

00361 33
2eje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

"CONTRIBUCION A LA DELIMITACION
TAXONOMICA DE TRES ESPECIES DEL GENERO
Quercus SUBGENERO: Erythrobalanus: Q. laurina
Humboldt et Bonpland, Q. affinis Scheidweiller y
Q. giesbregthii Martens et Galeotti".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS (BIOLOGIA VEGETAL)

P R E S E N T A :

LA BIOLOGA SUSANA VALENCIA AVALOS

DIRECTOR DE TESIS: DR. ALFONSO DELGADO SALINAS

MEXICO, D. F.,

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Este trabajo fue realizado con el apoyo del
Instituto de Biología, del Herbario de la Facultad de
Ciencias y del Instituto de Geología

*A Gabriel
y a mis padres*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Alfonso Delgado Salinas por la dirección de este trabajo.

Al Dr. Hector Hernández por haber participado como parte del comité tutorial.

Al jurado formado por el M. en C. Jaime Jiménez Ramírez; M. en C. Hilda Flores Olvera; M. en C. Rosa Ma. Fonseca Juárez por la revisión del presente trabajo, por sus valiosas sugerencias y observaciones del mismo, y de manera especial al M. en C. Pedro Ramírez García; M. en C. Josefina Barajas Morales y Dr. Enrique Martínez Hernández que además, me asesoraron en la realización del análisis estadístico, en los estudios de anatomía de madera y de polen respectivamente.

A los Biólogos Gabriel Flores, Jorge Calónico, Miguel Luna, Carmen Delgado, Elizabeth Moreno y Virginia Avalos por su compañía en algunas de las salidas que se realizaron, durante los dos años que duró el muestreo de las zonas de estudio.

A los Biólogos Antonio Hernández y Pedro Tenorio por su ayuda en la toma de algunas de las fotografías, al microscopio de luz compuesto y de ejemplares de herbario, que aparecen en este trabajo.

Al Biólogo Calixto León por su apoyo en el laboratorio de anatomía de madera.

A la Bióloga Yolanda Ornelas por su apoyo para la obtención de las fotografías de polen, en el microscopio de barrido.

Al Biólogo Othón Alcantara por su asesoría en la impresión de este trabajo.

Al Sr. Lino Vázquez y Enrique Ojeda, por su amabilidad al permitirme colocar algunas trampas para hojarasca, en terrenos de su propiedad de Monte Real y Potrerillos respectivamente, en el estado de Veracruz.

Al Sr. Miguel Hernández del IBUNAM, por su ayuda en el campo para la obtención de las muestras de madera.

RESUMEN

En este trabajo se analiza la delimitación taxonómica de tres especies de encinos del subgénero Erythrobalanus que presentan gran parecido morfológico, Quercus affinis Scheid., Q. laurina Humb. et Bonpl. y Q. ghesbreghtii Mart. et Gal.

El holotipo e isotipos de Q. ghesbreghtii muestran que esta especie es diferente al complejo de Q. affinis y Q. laurina, porque presenta hojas lanceoladas, venación camptodroma reticulada y un número de venas secundarias superior al que se presenta en el complejo mencionado. Además, no se encontraron otros ejemplares asignables a esta especie ni en el campo, ni en los herbarios revisados (MEXU, ENCB, FCME e INIF), por lo que se excluye del resto de los análisis aplicados para conocer la delimitación de Q. affinis y Q. laurina.

Para la delimitación taxonómica de las dos especies restantes se trabajó: 1) fenología mediante muestreo de hojarasca durante dos años; 2) anatomía de madera; 3) características foliares en cuanto a forma, tipo de venación y tricomas y 4) el tamaño, estructura y escultura del polen al microscopio de luz compuesto y al microscopio electrónico de barrido. Los resultados obtenidos de los tres últimos estudios se sometieron a un análisis estadístico de agrupación. De igual forma, los estudios de polen y madera se sometieron a análisis estadístico de discriminantes.

Para comparar los datos se eligieron como testigo a otras dos especies de encinos del mismo subgénero Erythrobalanus: Q. acherdophylla Trel. y Q. rubramenta Trel., para las que se trabajaron la mayoría de los aspectos descritos con anterioridad.

Se analizaron las descripciones originales, los tipos y fotografías de todas las especies que incluye la Serie Lanceolatae y de Series relacionadas, de ser posible se visitó la localidad donde fué colectado el material tipo de las mismas.

Los resultados muestran que Q. affinis y Q. laurina se pueden considerar como dos especies taxonómicas bien diferenciadas en ciertas zonas de nuestro territorio (Q. affinis en la Sierra Madre Oriental y Q. laurina en la Sierra Madre del Sur) y que se pueden delimitar por algunas características de hojas, madera y polen.

Sin embargo estas dos especies presentan dos zonas de hibridización y por tanto de rompimiento de barreras genéticas: Eje Neovolcánico Transversal y norte de Oaxaca, lo cual conduce a considerarlas como miembros de un Singameón para el que se propone un posible origen.

El resultado de considerarlas como dos especies taxonómicas que se pueden delimitar y a la luz de los estudios realizados, conduce a presentar una redescrición de la Serie Lanceolatae en la que se ubican estas especies, una clave de determinación para las mismas, la revisión de su sinonimia y la adición de cinco sinónimos para Q. affinis y cinco para Q. laurina; finalmente se realizó la redescrición de las dos especies trabajadas.

CONTENIDO

	página
I. INTRODUCCION	
1. GENERALIDADES.....	1
El género <u>Quercus</u>	1
Posición taxonomica de las especies.....	3
El caso de <u>Q. ghisbregthii</u> Martens et Galeotti motivo de consideración.....	4
Consulta de material tipo de <u>Q. ghisbregthii</u>	5
Consideración de <u>Q. ghisbregthii</u> en este trabajo.....	6
II. OBJETIVOS	
Objetivo general.....	8
Objetivos particulares.....	8
III. METODO	
2. METODO.....	9
Método general.....	9
Descripción de las zonas de estudio.....	11
Localidades en el estado de Guerrero.....	11
Localidad en el Distrito Federal.....	13
Localidades en el estado de Veracruz.....	13
IV. RESULTADOS	
3. FENOLOGIA.....	20
Introducción.....	20
Método.....	21
Resultados.....	24
Discusión y conclusiones.....	36
4. ANATOMIA DE MADERA	
Introducción.....	37
Características de anatomía de madera del género <u>Quercus</u>	38
Método.....	38
Resultados.....	41
Discusión y conclusiones.....	51
Descripción de los grupos.....	53
1. <u>Quercus affinis</u>	53
2. <u>Q. affinis x laurina</u>	54
3. <u>Q. laurina</u>	55
4. <u>Q. acherdophylla</u>	55
5. CARACTERISTICAS FOLIARES	
Introducción.....	61
Método.....	62
Resultados.....	66
Forma de hojas.....	66
Patrón de venación.....	71
Descripción para el complejo <u>Q. affinis-Q. laurina</u>	73
Derivados epidérmicos.....	74
Discusión y conclusiones.....	75

6. ANALISIS DE POLEN	página
Introducción.....	90
Método.....	91
Resultados.....	93
Observaciones al microscopio de luz compuesto (MLC).....	93
Observaciones al microscopio electrónico de barrido (MEB).....	100
Descripción del polen del complejo <u>Quercus affinis-Q. laurina</u>	101
Discusión y conclusión.....	101
7. TAXONOMIA	
Introducción.....	108
Método.....	109
Resultados.....	109
Dos especies válidas con características morfológicas similares a las de <u>Q. affinis</u> y <u>Q. laurina</u>	111
<u>Quercus chiesbregthii</u>	111
<u>Quercus depressa</u>	111
En algunos casos el problema de delimitación permanece.....	112
Redescripción de la Serie Lanceolatae.....	115
Clave para las especies de la Serie Lanceolatae.....	115
Descripción de las especies.....	116
<u>Q. acatenanagensis</u> Trelease.....	116
<u>Q. affinis</u> Scheidweiler.....	117
<u>Q. laurina</u> Humboldt et Bonpland.....	123
Discusión y conclusiones.....	134
V. DISCUSION GENERAL	
8. Discusión.....	153
Explicación del complejo <u>Q. affinis - Q. laurina</u>	156
Propuesta para explicar la distribución y comportamiento del singameon <u>Q. affinis - Q. laurina</u>	157
La distribución de <u>Q. affinis</u> , <u>Q. laurina</u> y <u>Q. acatenanagensis</u>	165
VI. CONCLUSIONES GENERALES	
9. Conclusiones.....	167
VII. BIBLIOGRAFIA.....	170

INTRODUCCION

CAPITULO UNO GENERALIDADES

EL GENERO Quercus

Dentro de la familia Fagaceae, el género Quercus es el de más amplia distribución, se localiza en las regiones templadas del hemisferio norte. Comprende entre 300 y 600 especies a nivel mundial (Jones, 1986); según Muller y McVaugh (1972) alcanza en México y parte de América Central su mayor representatividad, de 100 a 240 especies (Martínez, 1951). Nixon (1993) estima que en México deben existir entre 135 y 150 especies de encinos; aunque Stebbins (1967) considera que un gran número de éstas en realidad no lo sean, sino que más bien sean subespecies de un pequeño número de especies polipíticas.

