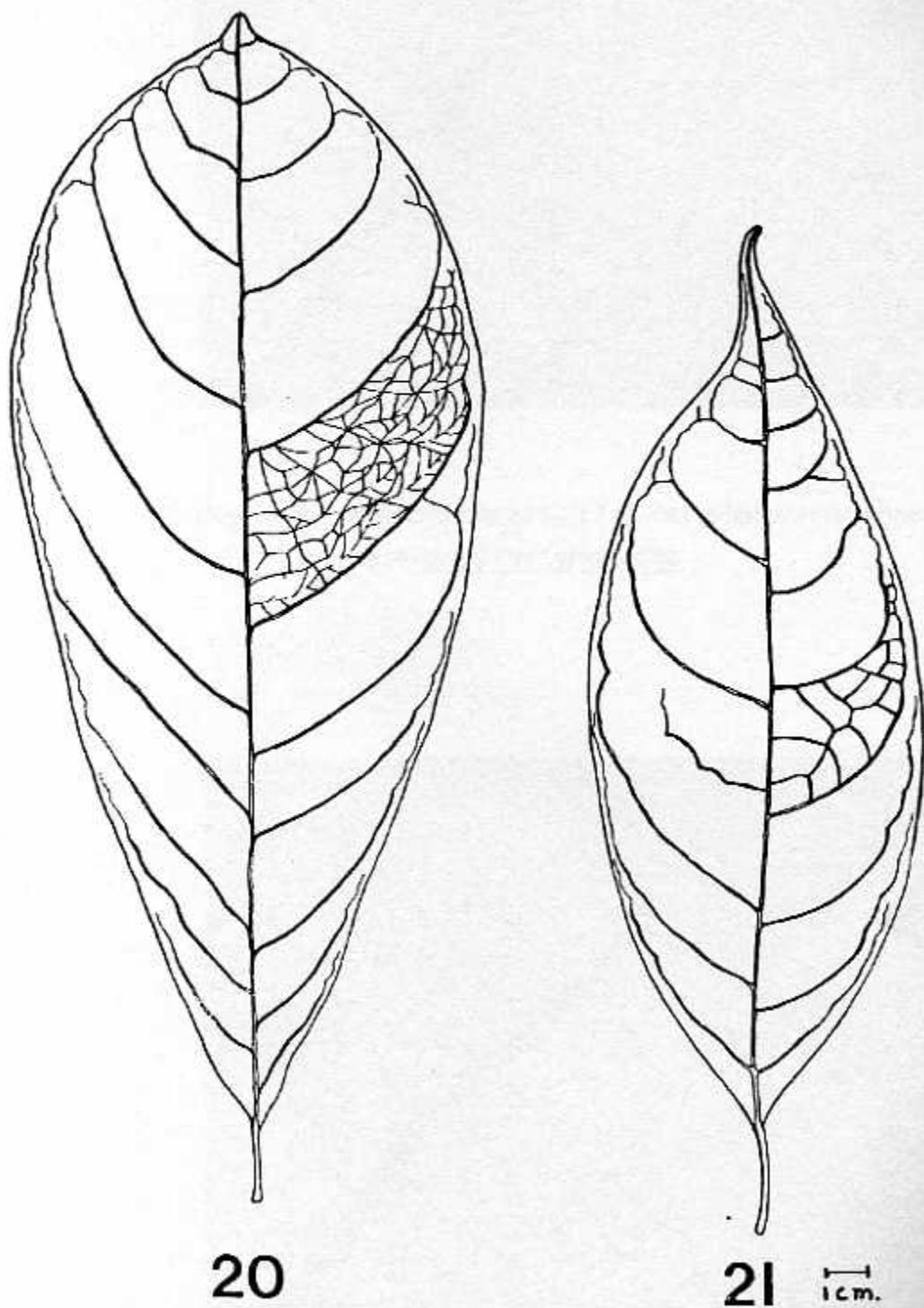


Figura 8. Perfil a escala de: Ocotea pentagona (20) y Ocotea nicaraquensis (21).

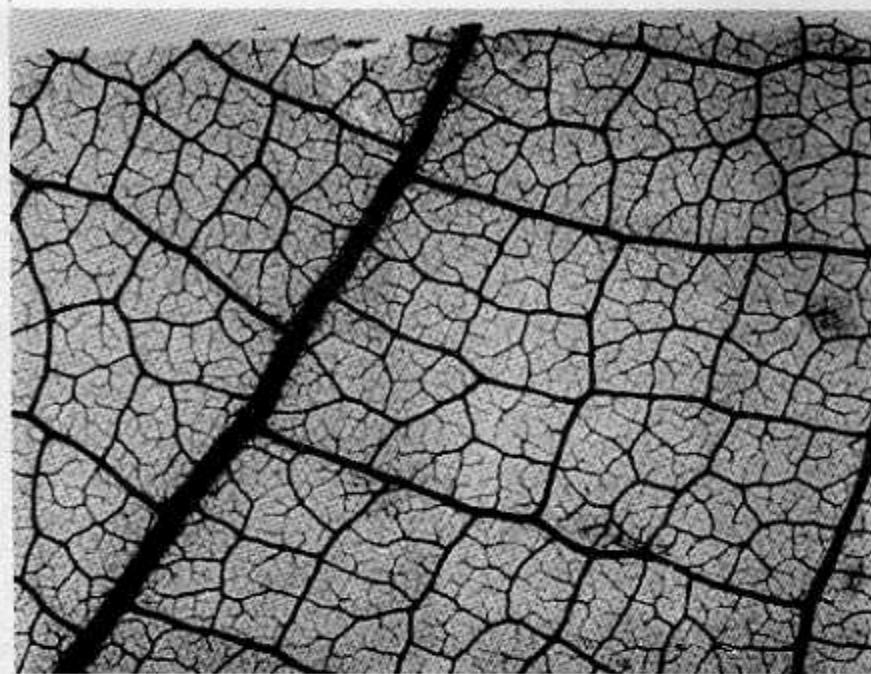


Figura 9: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Aioouea costaricensis.

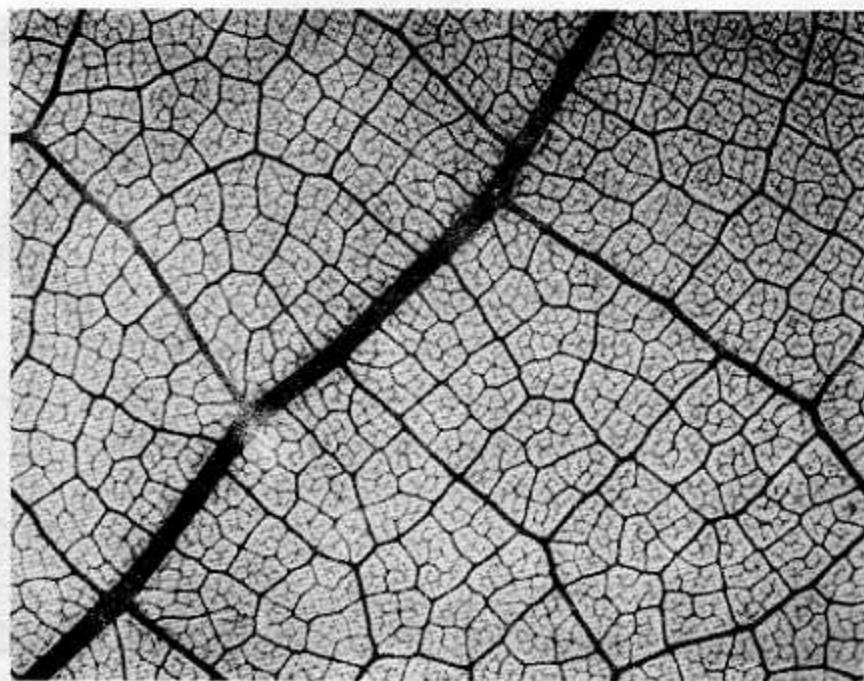


Figura 10: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Beilschmedia sp.

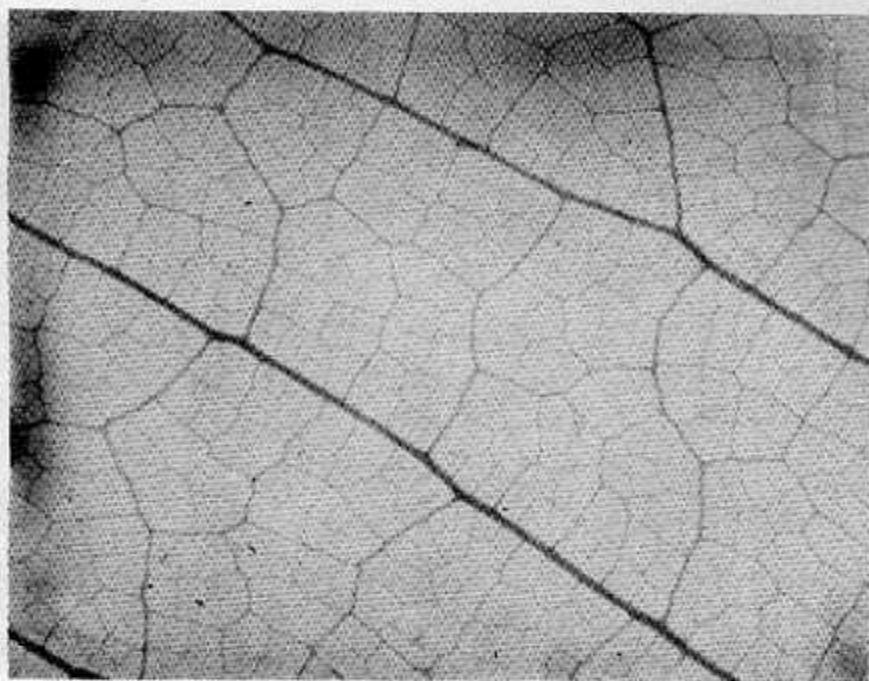


Figura 11: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Licaria limbosa.