Al respecto, es necesario referirse al concepto de especie en el género Quercus, el cual ha sido tratado por Burger (1975), Muller (1942) y Van Valen (1976), quienes establecen que el concepto que tradicionalmente se ha utilizado es el morfológico, creando muchos problemas por la marcada variación de forma de hojas que presenta el grupo, carácter en el que principalmente se basa la taxonomía de encinos. Asimismo, el concepto de especie biológica no corresponde con muchas de las especies definidas morfológicamente para Quercus, ya que estas presentan un amplio grado de hibridización, así Burger (1975) menciona: ["El concepto de especie biológica parece ser un sistema de poblaciones de extraordinaria complejidad y difícil de delimitar en Quercus. Este complejo sistema de poblaciones aislado genéticamente no es comparable al de especies descritas genéticamente en la mayoría de otros géneros"].

Por su parte, Van Valen (1976), propone utilizar el concepto de especie ecológica con el manejo de una zona adaptativa para un linaje que delimita a las especies. El mencionado autor define a la especie ecológica como ["Un linaje (o un conjunto de linajes estrechamente relacionados), que pueden ocupar una zona adaptativa mínimamente diferente, de aquella de algún otro linaje en su rango y la cual evoluciona separadamente de todos los linajes fuera de su rango"].

Stebbins (1967) observa que los patrones de variación morfológica se complican cuando un grupo de especies que viven juntas en varias regiones muestran aislamiento reproductivo en ciertas zonas, pero en otras áreas, estas mismas especies pueden estar conectadas por híbridos de la primera generación (generalmente fértiles), y otros individuos que son el resultado de segregación o retrocruza. Van Valen (1976), se refiere a este suceso y lo define como multiespecies o un juego de especies simpátricas que intercambian genes en la naturaleza, equivalente a singameon ya ampliamente tratado por Hardin (1975) y retomado por Grant (1989) para encinos blancos. Este último autor menciona que un singameon pueda comportarse como una especie biológica pero con una estructura interna más compleja, cuyos componentes son tratados correctamente como especies taxonómicas válidas.

Por otro lado, pocas especies de encinos están adecuadamente conocidas en cuanto a flores y frutos, además muchas de las colectas de encinos frecuentemente carecen de tales estructuras, consecuentemente el taxónomo utiliza a las hojas como el caracter principal en el que basa las descripciones y determinación de las especies en el género Quercus (Trelease, 1924; Martínez, 1951; Muller and McVaugh, 1972; Valencia, 1989).

Si bien, este caracter resulta por sí sólo muy útil en la determinación de algunas especies de encinos, es insuficiente para otras especies, debido a que las hojas que presentan los individuos de tales especies tienen gran variación morfológica conduciendo a problemas de determinación de especies. En estos casos de alta variación morfológica de la hoja, este caracter debe interpretarse a la luz de correlaciones con otros caracteres para identificar a las especies en cuestión.

Los aspectos descritos con anterioridad han influido en menor o mayor grado en la delimitación de especies del género Quercus dependiendo de las especies involucradas.

En un estudio florístico preliminar (Valencia, 1989) realizado en el Estado de Guerrero para el género Quercus se observó, entre otros, un grupo que involucra especies difíciles de caracterizar y delimitar por su morfología: Q. laurina Humb. et Bonpl., Q. affinis Scheid. y Q. ghesbregthii Mart. et Gal.; estas especies no son endémicas de Guerrero y excepto la última, presentan una distribución amplia en el territorio nacional.

Estas especies pertenecen al subgénero Erythrobalanus, el que de acuerdo a Trelease (1924) presenta aproximadamente 198 especies en el continente americano, y según Solomon (1983 b); Muller, (1942); Trelease, (1924) presenta poca consistencia en las relaciones sistemáticas de las especies que incluye.

Las tres especies de este grupo presentan gran parecido morfológico en los ejemplares herborizados y aunque hay algunas colectas que típicamente corresponden en particular a una de las tres especies, hay otras que bien podrían corresponder a cualquiera de ellas, las descripciones morfológicas sobreponen caracteres y esto dificulta aún más su identificación; por otro lado, sus características en cuanto al hábitat y a la altitud son parcialmente similares.

Es importante analizar las características de grupos parecidos buscando si se trata de una misma especie o de especies diferentes, estudiando distintos caracteres que permitan conocer con más detalle las poblaciones o especies y su comportamiento. Así, se llegará a conocer diferencias entre individuos, poblaciones y especies como establece Harper (1982); ya que estos datos serán mucho más útiles, sobre todo en el manejo de grupos económica y ecológicamente importantes, respecto a aquellos ofrecidos

por una simple descripción morfológica.

De este modo, el presente trabajo pretende contribuir a la caracterización y delimitación de los mencionados taxa con base en caracteres morfológicos, histológico-anatómicos y fisiológicos de cada uno de ellos, y de manera colateral al esclarecimiento de las relaciones sistemáticas de los encinos rojos y al conocimiento de la biología de los encinos del subgénero Erythrobalanus que en el territorio mexicano presentan una alta diversidad (127 especies) según Trelease (1924).

En particular este estudio pretende contribuir a un mejor entendimiento de los encinos rojos, y quizá un manejo silvícola adecuado en donde estas especies estén presentes, lo cual es importante, pues no se debe olvidar que los individuos del género Quercus, presentan, por una parte, una gran importancia ecológica. Por ejemplo, las especies involucradas en este trabajo forman grandes extensiones de bosques o partes importantes de los mismos; asimismo, también tienen importancia económica, ya que los individuos de Q. laurina son candidatos para ser utilizados en la industria maderera (De la Paz Pérez, 1974).

POSICION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES TRATADAS EN ESTE ESTUDIO

Numerosos han sido los trabajos que han intentado agrupar a las especies del género Quercus en diferentes taxa subgenéricos (Oersted en Liebmann, 1869; Bentham y Hooker, 1880; Schwarz 1936). Sin embargo, de los más amplios y aceptados están el de Trelease (1924) que ordena a las especies de encinos americanos en seis grupos, los que el mencionado autor manaja indistintamente como subgéneros o secciones: Heterobalanus, Cerris, Cyclobalanopsis, Erythrobalanus, Protobalanus y Leucobalanus y éstos a su vez en series. Por su parte Camus (1936) en su trabajo monográfico para Quercus en todo el mundo las agrupa en dos subgéneros: Cyclobalanopsis y Euquercus, éste último incluyendo seis secciones: Cerris, Mesobalanus, Lepidobalanus, Macrobalanus, Protobalanus y Erythrobalanus y éstas a su vez en subsecciones. Recientemente Nixon y Crepet (1985) proponen que el género se divida en dos subgéneros: Cyclobalanopsis y Quercus y cuatro secciones Cerris, Protobalanus, Quercus (encinos blancos) y Rubrae (encinos rojos).

En estos esquemas de clasificación se pueden apreciar pequeñas diferencias en cuanto a nombre, especies incluidas en los grupos y a las jerarquías asignadas a los mismos. Para decidir cuál de los tres esquemas de clasificación es más aceptable, es necesario realizar estudios cuidadosos de los caracteres de estos taxa. No obstante, las diferencias que se presentan en las clasificaciones anteriores, los tres esquemas incluyen a los encinos rojos (Erythrobalanus o Rubrae) e independientemente de la jerarquía que se les asigne, el grupo es el mismo y es dentro de este grupo donde se encuentran las especies que nos ocupan.

En el presente trabajo, se sigue el esquema propuesto por Trelease (1924), debido

a que es el más antiguo y más difundido, pero bien pudiera no ser el más natural.

Como ya se mencionó, las secciones o subgéneros propuestos por Trelease (1924) para Quercus incluyen agrupaciones menores a las que Trelease denomina series. Sin embargo, el mencionado autor no hace referencia exacta al criterio o criterios utilizados para organizar a tales series. Trelease (1924) sólo menciona que la organización de los grupos infragenéricos ["se basa en la forma de las hojas y de los frutos, pero las especies que incluye cada grupo coinciden en los caracteres fundamentales"].

Al analizar la descripción de algunas de las series de Trelease (1924), se puede observar que no hay congruencia en los caracteres utilizados para delimitar a las series, implicando la necesidad de hacer una revisión de ellas que las presente en un esquema más natural.

Las tres especies de este estudio, pertenecientes al Subgénero Erythrobalanus (encinos rojos), están colocadas en dos series:

Serie Caeruleocarpae Trelease

Quercus ghisbreghtii Martens et Galeotti

Serie Lanceolatae Humboldt et Bonpland

Quercus laurina Humboldt et Bonpland

Quercus affinis Scheidweiler

Serie Caeruleocarpae. ["Árboles moderadamente grandes, con ramillas más bien delgadas, tomentoso o casposo, yemas ovoides, hojas de tamaño medio, lanceoladas, enteras, moderadamente largo pecioladas, grabrescentes finamente reticuladas en ambas superficies y frutos anuales de tamaño moderado, redondeado, cortamente pedicelado, con escamas pequeñas canescentes, despuntadas y adpresas"]. Trelease (1924) incluyó en esta serie, sólo dos especies: Q. ghisbreghtii Mart. et Gal. y Q. caeruleocarpa Trel.; con distribución en la Sierra Madre Oriental (Trelease, 1924).

Serie Lanceolatae. ["Árboles más bien pequeños con ramillas delgadas más o menos glabras, yemas ovoides, hojas medianas o pequeñas generalmente lanceoladas, moderadamente largo pecioladas, enteras, o bajo aristadas o poco dentadas, generalmente glabrescentes, más bien delgadas, venas más o menos elevadas en ambas superficies y fruto anual o bianual, con un fruto más bien pequeño, cortamente pedicelado con escamas adpresas, canescentes o glabras"]. Trelease (1924) incluyó en esta serie 17 taxa; con distribución en la Meseta Mexicana y en las cordilleras o sierras adyacentes (Trelease, 1924).

EL CASO DE Quercus ghisbreghtii Martens et Galeotti, MOTIVO DE CONSIDERACION
Durante la elaboración de la metodología para trabajar con estas tres especies de

encinos, se encontraron características que condujeron a reconsiderar la inclusión de Q. ghiesbreghtii dentro de este complejo de especies, junto con Q. affinis y Q. laurina.

CONSULTA DEL MATERIAL TIPO DE Quercus ghiesbreghtii

El tipo de Q. ghiesbreghtii Martens et Galeotti (figura 1.1) fue proporcionado en préstamo por el herbario de Bruselas, Bélgica (BR), tal ejemplar se revisó y analizó y de ello se desprenden las siguientes observaciones:

- 1) La localidad tipo no es El Pico de Orizaba como se establece en los trabajos monográficos de Trelease (1924) y Maximino Martínez (1974); sino la Cordillera de Oaxaca como se anota en la etiqueta. Esta localidad aunque menos precisa, confiere a la especie un distribución completamente diferente.
- 2) Después de algunos estudios en la fenología de Quercus affinis y Q. laurina, se observa que la maduración de los frutos aparentemente anual que se muestra en el ejemplar tipo de Q. ghiesbreghtii, puede corresponder a frutos de maduración bianual.

Al respecto es necesario referirse a que el tiempo de maduración de los frutos de los encinos puede causar confusión; ya que para deducir a partir de un ejemplar de herbario que se trata de un fruto de maduración anual o bianual, se toma como referencia la ubicación del fruto maduro, ya sea en las últimas o penúltimas ramilla del árbol, si el fruto maduro se presenta en la última ramilla de crecimiento, se dice que el fruto es de maduración anual, y si está en la penúltima entonces es bianual.

Sin embargo, este aspecto puede estar enmascarado, ya que como pudo corroborarse con las observaciones fenológicas llevadas a cabo en este trabajo, ocasionalmente las yemas que se desarrollan y que dan origen cada año a nuevas ramillas pueden no desarrollarse, consecuentemente los frutos que se produjeron el año anterior y que continúan con su desarrollo, están sobre las ramillas también del año anterior pero que permanecen como las últimas formadas, aparentando que los frutos se produjeron y maduraron en el mismo año, es decir en el ejemplar de herbario se presentan como de maduración anual, pero la realidad es que tardaron dos años en alcanzar la madurez, sólo que no hubo desarrollo de yemas en el último año.

3) Por otro lado, la consistencia y venación de las hojas es similar a la de Quercus benthamii A. DC. o a la de Q. rubramenta Trel., no así a las presentes en Q. laurina y Q. affinis. Sin embargo, los frutos y yemas no concuerdan con los de Q. rubramenta y Q. benthamii, sugiriendo quizás que podría tratarse de un híbrido de alguna de estas dos especies con Q. laurina.

I. CONSIDERACION DE Quercus ghiesbregthii EN ESTE TRABAJO

El objetivo original de este trabajo era delimitar taxonómicamente tres especies de encinos rojos Quercus affinis Scheidweiler, Q. ghiesbregthii Martens et Galeotti y Q. laurina Humboldt et Bonpland. Sin embargo, la revisión del material tipo (fotos de holotipos) de Q. nitens Martens et Galeotti (sinónimo de Q. affinis), Q. ghiesbregthii y Q. laurina (ver figura 1.1 y figuras de los tipos del capítulo 7); así como la visita a algunas de las localidades en que fueron colectados algunos de los tipos, conducen a excluir a Q. ghiesbregthii como parte del problema en la delimitación de las especies en este trabajo.

Entre los aspectos que conducen a excluir del problema a Quercus ghiesbregthii están: 1) que en la búsqueda en los alrededores del Pico de Orizaba para establecer las poblaciones con las que se trabajaría para cubrir el objetivo principal de este trabajo, nunca se encontró ninguna que tuviera individuos con las características que se observaron en el tipo; 2) asimismo, las características del tipo recuerdan en parte a las presentadas por Q. rubramenta Trel. o a aquellas de Q. benthamii DC., especies con distribución conocida sólo para la Sierra Madre del Sur y para Chiapas, respectivamente.

Lo anterior sugiere que a lo que se ha llamado Q. ghiesbregthii Martens et Galeotti podría corresponder a un híbrido no prolifero de alguna de las dos especies mencionadas (pues no se encontraron más individuos en las poblaciones visitadas, ni ejemplares herborizados en los herbarios revisados, que se pudieran asignar a esta especie) o bien a un individuo un tanto atípico de alguna de las mismas dos especies, pues su distribución, el carácter aparentemente anual de maduración del fruto, la forma de la hoja y el tipo de venación general así lo sugieren.

Quercus ghiesbregthii se consideró originalmente como parte del problema de delimitación taxonómica para estudiar en este trabajo, debido a que la descripción original y fotografía del tipo proporcionada por Trelease (1924) sugieren gran parecido morfológico con Q. affinis y con Q. laurina y los caracteres incluidos en la descripción y fotografía coincidieron con algunos ejemplares colectados en el estado de Guerrero, que se creyó pertenecían a Q. ghiesbregthii.

Sin embargo, con base en lo expuesto en los párrafos anteriores: inexistencia (excepto del material tipo) de colectas asignables a Q. ghiesbregthii y características morfológicas y de distribución afines de ésta con Q. rubramenta y Q. benthamii, excluye a Q. ghiesbregthii como parte del problema de la delimitación de especies en este trabajo, quedando solamente Q. affinis Scheidw. y Q. laurina Humb. et Bonpl. formando parte del objetivo principal y de los objetivos particulares de este estudio.



Figura 1.1. A. y B. Holotipo de *Q. ghiesbreghtii* Galeotti 128 ! (BR).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la caracterización y delimitación de Quercus affinis y Q. laurina, con base en caracteres morfológicos, histológico-anatómicos y fisiológicos, y de manera colateral al esclarecimiento de las relaciones sistemáticas de los encinos rojos y al conocimiento de la biología de los encinos del subgénero Erythrobalanus.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Observar el desarrollo de frutos para determinar el carácter anual o bianual de cada una de las especies.
- Conocer de forma cuantitativa y cualitativa la fenología de Quercus affinis y Q. laurina.
- Analizar la utilidad de la anatomía de madera de Q. affinis y Q. laurina como una herramienta para la delimitación taxonómica entre estos dos taxa.
- Analizar la utilidad de las características foliares de las especies de encinos involucradas en este estudio, como herramientas para la delimitación taxonómica de las mismas.
- Evaluar la morfología y talla del polen de Q. affinis y Q. laurina como un carácter útil en la delimitación de las especies.
- Revisar la nomenclatura relacionada con Q. affinis, Q. laurina y con su sinonimia.
- Realizar un análisis fenético con los datos obtenidos de los puntos anteriores.