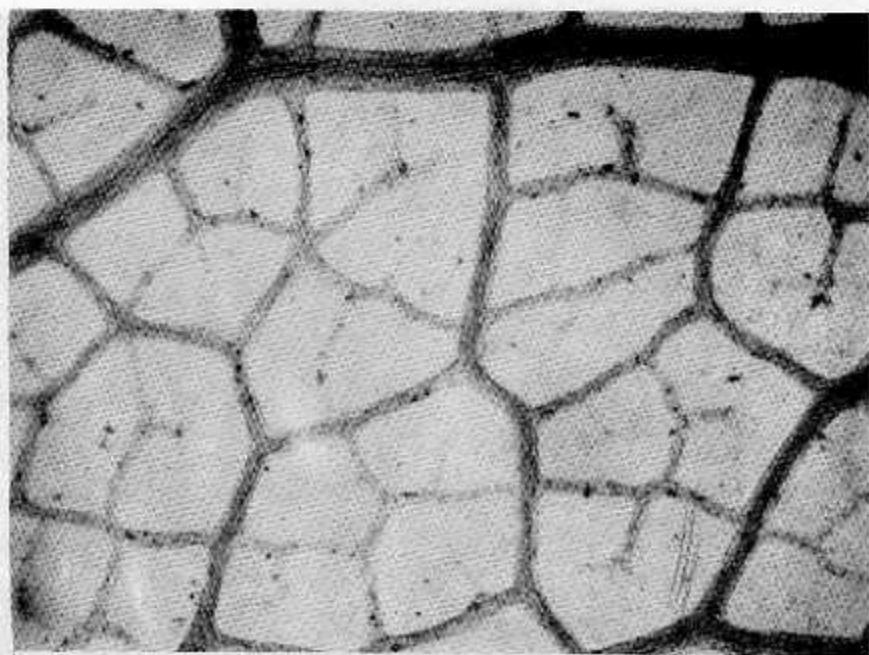


Figura 12: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Licaria limbosa.

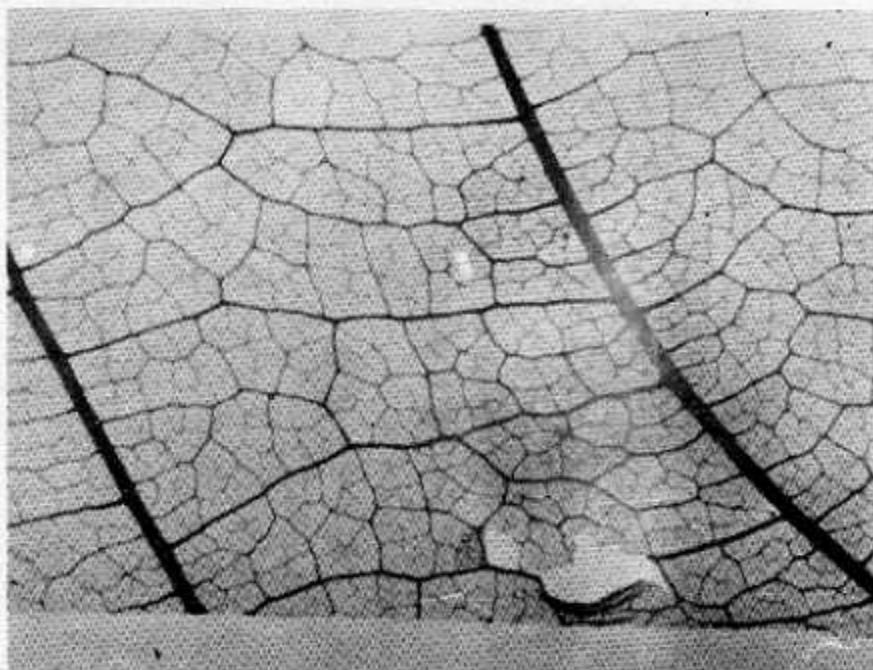


Figura 13: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra concinna.

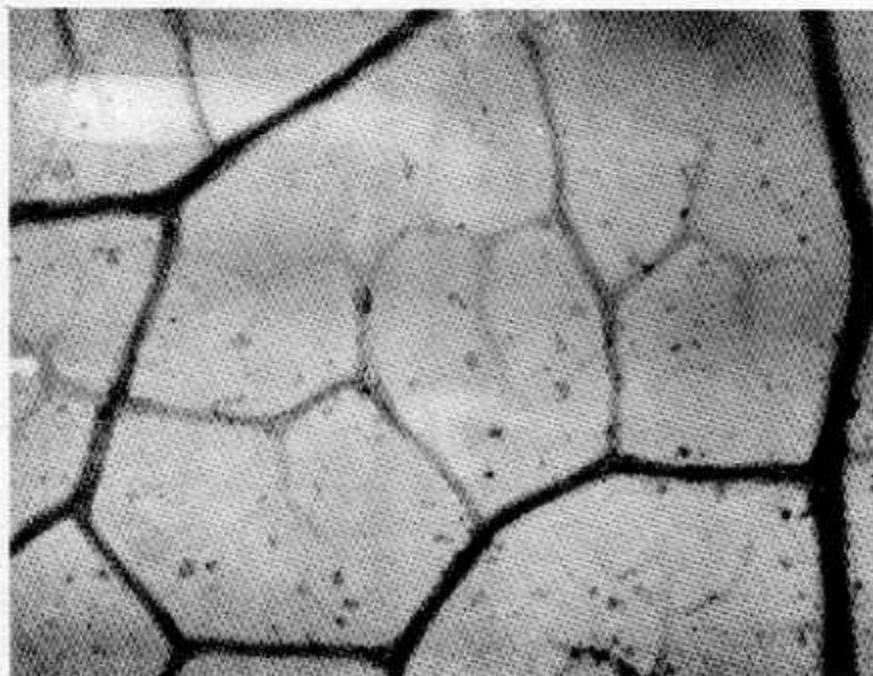


Figura 14: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Nectandra concinna.

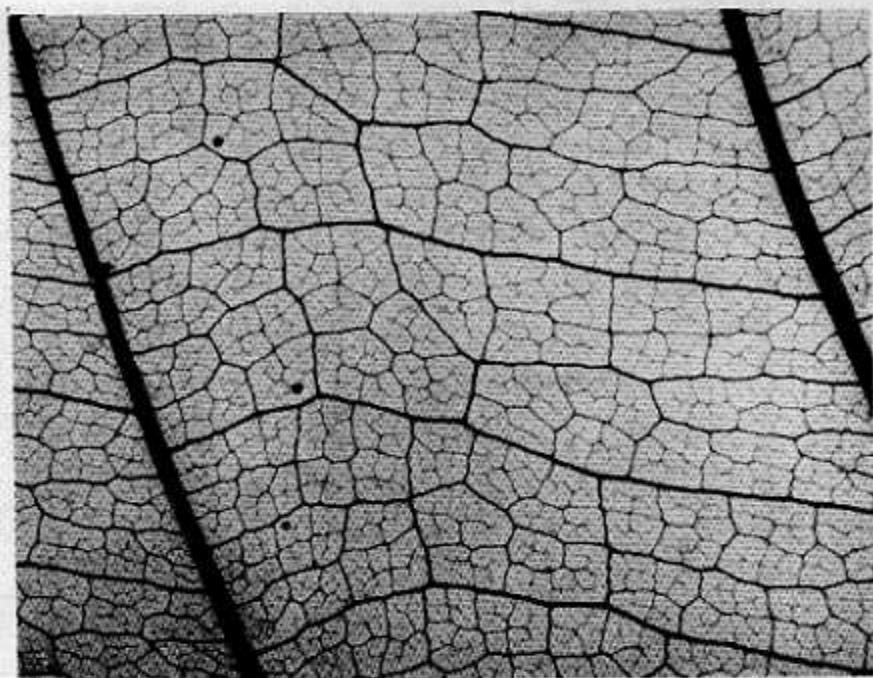


Figura 17: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra globosa.

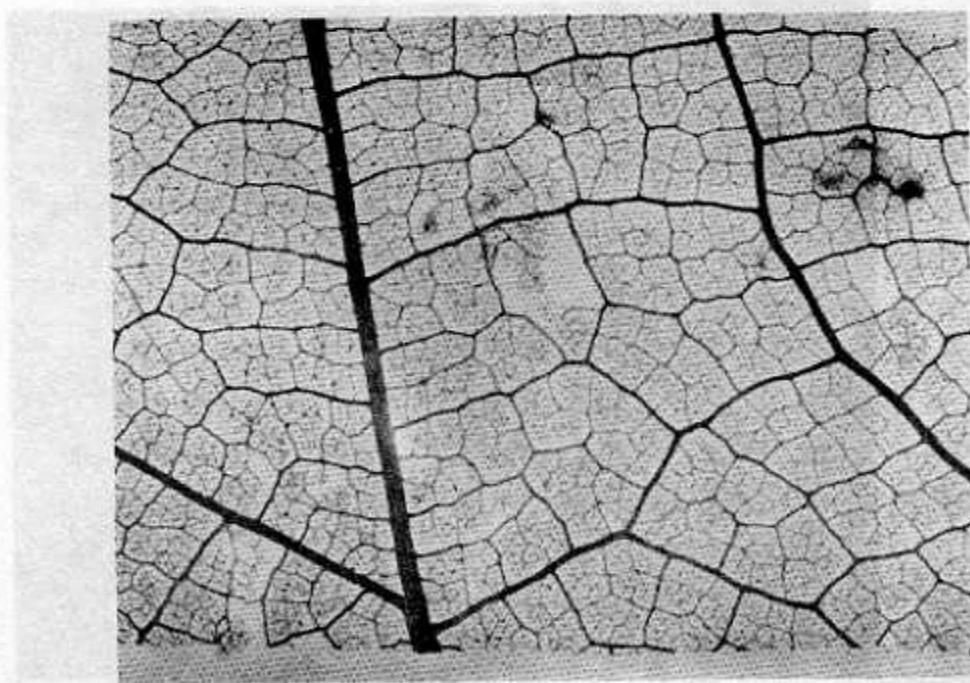


Figura 18: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra membranacea.

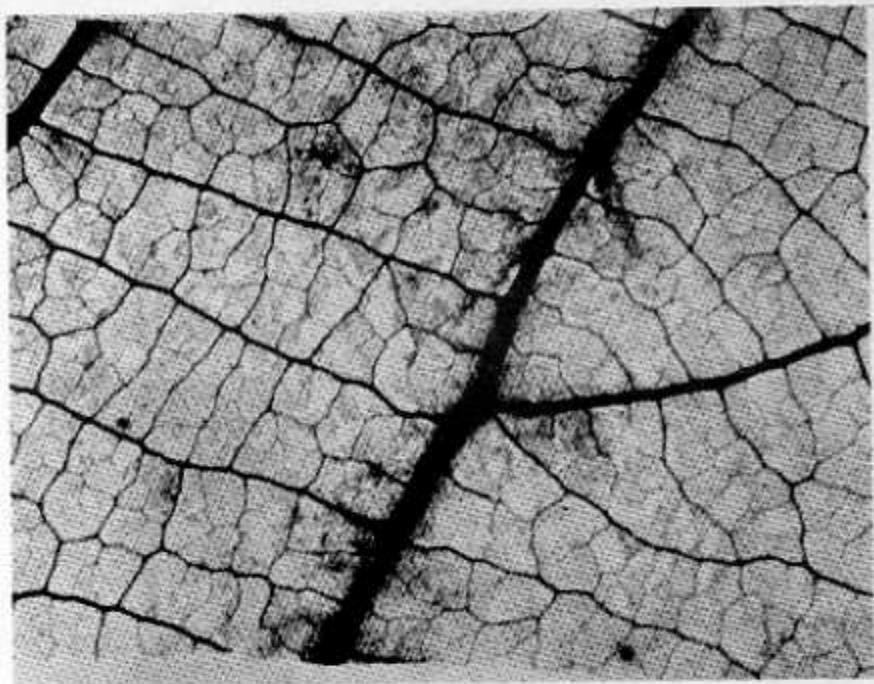


Figura 19: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra paulii.

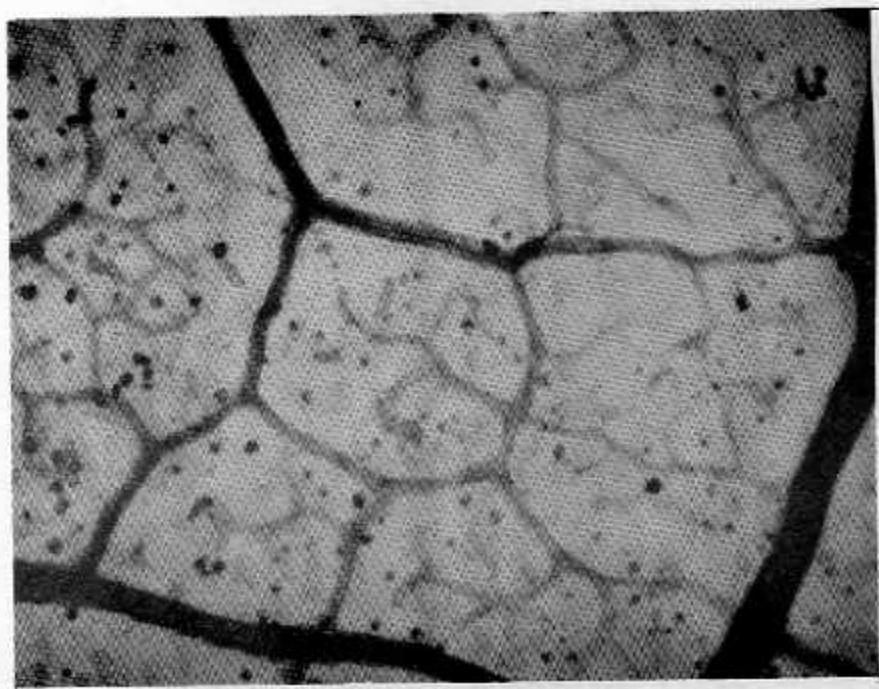


Figura 20: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Nectandra paulii.

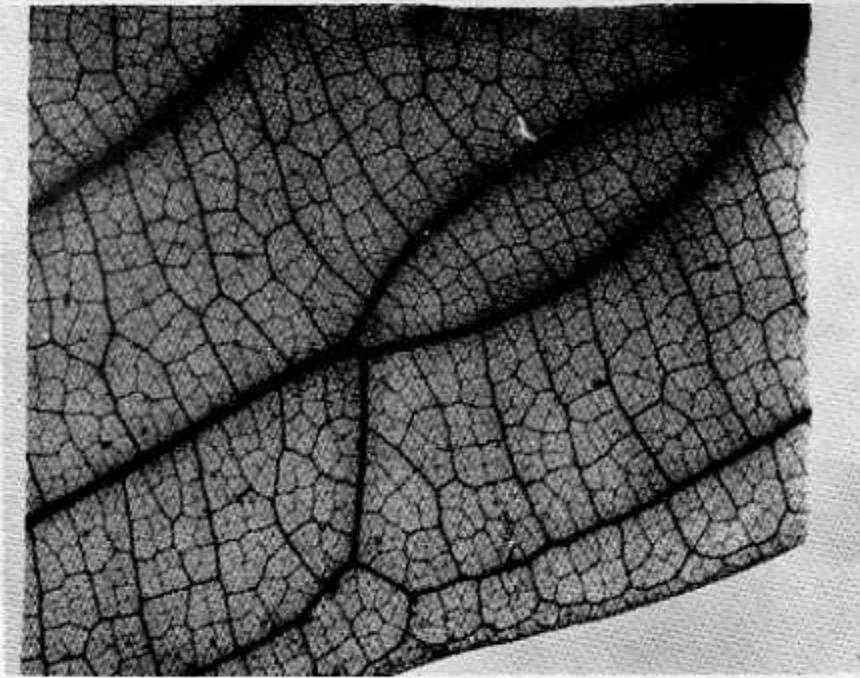


Figura 21: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra ramonensis.

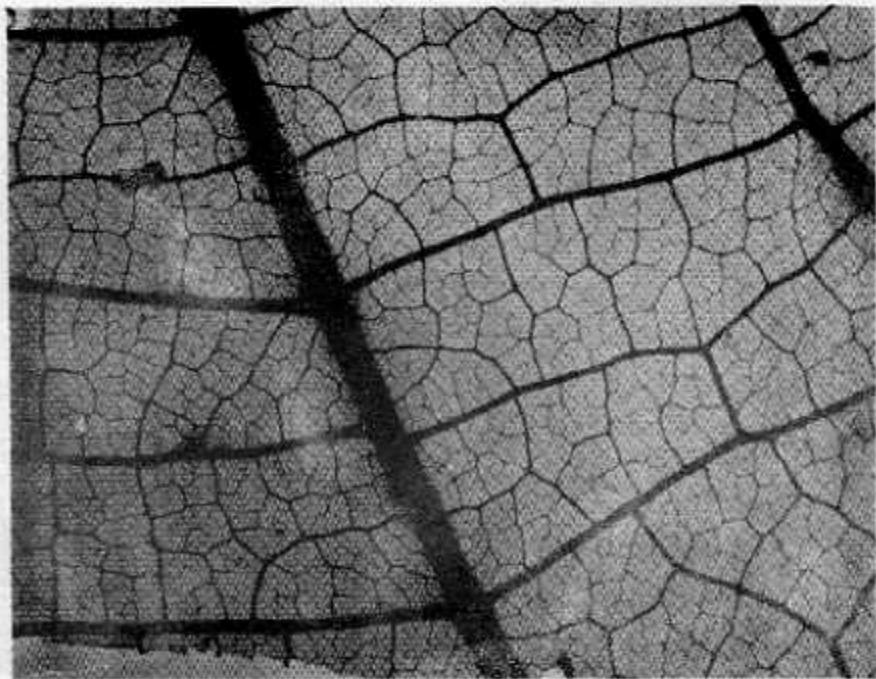


Figura 22: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra reticulata.