METODO

CAPITULO DOS MÉTODO

En esta sección se describe el método general desarrollado para cumplir con los objetivos planteados en este trabajo. La metodología específica para cada aspecto trabajado será descrita en la sección correspondiente, asimismo se describirán las variantes existentes en cuanto a muestro, especies y poblaciones consideradas en cada aspecto.

METODO GENERAL

La obtención de muestras para desarrollar este trabajo requirió de la elección de poblaciones de Quercus affinis, Q. laurina, de poblaciones formadas por individuos que presentaran características intermedias y de la elección de una población de una especie del subgénero Erythrobalanus para utilizarla como referencia. La población más accesible para estos fines resultó Q. acherdophylla, por localizarse en un sitio vigilado, seguro para muestrearlo y por encontrarse sobre el itinerario que se recorría cada dos meses en el estado de Veracruz. Asimismo para algunos aspectos se incluyeron muestras de Q. rubramenta también utilizada como especie de referencia por ser también un encino del subgénero Erythrobalanus y porque se tenía suficiente material palinológico y foliar para trabajar y comparar.

Originalmente se inició el trabajo con un total de 16 poblaciones distribuidas en el centro, este y oeste del territorio mexicano, la alteración de los sitios y la imposibilidad de seguir la fenología en seis de ellas condujo a la reducción a tan sólo 10 poblaciones, ubicadas como lo muestra la figura 2.1.

Los sitios de trabajo se eligieron para poder contar con poblaciones localizadas en diferentes regiones fisiográficas con diferentes condiciones ambientales (en general la parte oriental de México es más cálida y húmeda que la occidental) y de esta manera poder relacionarlos con los caracteres que se analizan.

En cada localidad se realizó una prospección y se eligió una población de cada una de las especies, en donde se buscaron de cuatro a cinco individuos maduros que se marcaron para obtener sus datos fenológicos a lo largo de casi dos años durante visitas periódicas. De los individuos marcados se obtuvieron algunas muestras para los análisis que se describen en los siguientes apartados, así como un ejemplar de herbario de cada uno de ellos.

	REGION FISIOGRAFICA	POBLACION-ESPECIE	LOCALIDAD	ALTIT.
G U E R R E R O	Eje Neovol. Transv. Sierra de Taxco	1. (1) <i>Q. affxlaui</i>	Huizteco	2400
		2. (1) <i>Q. affinis</i>	17 Km O Tax.	1900
		3. (1) <i>Q. affxlaui</i>	Pto. Oscuro	2400
	S. Madre del Sur	4. (1) <i>Q. laurina</i>	Tres Caminos	2540
DF	Eje Neovol. Transv.	5. (1) <i>Q. affxlaui</i>	Contreras	2400
V E R A C R U Z	Sierra Madre Oriental	6. (1) <i>Q. affinis</i>	Jalacingo	1830
		7. (1) <i>Q. affinis</i>	Monte Real	2000
	Eje Neovol. Transv.	8 9 (2) <i>Q. laurina</i>	Pto. del Aire	2300
		10. (1) <i>Q. acherdo</i>	Potrerillos	2400

Figura 2.1. Relación de las poblaciones de especies de encinas estudiadas, su ubicación y altitud. La designación de poblaciones con características morfológicas intermedias se representó con una "x" en el epíteto. El número entre paréntesis en la columna de población-especie, corresponde al número de poblaciones de cada especie considerada en cada región fisiográfica (Figura 2.2).

Se tomaron datos de campo como son: orientación de ladera, fenología, asociaciones vegetales y altitud. Los datos de clima para cada localidad se tomaron de García (1981) y de la carta climática 1:1 000 000 México, editada por el Instituto de Geografía (UNAM); los datos de suelo provienen de la carta 1:1 000 000 de Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP).

De acuerdo a la fenología observada y obtenida de bibliografía, se planearon 4 visitas durante el primer año y cada dos o tres meses durante el segundo año.

Como ya se mencionó con anterioridad, colateralmente y con fines comparativos se analizan algunos aspectos para individuos de otras especies de la serie *Erythrobalanus*, *Quercus rubramenta* Trelease y *Q. acherdophylla* Trelease, en particular en los estudios palinológicos y de arquitectura de hojas (Figuras 2.3 y 2.4).

Se solicitaron en préstamo, los tipos de las tres especies en estudio y la mayoría de los tipos de los sinónimos conocidos según Muller y McVaugh (1972), para así analizar las características morfológicas en las que se basan las descripciones originales y la delimitación de las especies.

Los resultados obtenidos de los diferentes estudios se analizaron utilizando los programas estadísticos STATGRAPHICS V. 5.0 con el que se aplicó el método no jerárquico de análisis discriminante, el cual ayuda a determinar la población o especie a la que pertenece un individuo en cuestión dependiendo de las características del mismo (Cuadras, 1981) y el programa NTSYS-pc V. 1.6 con el que se trabajó el

método jerárquico de análisis de clasificación, el cual partiendo de la presencia o ausencia de "n" características de los individuos o muestras a clasificar, forma grupos cada vez más amplios hasta llegar a una clasificación jerárquica (Cuadras, 1981); éste procedimiento de clasificación es referido como análisis de agrupamiento por Crisci y López (1983) y será la forma como será nombrado en éste trabajo.

DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

I.- Se eligieron las poblaciones de estudio para el presente trabajo, éstas son 10 en total y se distribuyen en 10 localidades, su ubicación geográfica y caracterización se expone en seguida (Figura 2.2):

Localidades en el Estado de Guerrero:

1.- Quercus affinis x Q. laurina

Parque Cerro del Huizteco, municipio Taxco de Alarcón. Localidad situada a 18° 34'48" de latitud N y 99°35'16" Longitud O. Altitud de 2430 m snm.

El suelo presente en esta zona es Lc+Lf+1/3, es decir, Luvisol crómico en primer término, luvisol férrico en segundo término y litosol en tercer término. El Luvisol es un suelo con acumulación de arcilla en el subsuelo, es de zonas templadas, rojos o claros, moderadamente ácidos. De alta susceptibilidad a la erosión. La textura es fina y la fase física litolítica.

El tipo de vegetación dominante en la zona es el Bosque de Quercus donde los principales elementos pertenecen a Q. affinis x Q. laurina, Q. candicans y Q. crassifolia, en el límite inferior (con menos suelo) de este tipo de vegetación se encuentra un bosque de coníferas y Quercus dominado por Q. urbanii.

El clima de esta localidad corresponde, al C(w²)(w)b(i')g, ésto con base en la estación de Zacualpan, Edo. de México por ser la estación más cercana a la zona de trabajo, que de acuerdo a la carta climática consultada (Instituto de Geografía, UNAM. 1:1 000 000. 1981) presenta clima similar al de la zona de trabajo (Figura 2.5-A).

2.- Quercus affinis

17 km al oeste de Taxco, municipio Taxco de Alarcón. Localidad situada a 18°36'04" de Latitud N y 99°39'18" de Longitud O. Altitud de 1900 m snm.

Esta localidad presenta un tipo de suelo Lc+Lf+1/3, lo que corresponde a un Luvisol crómico en primer término, Luvisol férrico en segundo término y Litosol en tercer término, la textura es fina y la fase física litolítica. El suelo de esta zona es muy profundo.

En la localidad se encuentra un bosque húmedo de Quercus que bordea una cañada. La especie que domina es Q. affinis, aunque algunos de estos individuos presentan características intermedias entre Q. laurina y Q. affinis.

El clima de esta localidad es el C(w"2)(w)b(i')g, con base en la estación meteorológica más cercana de Zacualpan, Edo. de México (Figura 2.5-A).

3.- Quercus affinis x Q. laurina

Puerto Oscuro, municipio Pedro Ascencio. Localidad situada a 18°38'08" de latitud N y 99°45'36" de longitud. Altitud de 2400 m snm.

El suelo de esta zona es Bc+Re+I/2+, correspondiente en un primer término a un Cambisol crómico, en segundo término a un Regosol eútrico y en tercer término un Litosol con textura media. El Regosol se caracteriza por no presentar capas distintas, son claros y se parecen a la roca que les dió origen, se pueden presentar en muy diferentes climas con diferentes tipos de vegetación. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentren.

El bosque húmedo de Quercus es el tipo de vegetación presente en esta zona y es Q. affinis-Q. laurina el grupo con mayor distribución, elementos de Q. rugosa y Q. candicans también pueden encontrarse en los lugares más perturbados.

El clima de esta localidad de acuerdo a la estación meteorológica más cercana de Zacualpan es el C(w"2)(w)b(i')g (Figura 2.5-A).

4.- Quercus laurina

1 km al S de Tres Caminos, municipio Leonardo Bravo. Localidad situada a 17°34'28" de latitud N y 99°52'16" de longitud O. Altitud de 2540 m snm.

El suelo presente en esta zona es Lc+Bc+Re/3, es decir, Luvisol crómico en primer término, Cambisol crómico en segundo plano y Regosol eútrico en tercer plano. Con textura fina y una fase física litolítica. El cambisol es un suelo joven poco desarrollado; de cualquier clima, menos de zonas áridas; pueden sostener cualquier tipo de vegetación; en el subsuelo tiene una capa con terrones que presentan un cambio con respecto al tipo de roca subyacente, con alguna acumulación de arcilla, calcio, etc.

La alta tala de especies maderables de algunos encinos, pero principalmente de pinos, es el principal agente que afecta al bosque de coníferas y Quercus presente en esta localidad. Las principales especies de encinos que se encuentran formando parte de esta comunidad son Q. uxoris, Q. laurina, Q. rubramenta y Q. martinezii, algunos de ellos alcanzando alturas de más de 30 m. y D. A. P. de 0.8 a 1 m. Esta comunidad llega a albergar elementos del bosque mesófilo de montaña como Chiranthodendron pentadactylon y Oreopanax xalapensis, así como individuos del bosque de coníferas (i.e. Abies religiosa).

El clima de esta zona, de acuerdo a la estación meteorológica más cercana de

San Vicente, es el C(m)b i g (Figura 2.5-B).

Localidad en el Distrito Federal

5.- Quercus affinis x Q. laurina

Primer Dínamo de Contreras, Delegación de Magdalena Contreras. Localidad situada a 19°17'28" de latitud N y 99°16'16" de longitud O. Altitud de 2400 m snm.

El suelo de esta localidad es definido como Tm+Th/2, correspondiendo a un Andosol mólico en primer término y Andosol húmico en segundo. El Andosol se ha formado a partir de cenizas volcánicas. En condiciones naturales, si están en zonas empladas, tienen vegetación de pino, abeto o encino. La textura es media.

La vegetación presente en el Primer Dínamo de Contreras es el bosque de Quercus laurina x Q. affinis en la cañada y en las laderas; en las zonas aladañas y planas, la vegetación original ha sido sustituida por prados para recreación de los visitantes.

Con base en la estación de Anzaldo-Contreras, el clima es C(w1)(w)b(i') (Figura 2.5-C).

Localidades en el Estado de Veracruz

6.- Quercus affinis

7 Km al W de la desviación a Altotonga, municipio de Jalacingo. Localidad situada a 19°48'15" de latitud N y 97°17'35" de longitud O. La Altitud es de 1830 m snm.

El suelo presente en esta localidad es del tipo To+Tm/2, es decir, andosol órtico y mólico. También está presente el Feozem Hh+Lc+1/2, es decir, Feozem háplico y Luvisol crómico, el Feozem se caracteriza por estar formado por una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes, se encuentra desde zonas semiáridas hasta templadas o tropicales. En condiciones naturales sostiene casi cualquier tipo de vegetación, se encuentran en terrenos desde planos hasta montañosos y la susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terreno donde se encuentran.

Esta zona está muy alterada por la tala para la creación de tierras de cultivo y pastoreo, sostiene un bosque húmedo de Quercus con abundantes helechos, la especie de encinos dominante es Q. affinis, pero también hay algunos árboles de Q. candicans.

Con base en la estación de Jalcingo, el tipo de clima presente en esta zona es C(fm)w''big (Figura 2.5-D).

7.- Quercus affinis

0.5 km al E del poblado de Monte Real, municipio de Tonayapa. Localidad situada a 19°43'33" de latitud N y 96°53'11" de longitud O. Altitud de 2000 m snm.

El suelo es de tipo Lc+Bc/2, es decir, es un luvisol crómico en primer término. En segundo término es un cambisol crómico, es decir, un suelo poco desarrollado. Suceptibilidad de moderada a alta a la erosión y una textura media.

La vegetación original correspondía a un bosque de Quercus sin embargo está muy alterada por la tala para obtener pastizales, quedan solamente algunos manchones de encinares en las partes altas de los lomeríos; la especie dominante es Q. affinis, aunque también está presente pero en cantidades mucho menores Q. rigophylla.

El clima dominante con base en la estación de Naolinco, la más cercana con aparente igualdad de tipo de clima es C(fm)w'b(i') (Figura 2.5-E).

8 y 9.- Quercus laurina

Puerto del Aire, municipio de Acutzingo. Localidad situada a 18°42'13" de latitud N y 97°07'34" de longitud O. Altitud de 2300 m snm.

El suelo de Puerto del Aire es Hh+Vp/3, es decir, un Feozem háplico en primer término y un vertisol pélico en segundo. El vertisol es un suelo que presenta grietas anchas y profundas en época de sequía; son suelos muy duros, arcillosos y masivos, frecuentemente negros, grises y rojizos. Se encuentran en climas templados y cálidos con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación que sostiene es muy variada. Su susceptibilidad a la erosión es baja. La textura es fina.

El tipo de vegetación que se presenta es un bosque de Quercus dominado por Q. laurina, aunque elementos de Q. rugosa también están presentes.

El clima presente de acuerdo a la estación de Acutzingo es C(w"o)(w)b(i')g (Figura 2.5-F).

10.- Quercus acherdophylla

Potrerrillos, municipio de Coscomatepec. Localidad situada a 19°04'04" de latitud N y 97°14'24" de longitud O. Altitud de 2400 m snm.

El suelo de esta localidad se define como Th+1/2. Presenta un andosol húmico en primer término y un litosol en segundo; el litosol es un suelo de distribución muy amplia, se encuentra en todos los climas y asociado a muy diversos tipos de vegetación, son suelos sin desarrollo y con profundidades menores de 10 cm, tienen características muy variables, según el material que los forma. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentren, pudiendo ser desde moderada a alta. La textura es media y la fase física es la lítica.

El tipo de vegetación de esta zona (aunque muy alterado por la agricultura) es

el bosque de Quercus dominado por Q. acedrophylla, pero también llegan a encontrarse de manera escasa elementos de Q. laurina, otros elementos presentes son los árboles frutales introducidos, por ejemplo: ciruelos, tejocotes y peras. Esta encinar se encuentra en las faldas del Pico de Orizaba y presenta en el límite superior colindancia con el bosque de coníferas y en el inferior con el bosque de tropical subcaducifolio, también muy alterado por el cultivo del café y caña de azúcar.

Con base en la estación de Coscomatepec, el clima que se presenta en esta localidad es el (A)C(fm)w''big (Figura 2.5-G).

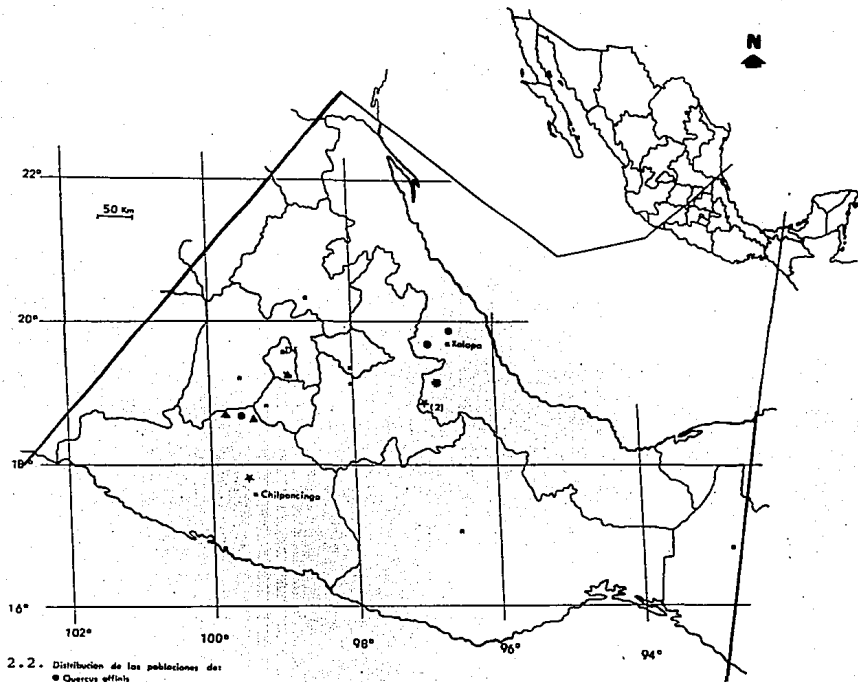


Figura 2.2. Distribución de las poblaciones de:

- *Quercus affinis*
- * *Q. laurina*
- ▲ *Q. affinis-laurina*
- *Q. schenckii*



A



B

Figura 2.3. Ejemplares de *Q. rubramenta* Trel., una de las especies de referencia. A) S. Valencia A. 487 (FCME); B) S. Valencia A. 486 (FCME).