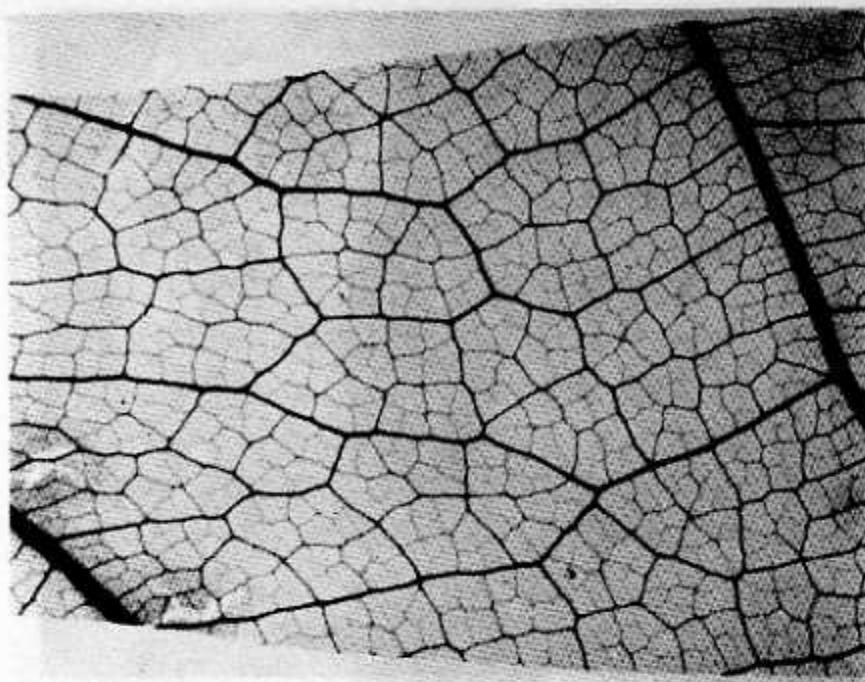


Figura 23: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra sinuata.

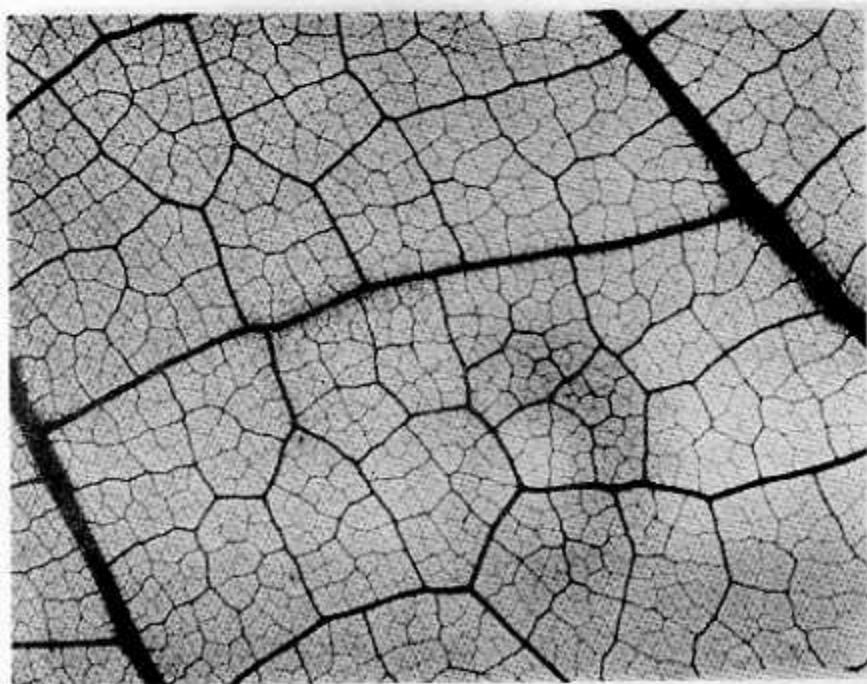


Figura 24: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Nectandra sp.

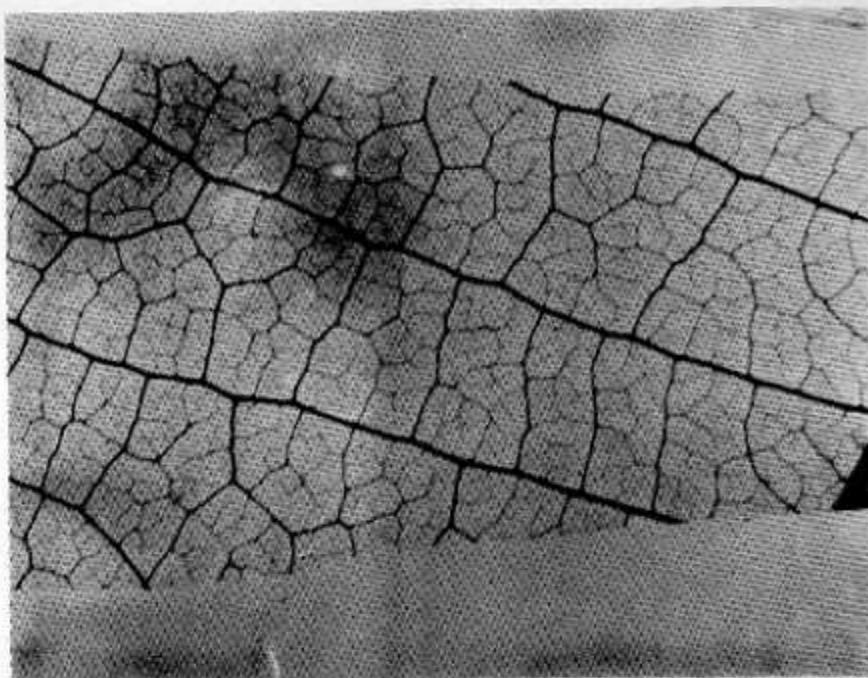


Figura 25: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Ocotea nicaraguensis.

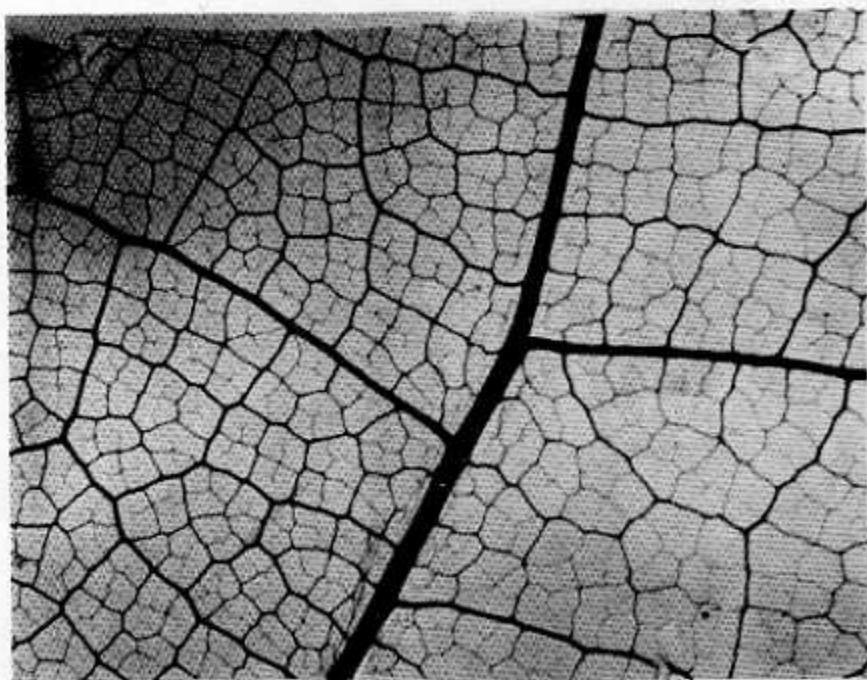


Figura 26: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Ocotea pentagona.

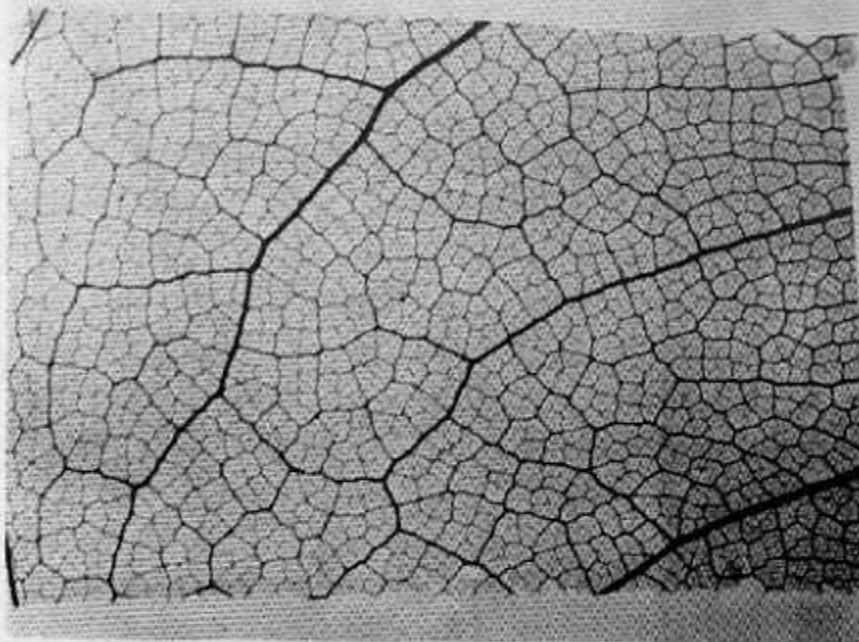


Figura 27: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Ocotea veraquensis.