A



B

Figura 2.4. Ejemplares de *Q. acherdophylla* Trel., una de las especies de referencia. A) Isotipo Pringle 10008 (MEXU); B) S. Valencia A. 803 (FCME).

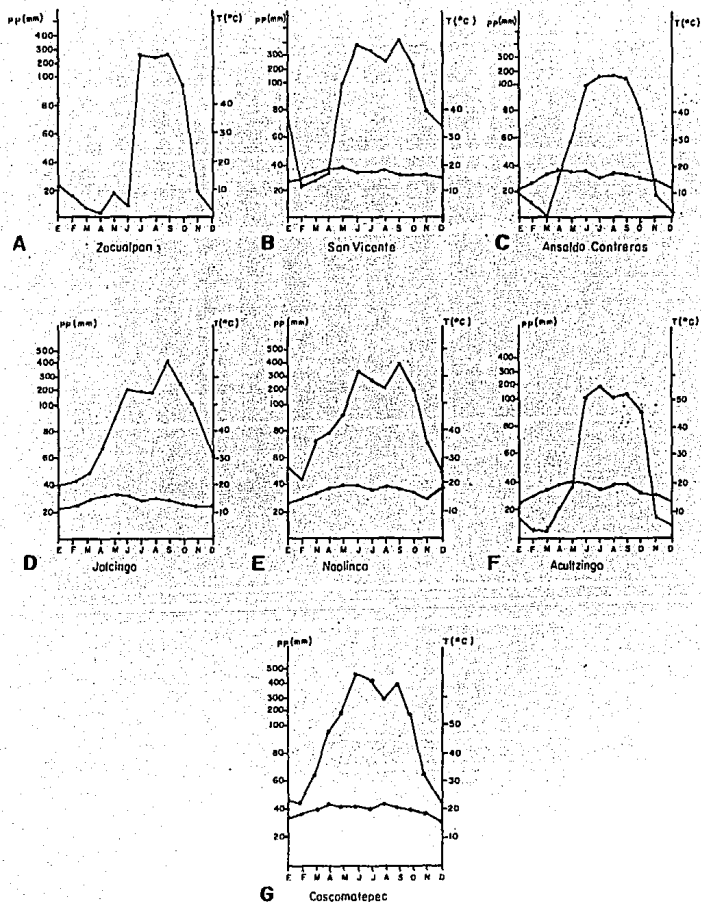


Figura 2.5. Ombrogramas de las zonas de Trabajo. A) Zacualpan, Estado de México, *Q. affinis* y *Q. affinis x laurina*; B) San Vicente, Guerrero, *Q. laurina*; C) Ansaldo Contreras, Distrito Federal, *Q. affinis x laurina*; D) Jalcingo, Veracruz *Q. affinis*; E) Naolinco, Veracruz, *Q. affinis*; F) Acultzingo, Veracruz, *Q. laurina*; G) Coscomatepec, Veracruz, *Q. acherdophylla*.

RESULTADOS

CAPITULO TRES FENOLOGIA

INTRODUCCION

La fenología es definida por Font-Quer (1982) como "el estudio de los aspectos que se suceden en una especie o en una sinecia, es decir el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, la floración, la maduración de los frutos, etc. Estos fenómenos se realacionan con el clima de la localidad en que ocurren; y viceversa, de la fenología se pueden sacar inferencias relativas al clima y, sobre todo al microclima". Para Rzedowski (1978), la fenología es "el estudio de los fenómenos rítmicos de las plantas y de la vegetación como por ejemplo, período de floración, de fructificación, de defoliación, etc."

Se conocen pocos trabajos sobre fenología de encinos para México y en el mundo en general.

Para México algunos de los trabajos florísticos estatales como los de González (1986), Valencia (1989), Vázquez (1992) y Romero (1993), ofrecen datos de floración y fructificación de las especies incluidas en los listados respectivos de cada trabajo, tales datos fenológicos son obtenidos con base en limitadas observaciones de campo y en ejemplares de herbario.

Otros trabajos sobre fenología de encino que se están llevando a cabo son los de Figueroa et al. (1992), Gómez y Ayerde (1992), y García y Guzmán (1992), quienes presentaron sus avances en el III Seminario Nacional Sobre Utilización de Encinos, en 1992.

Asimismo, algunos trabajos sobre encinos en Estados Unidos de Norteamérica, solamente describen de una manera muy somera los tiempos de floración y fructificación de los encinos; sin embargo, destacan los trabajos de Sharp y Chisman (1961) y de Sharp y Sprague (1966). En el primer trabajo mencionado, los autores estudian aspectos de floración masculina de cuatro especies de encinos blancos durante 12 años, obteniendo resultados que indican que los factores que perjudican la floración masculina y dispersión del polen son los vientos secos y las heladas. En el segundo trabajo, los autores estudian tres especies de encinos blancos durante 12 años (1949-1962) y mencionan que las temperaturas del aire de primavera afectan la producción de bellotas, también establecen que ni el viento, precipitación, humedad relativa, ni la disminución de presión de vapor influyen significativamente en la producción de bellotas.

En Europa, el trabajo más completo sobre este tema es publicado por Longman y Coultts en 1974. En éste analizan el alargamiento de renuevos y expansión de las hojas, actividad cambial del tallo y de raíces, alargamiento de raíces, abscisión de hojas,

abscisión de ramillas, floración y fructificación.

No obstante estos tres últimos trabajos extranjeros que existen sobre la fenología del género Quercus, hay escasez de trabajos fenológicos en nuestro territorio, quizá la escasez de éstos se deba principalmente a tres factores:

a) factor económico, pues los trabajos fenológicos resultan muy costosos.

b) El factor tiempo ya que para empezar a obtener datos analizables se debe esperar un tiempo de por lo menos un ciclo completo (un año). De acuerdo a Proctor (1983) para poder conocer con mejor detalle la fenología de un grupo y que el trabajo tenga mayor valor se deben analizar por lo menos tres años, siendo un óptimo cinco años. Esto debido a que como lo señala Font-Quer (1982), la fenología es reflejo de las condiciones climáticas y como, existen años que son más lluviosos o más calientes que otros, los aspectos fenológicos también son alterados, presentándose por ejemplo años en que los individuos tienen una muy alta floración y/o fructificación y otros en que la producción es muy baja a casi nula, o cuando los períodos de lluvia y/o sequía se prolongan hasta por un mes, también alteran los aspectos fenológicos.

c) Factor de factibilidad se refiere a la seguridad o vigilancia que presentan los sitios muestreados, ya que como sucedió en este trabajo, en cuatro de los once sitios en los que se pretendía muestrear, las trampas para la hojarasca se "perdieron" y el trabajo no se pudo llevar a cabo en tales localidades. Asimismo el tiempo que se invierte en la separación y ordenación del material recolectado es muy grande y aparentemente poco provechoso.

De esta forma, aunque el trabajo fenológico que aquí se presenta ofrece datos de sólo un año ocho meses y para algunas poblaciones un poco menos, con muestreos aproximados de cada dos meses, se considera importante debido a la carencia de este tipo de trabajos con datos cuantitativos. De esta forma este trabajo permite conocer el tiempo de maduración de frutos de Quercus affinis y Q. laurina, pues existía duda del tiempo que tardaban en madurar los frutos; asimismo se ofrecen gráficas descriptivas de aspectos como: período de floración; de abscisión de hojas, ramas, frutos inmaduros, bellotas y copas maduras para Q. affinis, Q. laurina y Q. acherdophylla (especie de referencia).

MÉTODO

Para analizar la fenología de estas especies se muestrearon siete poblaciones en total: cuatro de Veracruz, una correspondiente a Quercus affinis de Jalacingo, dos de Q. laurina en Puerto del Aire y una en Potrerillos de Q. acherdophylla. En Guerrero se establecieron tres sitios de muestreo: uno en El Parque Cerro del Huizteco, en donde se localizó una población intermedia de Q. affinis x Q. laurina, otro a 17 Km al O de Taxco de Alarcón, en donde los individuos presentan características

morfológicas correspondientes a Q. affinis y el último en Tres Caminos, Leonardo Bravo correspondiente a individuos de Q. laurina, (Figura 3.1).

Estado	Localidad	Especies	No. de Colecta
VERACRUZ	Jalacingo	1. (1) <u>Q. affinis</u>	750, 751, 787
	Pto. del Aire	2. (1) <u>Q. laurina</u>	793, 794, 795, 796
		3. (1) <u>Q. laurina</u>	797, 798, 799, 800
	Potrerrillos	4. (1) <u>Q. acherdophylla</u>	752, 753, 754, 755, 792
GUERRERO	Huizteco	5. (1) <u>Q. affinis x laurina</u>	769, 770, 771, 772
	17 km al O de Taxco	6. (1) <u>Q. affinis</u>	17, 641, 776, 777
	Tres caminos	7. (1) <u>Q. laurina</u>	762, 763, 764, 765

Figura 3.1. Tabla de relación de localidades, especies y números de colecta muestreados para el análisis de fenología. El número entre paréntesis corresponde a las poblaciones consideradas en cada región fisiográfica.

Quercus rubramenta no se incluyó en el análisis fenológico debido a la poca seguridad que presentaron los sitios en donde se encuentra esta especie (Sierra de Guerrero).

En cada población se eligieron subjetivamente de cuatro a cinco árboles representativos de cada especie, posteriormente se les colocaron tres trampas circulares para hojarasca a cada árbol, a algunos de los mismos se les marcaron algunas de sus ramillas (las más accesibles), para cuantificarlas periódicamente cada mes o cada dos meses y se completo estas observaciones con los datos obtenidos en la recolecta de hojarasca.

Las trampas para hojarasca se construyeron con un aro de alambrión de 33 cm² de superficie sostenido por tres patas de 90 cm de alto, sobre el aro de alambrión fue colocada una malla de mosquetero de plástico a manera de "canasta" para "capturar" la hojarasca que cae, tres de estas trampas hacen un metro cuadrado y fueron las mismas que se colocaron debajo de cada una de las copas de los árboles elegidos, como se muestra en la figura 3.2 A. La forma en que se marcaron las ramillas para observación se muestra en la misma figura inciso B.

Con estas siete poblaciones quedaron establecidos un total de 29 árboles muestreados, de los cuales ocho corresponden a Quercus affinis, 12 a Q. laurina, cinco a Q. acherdophylla y cuatro intermedios de Q. affinis x Q. laurina

En cada visita a los sitios de muestreo se tomaron notas de las ramillas

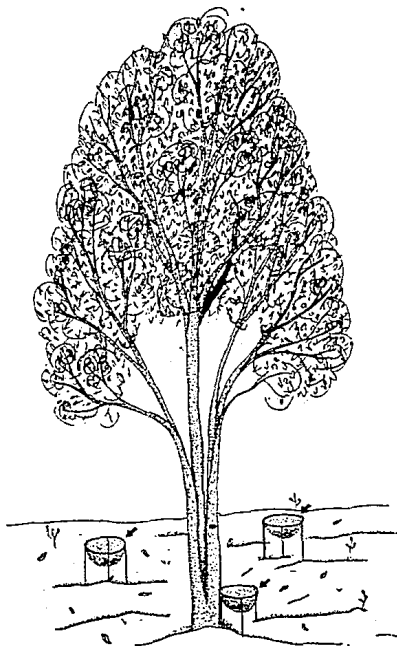


Figura 3.2A Arbol con trampas para hojarasca. Las flechas indican las posiciones de las trampas colocadas bajo la copa de cada árbol.

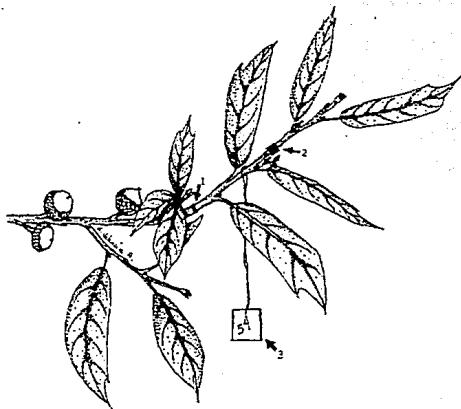


Figura 3.2B *Quercus affinis*

Ramilla marcada para seguir su desarrollo y conocer la fenología de la especie. La flecha 1 indica la zona donde se originó la última ramilla a medir; la flecha 2 muestra la marca de forro de alambre donde se mide el grosor de la ramilla y la flecha 3 el número de ramilla en el árbol.

marcadas y se colectó todo el material vegetal que se encontró en las trampas marcando cuidadosamente cada colecta para no revolverlas. En el laboratorio se depositaron en sobres de papel para secarlos en el momento de meterlas a la cámara caliente o secadora por un promedio de ocho días a 40°C. Posteriormente se procedió a separar el material de los individuos involucrados en el muestreo en: hojas, ramas, flores masculinas, frutos inmaduros, copas maduras y bellotas maduras, el material así obtenido se pesó en una balanza granataria con una precisión de 0.05 gramos. Los datos obtenidos del peso seco por estructura y por mes de muestreo, se sumaron por individuo y esto correspondía a un metro cuadrado, posteriormente se sacó un promedio de datos por carácter, involucrando a los individuos muestreados en una población, por cada mes, los datos obtenidos finalmente se ofrecen en g/m² (gramos en un metro cuadrado).

RESULTADOS

En total se muestrearon las poblaciones de Guerrero por un período de un año ocho meses, mientras que las de Veracruz por un año cinco meses en Jalacingo y Potrerillos y por un año tres meses en Puerto del Aire (figura 3.3).

La observación de las ramillas marcadas permitió conocer que Quercus affinis, Q. laurina y las poblaciones intermedias entre estas dos, presentan todas frutos de maduración bianual, pero que ocasionalmente las yemas de algunas de las ramillas que portan frutos en desarrollo no se desarrollan en la época que les corresponde (segunda quincena de febrero y marzo), y ésta rama con frutos en desarrollo permanece como la última formada, dando la apariencia que son frutos de maduración anual. En un mismo individuo el aspecto descrito de no desarrollo de yemas por una año, puede estar mezclado con aquel en donde las yemas de las ramillas sí se desarrollan originando una nueva ramilla y dejando atrás las ramillas que portan los frutos, presentándose entonces como realmente son, como frutos de maduración bianual.

Por su parte, el tiempo de maduración del fruto de Quercus acherdophylla se corrobora como de un año.

Por lo que respecta al material obtenido de las trampas para hojarasca, las figuras 3.4 a 3.10 muestran en general el promedio de los pesos secos de las estructuras muestreadas por mes y en ellas se pueda comparar el peso de los diferentes elementos analizados entre las poblaciones. De acuerdo a estos datos sobresalen los individuos del oeste de Taxco por presentar en general una mayor abscisión de hojas en el mes de marzo a aquel presentado por todas las demás poblaciones. En flores masculinas, por el contrario es una de las poblaciones que menos flores produjo en marzo de 1992. Asimismo se puede observar la alta producción de bellotas de Quercus affinis de Jalacingo durante noviembre del mismo año, a diferencia de la presentada por los individuos de Q. laurina de Puerto del Aire, donde prácticamente es inexistente.

	1991					1992					1993					MESES						
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J		J	A	S	O	N	D
1																						
2									V													
3		V							V													
4		V							V													
5		V																				
6		V					V									G						
7							V									G						
8							V			V						V						
9									V							V						
10									V													
11									V													
12																						
13								G														
14								G														
15																						
16		G																				
17		G																				
18		G									G											
19		G									G						V					
20		G									G						V					
21		G	G								G						G					V
22		G									G						G					V
23		G									V						G					G
24		G									V											G
25		G									V											
26											G											V
27											G											V
28			G								G											G
29			G		G																	G
30			G		G																	
31								G														

Día del mes

Figura 3.3. Calendario de visitas a las localidades muestreadas:
G = Guerrero, V = Veracruz.

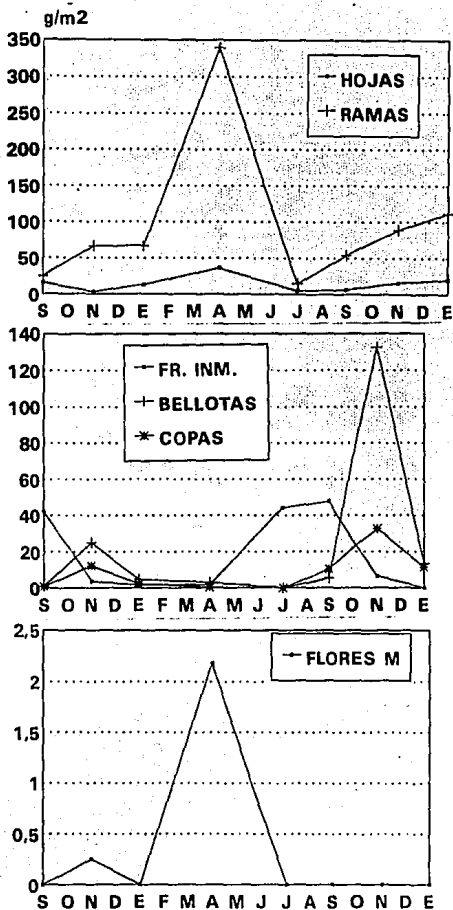


Figura 3.4. Gráfica de fenología de *Q. affinis* de la localidad de Jalacingo, Ver. durante 1991, 1992 y 1993. El eje de las "X" muestra la inicial de los meses en que se muestreo; el eje de las "y" corresponde a gramos en un metro cuadrado; (FR. INM. = frutos inmaduros; FLORES M. = flores masculinas).