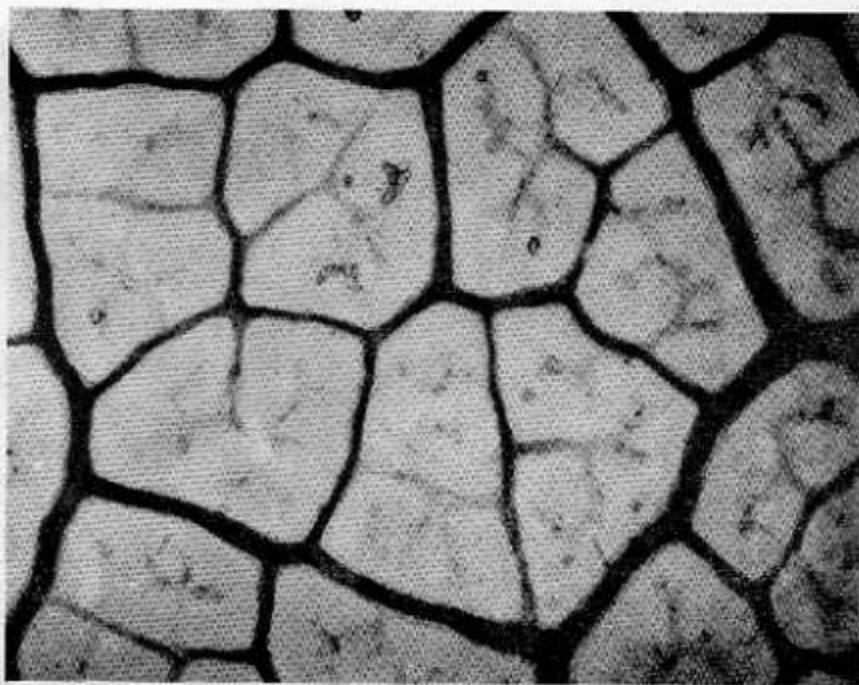


Figura 28: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Ocotea veraquensis.

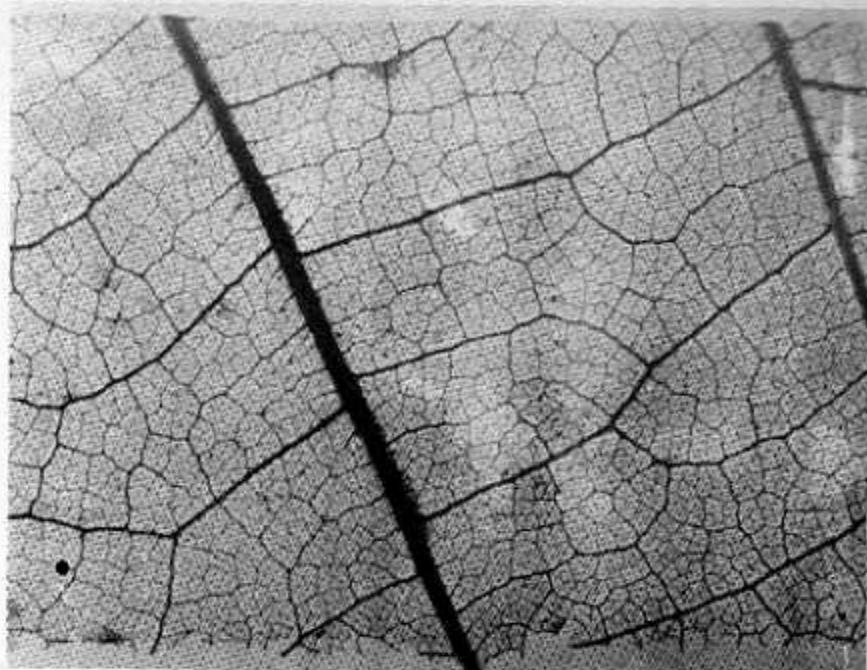


Figura 29: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Persea americana.

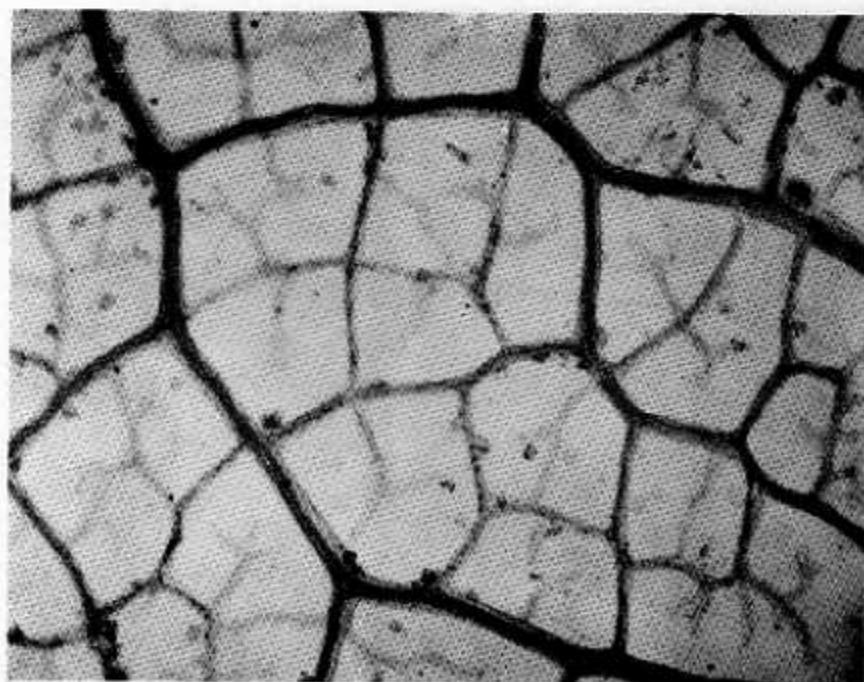


Figura 30: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Persea americana.

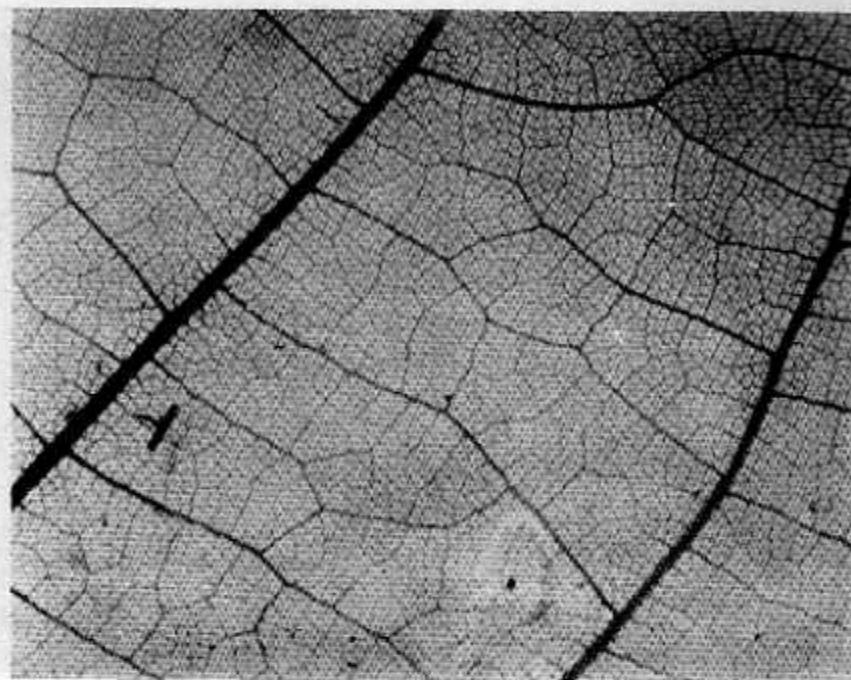


Figura 31: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Persea caerulea.

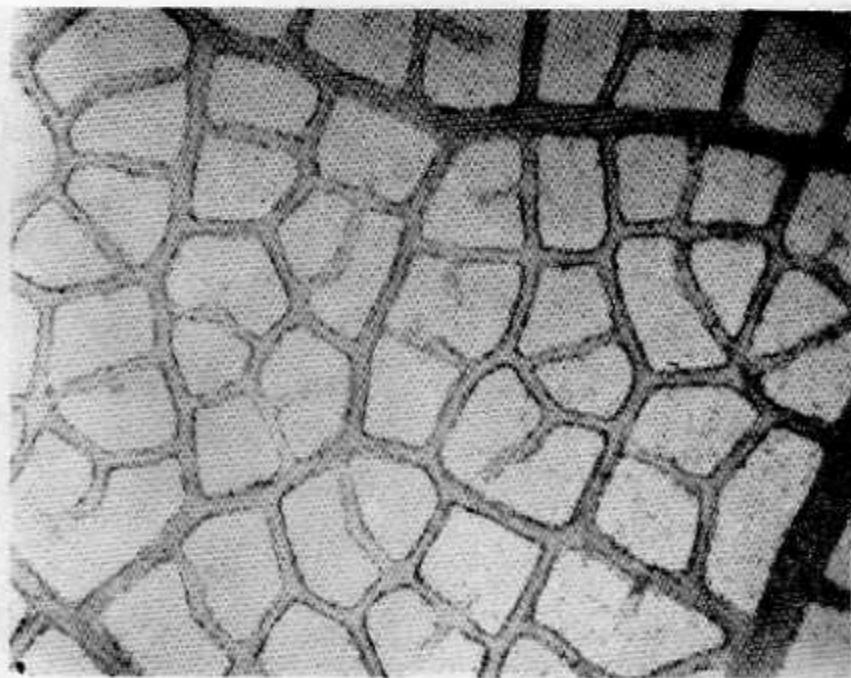


Figura 32: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Persea caerulea.

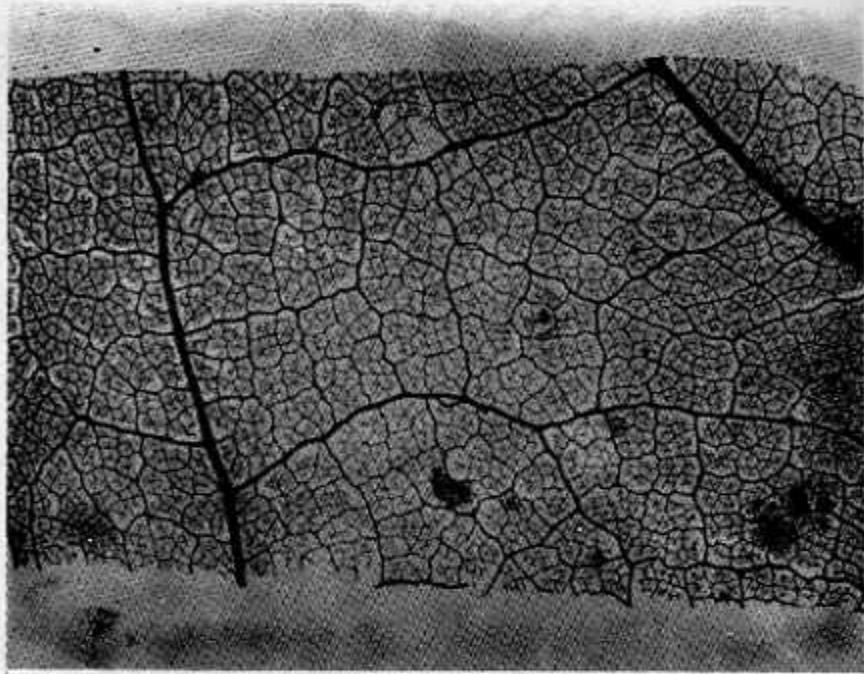


Figura 33: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Phoebe brenesii.

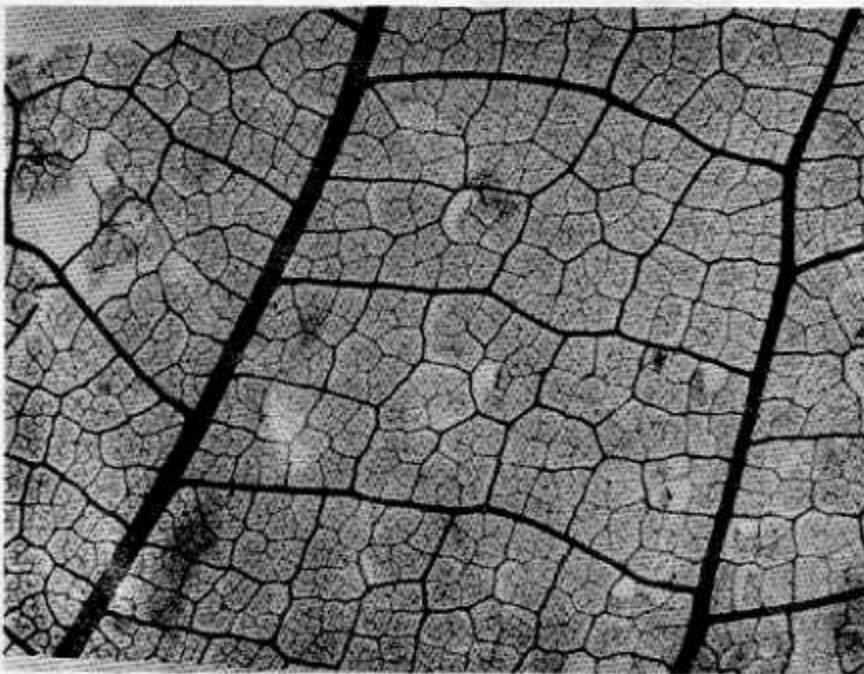


Figura 34: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Phoebe tonduzii.

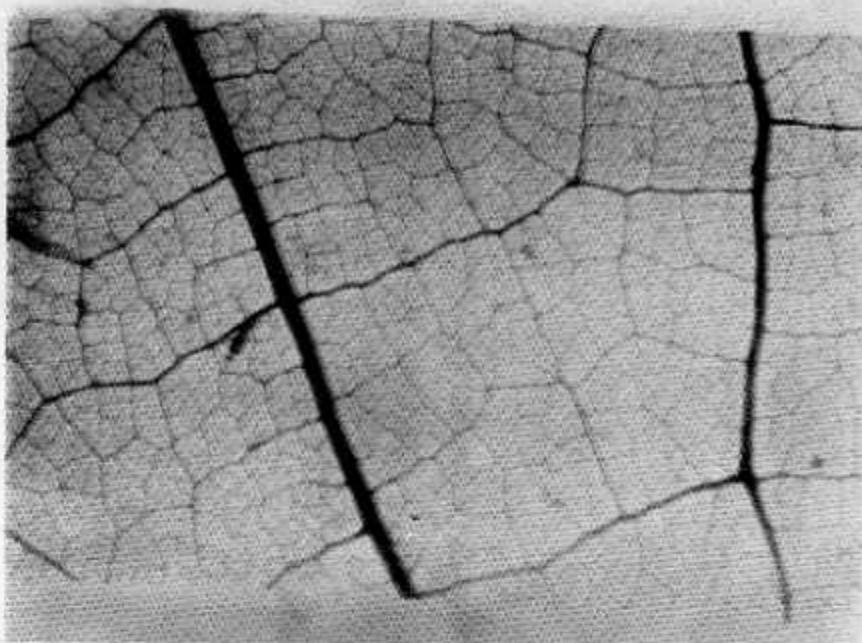


Figura 35: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Phoebe mexicana.

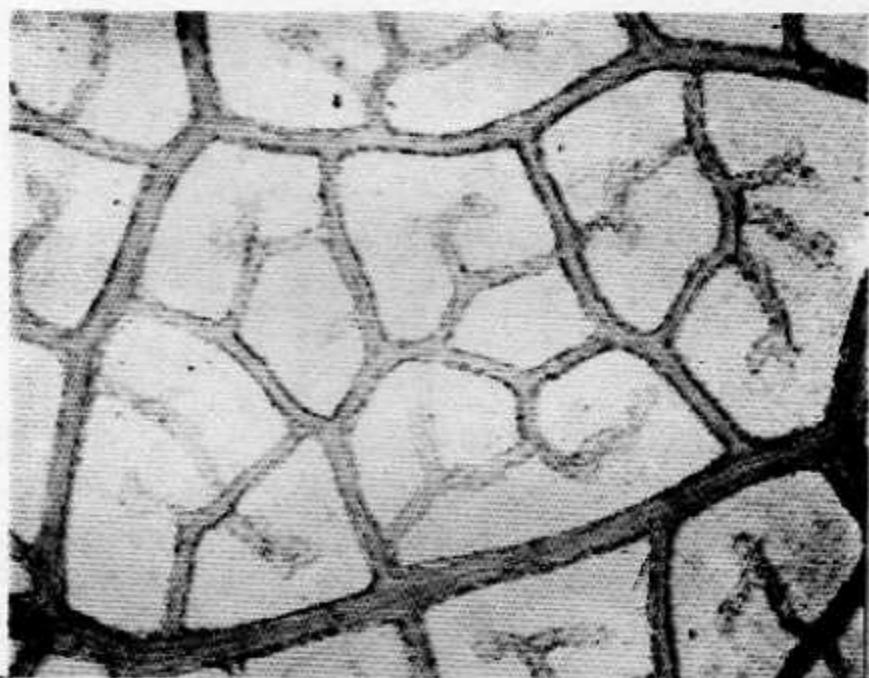


Figura 36: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Phoebe mexicana.

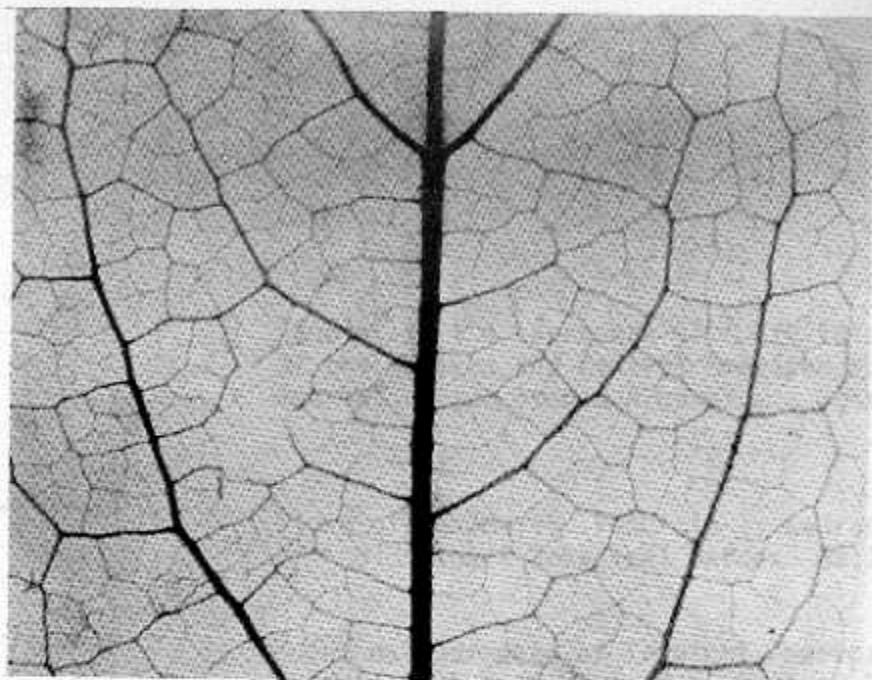


Figura 37: Microfotografía (7x) del sistema de venación de Phoebe mollicella.

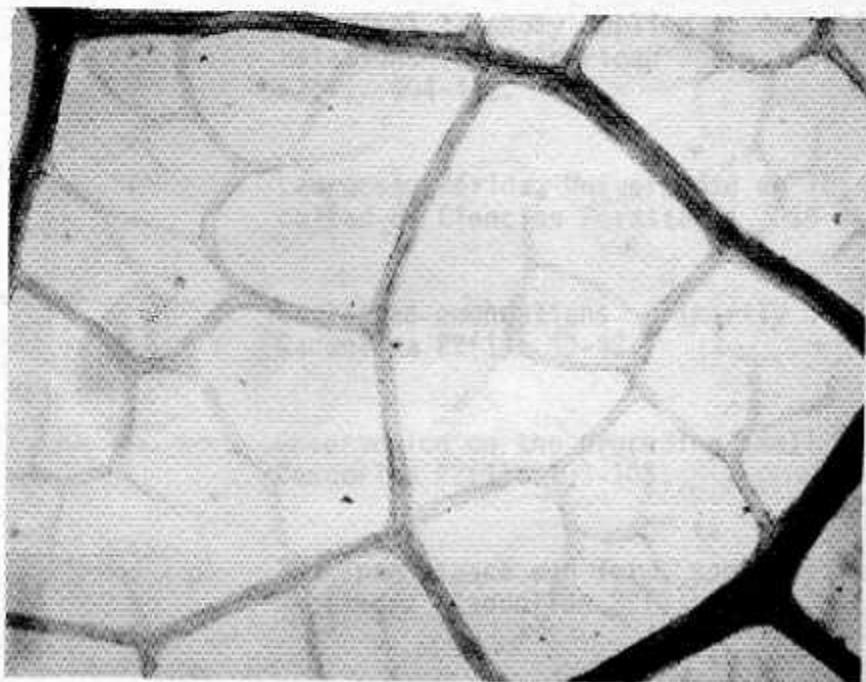


Figura 38: Microfotografía (80x) del sistema de venación de Phoebe mollicella.

BIBLIOGRAFIA.

- Allen, Caroline.
1945
Studies in the Lauraceae VI. Preliminary survey of the Mexican and Central American species. Journal of the Arnold Arboretum. Boston 26:230-364.
-
- 1948
Flora of Panama; V. Fascicle 1; Lauraceae; Annals of the Missouri Botanical Garden 35:1-68.
-
- 1966a
Notes on Lauraceae of Tropical America I. The generic status of Nectandra, Ocotea, Pleurothyrium Phytologia 13(3): 221-231.
-
- 1966b.
Notes on Tropical American Lauraceae IV. Costa Rica Phytologia 13(3): 232-240.
- Allen, P.H.
1956
The Rain Forests of Golfo Dulce. Gainesville University of Florida Press. 417 p.
- Bemis, W. et al.
1970
Numerical taxonomy applied to Cucurbita relationships. American Journal of Botany 57(4): 404-412.
- Bernardi, L.
1962
Lauraceae Mérida, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales 355 p.
-
- 1969a
Lauraceae emendations primarily of Nectandra Candollea 22(1): 49-67.
-
- 1969b
Observation on the preceding small works. Candollea 22(1): 103-105.
-
- 1969c
The span space and form, some species of Nectandra Candollea 22(1): 69-84.

- 1969d Ocotea simularis Allen. or Endlicheria anomala (Nees) Meissn Candollea 22(1): 85-99.
- 1969e Some species placed in Nectandra properly in Ocotea. Candollea 22(1): 91-101.
- Buchalter, L.
1971 Identification of polymeric 5,7,3,4, tetrahydroxyflavan -3, 4- diol from tannin extract of powdered cassia bark, Saigon. Cinnamomum. J. Pharm. Sci. 60(1): 144-145.
- Burger, W. (ed.).
1977 Flora Costarricensis. Fieldiana Botany 40:1-291.
- Burley, J., Wood, P. y Hans, A.S.
1980
72 Variation in leaf characteristics among provenances of Eucalyptus camaldulensis Dehn grown in Zambia. Australian Journal of Botany 28(2): 237-249.
- Brooks, J.
1966 Fat metabolism in higher plants properties of a soluble fatty acid synthesizing system from lettuce chloroplasts. Arch. Biochem. Bio. Phys. 116(1/3): 108-116.
- Carlquist, S.
1966 Comparative plant Anatomy Biology Studies. By Holt, Rinehard and Winston, INC. p. 146.
- Castillo, R.
1974 La taxonomía numérica en ciencias geológicas: análisis y búsqueda de grupos. Revista de la Universidad de Costa Rica 37: 91-108.
- Cullen, J.
1968 Botanical problems of numerical taxonomy. IN: Heywood, V.H. Hed Modern Methods in plant taxonomy Academic Press. pp. 175-184.
- Da Mata, R.C. et al.
1971 A química de Lauraceas Brasileiras. XVI Constitution and photochemistry of styrylpyrones of Aniba parviflora. Act. Biol. Med. Ger. 26(1): 35-44.

- Dale, M.B.
1968 On property structure, numerical taxonomy and data handling. In: Heywood, V.H. ed. Modern Methods in Plant Taxonomy. Academic Press. pp. 185-197.
- Davis, P. y Heywood, V.
1963 Principles of Angiosperms Taxonomy. 2 ed. Oliver and Boyce Ltd. Grant Britain. P. 280.
- Dayton, W.A.
1945 What is dendrology? Journal of Forestry 43:719-722.
- Dede, R.A.
1962 Rutaceae American Journal Botany 49(5): 490-497.
- De Vattimo, I.
1958 Seis novas especies Brasileiras do género Ocotea Aubl. Lauraceae. Arq. Jard. Bot. Rio de Janeiro 16: 39-46.
-
- 1959 Notas sobre o androceu de Aniba Aubl. Lauraceae. Rodriguesia 21-22 (33/34): 339-345.
-
- 1964 O género Ocotea Aubl. no sul do Brazil II. Espécies dos Estados de Sao Paulo e Rio Grande do Sul. Arq. Jard. Bot. (Rio Janeiro) 17: 199-226.
-
- 1965 The genus Ocotea in north eastern Brazil Lauraceae. Rodriguesia. 23/24 (35/36): 241-252.
-
- 1966 A new Brazilian species of Ocotea Aubl. Advancing Frontiers Plant Sci. 8: 151-155.
-
- 1967a Lauraceae of the state of Guanabaro. Brasil. Rodriguesia. 25(37): 75-122.
-
- 1967b Cryptocarya in Brazil Rodriguesia. 25(37): 219-237.

- 1968a Cytomorphology of the leaf of the known species of rosewood I. Study of the wperidermis of Aniba rosaeodora Ducke. Actas: Soc. Biol. Rio Janeiro. 11(6): 207-211.
- 1968b Cytomorphology of the leaf of the known species of risekayrek III. Study of the blade of Aniba parviplora (Meissn) Mez Actas Soc. Biol. Rio Janeiro 12(2):43-46.
- 1968c Cytomorphology of the leaf of the known species of rose-laurel IV. Study of the isolated epidermis the Aniba . Rev. Brazil Biol. 28(4): 427-437.
- 1969 Cytomorphology of the leaf study of the epidermis and midrib of Aniba dackei. Rev. Brasil Biol. 29(1): 103-107.
- 1970 Anatomy of the leaf of known species of rose-wood VIII. Cytomorphology of the upper and lower epidermis of Aniba burchellii. Rev. Bras. Biol. 30(3):419-429.
- 1972 Leaf anatomy of known species of rose-wood IX. Cytomorphology of the uppen and lower epidermis of Aniba terminalis: Rev. Bras. Biol. 32(2): 139-146.
- Dilcher, D.L.
1974 Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. The Botanical Review 40(1).
- Figueroa, R. y Montes, M.
1965 Ensayos en aceites esenciales. Rev. Acad. Cienc. Exact. Fis. Natur., Madrid 59(2): 277-297.
- Fournier, L.A..
1963 La Dendrología, una eficaz ayuda para el taxónomo. O'Bios 2(2): 7-8.
- 1967 Familias de árboles y arbustos de Costa Rica. Departamento de Biología, Universidad de Costa Rica. 57 p. (mimeografiado).

- 1970 El estudio estadístico de la flora arborescente como un elemento importante en la programación de un curso de dendrología. Turrialba 20(1): 118-119.
- 1973 Algunas características de importancia para la separación de los cultivares en Coffea arabica L. Turrialba 23(4): 483-486.
- 1973 .., Salas y Jiménez, A. Nombres vernáculos de la flora arborescente de Costa Rica. Departamento de Biología, Universidad de Costa Rica 36 p. (Mimeografiado).
- Foster, A,
1950a Morphology and venation of the leaf in Quiina acutangula Ducke. Amer. Jour. Bot. 37:159-171
- 1950b Venation and histology of the leaflets in Touroulia guianensis Aubl. Amer. Jour. Bot. 37:848-862.
- 1958 Practical Plant Anatomy van Nostrand. 228 p.
- 1959 y Gifford, E. M. Comparative Morphology of Vascular Plants. W. H. Freedman and Company. 555 p.
- Fouilloy, R. y Halle, N.
1963 Lauracees nouvelles: Quatre Beilschmedia du Gabon. Adansonia. 3(2): 240-249.
- 1964 New Lauraceae from equatorial Africa. Adansonia. 4(2): 320-330.
- Furuhata, et al.
1966 Pharmaceutical studies on Chinese drug. Waxhang I. On the seasonal variation of essential oil in Lindera umbellata Yakugaku. Zasshi Pharmaceutical Soc. Japan. 86(8): 683-687.
- Gastaldo, P.
1971 Compendio della flora officinale italiana VI. Fitoterapia 2:43-60.

- Gilmartin, Amy Jean.
1969 The quantification of some plant-taxa circumscriptions
American Journal of Botany 56(6): 654-663.
- Groebel, A., et al.
1970 On the constituents of Ravensara aromatica, a Lauraceae occurring in Madagascar. Planta Med. 18(1): 66-72.
- Hayashi, N. y Komae, H.
1971 Isolation and identification of palmitone from the leaves of Lauraceae plants (Cinnamomum camphora Sieb. Neolitsea sericea Koids & Lindera umbellata. Thumb. J. Indian Chem. Soc. 48(3): 299.
- Hickey, L.F.
1973 Classification of the architecture of Dicotyledonous leaves. American Journal of Botany. 60: 17-33.
- Holdridge, R.L.
1953 Dendrología práctica de los trópicos americanos. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 37 p. (Mimeografiado).
- _____.
1970 Manual de identificación de los árboles de Costa Rica. Parte I. Los árboles con hojas bipinnadas y tripinnadas. Departamento de Ciencias Forestales IICA, Turrialba, Costa Rica. 34 p. (Mimeografiado).
- _____ y Poveda, L.J.
1975 Arboles de Costa Rica. Vol. 1. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 1975. 545 p.
- Hopkins, C. Y. et al.
1966 Fatty acids of Lindera umbellata, and other Lauraceae seed oils. Lipids 1(2): 118-122.
- Imkhanistskaya, N.N.
1967a The structure of the leaf epidermis in recent and fossil representatives of the genus Sassafras. Lauraceae. Bot. 52(6):552-672.
- _____.
1967b A comparative morphological study of the leaf of Sassafras species and of Lindera triloba Bot. 52(6): 782-799.

- Jiménez-Saa, J.H. 1967a Los árboles más importantes de la región de Upala, Costa Rica. Manual de Identificación de campo, Proyecto de Desarrollo Forestal Zonas Selectas. 183 p.
-
- 1967b La identificación de los árboles tropicales utilizando características del tronco y la corteza. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 138 p.
-
- 1969 Un método para facilitar el aprendizaje de la dendrología tropical. Turrialba. 19(1): 109-116.
- Johns, S.R. et al. 1967 1-benzyl-1,2,3,4, tetrahydroisoquinoline alkaloids from Alseodaphne, Archbolcliana (Allen) Kostermans. Lauraceae. Aust. J. Chem. 20(8): 1729-1735.
-
- 1970 New alkaloids from Cryptocarya pleurosperma Lauracea- Aust. J.Chem. 23(2): 353-361.
- Johnson, M.P. y Holm, R.W. 1968 Numerical taxonomic studies in the genus Sarcostemma R. Br. (Asclepiadaceae) In: Heywood, V.H. ed. Modern Methods in Plant. Taxonomy Academic Press. pp. 199-217.
- Kiener, P. 1965 La trementina de cascarilla de Ocotea cymbarum. Fac. Cienc. Forest., Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 85 p.
- Koop, Lucille. 1966 A taxonomic revision of the genus Persea in the Western Hemisphere. Mem. New York. Bot. Gard. 14(1): 1-117.
- Kostermans, A.J. 1961 The new world species of Cinnamomum Trew. Reinwardtia. 6(1): 17-24.
-
- 1962 The Asiatic species of Persea. Mill. Reinwardtia. 6(2): 189-194.

- 1962 Taxonomic changes in Lauraceae Leguminosae, Sterculiaceae. Reinwardtia. 6(2): 155-187.
- 1965 New and critical Malasian Plants VII. Lauraceae. Reinwardtia. 7(1): 19-46.
- 1968 Materials for a revision of Lauraceae I. Reinwardtia. 7(4): 291-356.
- 1970 Materials for a revision of Lauraceae III. Reinwardtia. 8(1): 21-196.
- 1974 Materials for a revision of Lauraceae IV. Reinwardtia. 9(1): 97-115.
- Larsen, L.M. Naturally occurring nitrocompounds. Chemistry distributions and biogenesis: A survey. Dan Tidsskr Farm. 42(9): 272-283.
- Ledryard, G.
1974 Flowering Plants Evolution above the species level 2 ed. President and Fellows of Harvard College, USA. 379p.
- León,
1965 Especies y cultivares de Café; con referencia a los representados en la colección del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. N° 23. 69 p.
- Litchfield, C. et al.
1967 Triglyceride composition of 17 seed fats rich in octanoic, decanoic of lauric acid. Lipids 2(4): 345-350.
- Little, E.L.
1965 Clave preliminar de las familias de árboles de Costa Rica. Turrialba 15(2): 119-129.
- Lundell, C.L.
1965 Additions to the Lauraceae of Guatemala. Phytologia 12(4): 243-246.
- Maksymowych, R.
1973 Analysis of Leaf Development Cambridge University Press. 549p.
- Melville, R.
1973 The accurate definition of leaf shapes by rectangular coordinates. Annals of Botany 1/4/: 637-680.

- Mez, C.
1963 Lauraceae americanae; monographice describeit
Weinheim, Germany J. Cramer. 586 p.
- Page, Virginia.
1967 Angiosperm wood from the upper cretaceous of Central
California. American Journal Botany 34(4): 510-514.
- Pal, S.
1976a Studies in Lauraceae III. Structure, distribution and
development of sclereids. J. Indian Bot. Soc.
55(2/3): 200-205.
- 1976b Studies in Lauraceae IV. J. Indian Bot.
55(4): 226-229.
- Perret, R.
1971 Alkaloids; most the benzyl-isoquinoleine group.
Z. Gesamteim Med. Grenz 26(5): 182-184.
- Pittier, H.
1978 Plantas Usuales de Costa Rica. 2 ed. Editorial
Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Pray, T.R.
1955 Foliar venation of Angiosperms IV. Histogonis of the
venation of Mosta. Amen. Journ. Bot. 42: 698-706.
- Radford, A. et al.
1974 Systematics. Harper & Row, Publishers. U.S.A. 891 p.
- Ramalho, R.S.
1970 Identificación dendrológica en las parcelas de manejo
del bosque Florencia Sur, IICA, Turrialba, Costa Ri-
ca. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
de la OEA, Turrialba, Costa Rica. 216 p.
- 1975 Dendrología. Universidad Federal de Vigosa, Escola Su-
perior de Florestas 1-Volumen (Terminología). 123 p.
- Sastri, R.L.N.
1963 Studies in the Lauraceae IV. Comparative embryology
and phylogeny. Ann. Bot. 27(107): 245-433.
- 1965 Studies in the Lauraceae V. Comparative morphology of
the flower. Ann. Bot. 29(113): 39-44.

- Sinnot, E.W.
1960 Plant Morphogenesis. Mc. Graw-Hill. 550 p.
- Sneath, P.H. y Sokal, R.R.
1973 Numerical taxonomic Freeman. 339 p.
- Snow, Barbara.
1970a A field study of the bearded bellbird in
Trinidad. Ibis. 112(3): 299-329.
- Snow, D.W.
1971 Notes on the Biology of the cock of the rock
(Rupicola rupicola); of 4 Fam. Araliaceae,
Burceraceae, Lauraceae y Palmae. J. Ornithol.
112(3): 323-333.
- Standley, P.C.
1937-1938 Flora of Costa Rica. Field Museum of Natural
History, Botanical Series Vol. XVIII (Part. II).
Chicago. pp. 450-461.
- _____ 1946 _____; y Steyermark, J.A.
Flora of Guatemala. Fieldiana, Botany 24(4):
302-344.
- Stone, D.E.
1970 Evolution of cotyledonary and nodal vasculature
in the Juglandaceae. American Journal Botany,
57(10): 1219-1225.
- Soukup, J. La Lauraceae del Perú, sus géneros y lista de especie.
Biota 6(49): 160-170.
- Takeda, K.
1970a Sesquiterpenes of Lauraceae plants I. Components
of Neolitsea aciculata Koidz. J. Chem. Soc. Sect.
C. Org. Chem. 7:973-980.
- _____ 1970 b. _____
Sesquiterpenes of Lauraceae plants II. Components
of the leaf of Neolitsea sericea Kordz. J.
Chem. Soc. Sect. C: Org. Chem. 11.
1547-1549.
- _____ , et al.
1970 c. _____
Sesquiterpenes of Lauraceae plants III. From
Lindera triloba. J. Chem. Soc. Sect' C. Org. Chem.
11. 1743-1751.

- Taylor, R.
1966 Taximetrics as applied to the genus Lithophragma (Saxifragaceae). American Journal of Botany 53(4): 372-377.
- Tucker, Shirley.
1964 The terminal idioblasts in Magnoliaceous leaves. American Journal Botany 51(10): 1051-1062.
- Villalobos, E. y Fournier, L.A.
1978 Identificación morfológica de algunas selecciones de Soya introducida en Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(1): 23-37.
- Vogel, R.
196 Observations on the reaction to frosts of the avocado trees cultivated in the experimental station of citrus fruit cultivation. Fruits 19(3): 140-142.
- Hatson, L. y Drury, D.G.
1966 Taxonomic implications of a comparative anatomical study of inuloidae-compositae. American Journal Botany 53(8): 828-833.
- Zúñiga, Álvarez.
1980 Diferenciación fenotípica de cafés etfopes en la colección del CATIE, Turrialba, Costa Rica. Tesis Magister Scientiae, Turrialba. Programa Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 44 p.