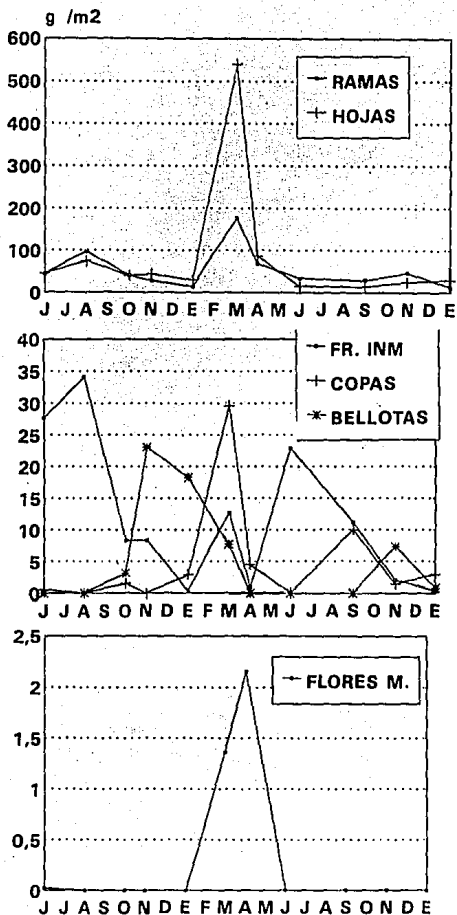


Figura 3.5. Gráfica de fenología de *Q. affinis* de la localidad de 17 Km al O de Taxco, Gro. durante 1991, 1992 y 1993. El eje de las "X" muestra la inicial de los meses en que se muestreo; el eje de las "Y" corresponde a gramos en un metro cuadrado; (FR. INM. = frutos inmaduros; FLORES M. = flores masculinas).

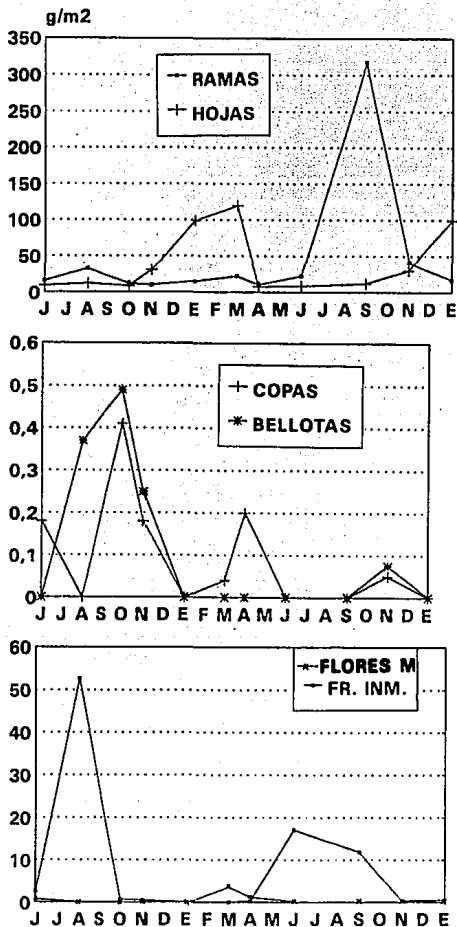


Figura 3.6. Gráfica de fenología de *O. affinis* x *O. laurina* de la localidad de Parque Cerro del Huizteco, Taxco, Gro. durante 1991, 1992 y 1993. El eje de las "X" muestra la inicial de los meses en que se muestreo; el eje de las "Y" corresponde a gramos en un metro cuadrado; (FR. INM. = frutos inmaduros; FLORES M. = flores masculinas).

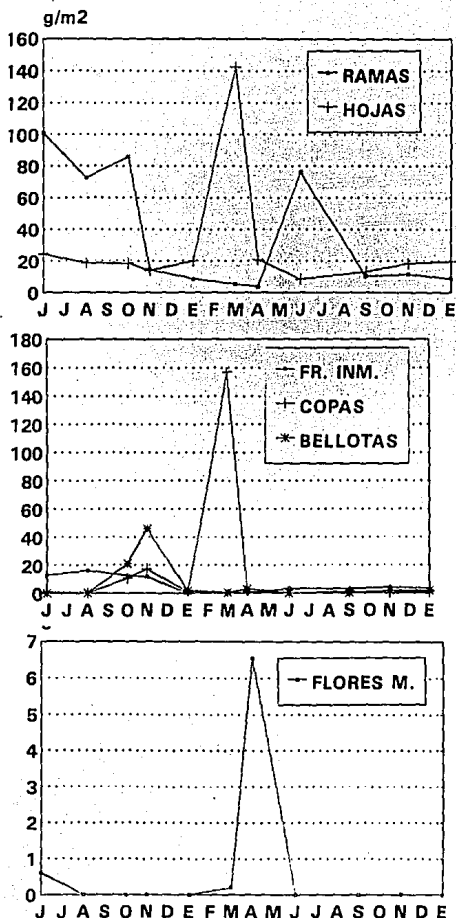


Figura 3.7. Gráfica de fenología de *Q. laurina* de la localidad de Tres Caminos, Leonardo Bravo, Gro. durante 1991, 1992 y 1993. El eje de las "X" muestra la inicial de los meses en que se muestreo; el eje de las "Y" corresponde a gramos en un metro cuadrado; (FR. INM. = frutos inmaduros; FLORES M. = flores masculinas).

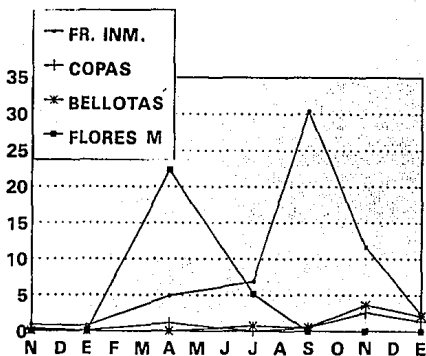
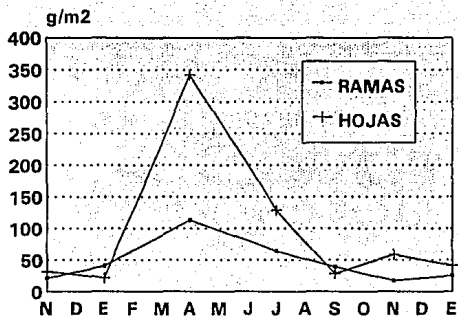


Figura 3.8. Gráfica de fenología de *Q. laurina* de la localidad de Puerto del Aire, Acultzingo (1), Ver. durante 1991, 1992 y 1993. El eje de las "X" muestra la inicial de los meses en que se muestreo; el eje de las "Y" corresponde a gramos en un metro cuadrado; (FR. INM. = frutos inmaduros; FLORES M. = flores masculinas).

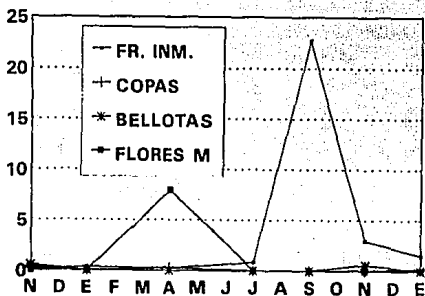
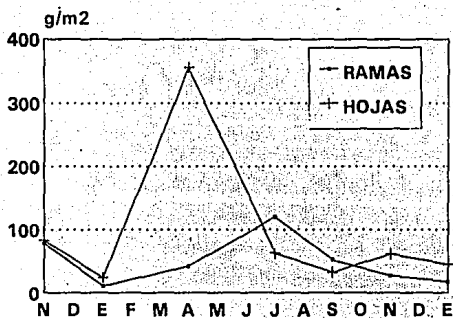


Figura 3.9. Gráfica de fenología de *Q. laurina* de la localidad de Puerto del Aire, Acultzingo (1), Ver. durante 1991, 1992 y 1993. El eje de las "X" muestra la inicial de los meses en que se muestreo; el eje de las "Y" corresponde a gramos en un metro cuadrado; (FR. INM. = frutos inmaduros; FLORES M. = flores masculinas).

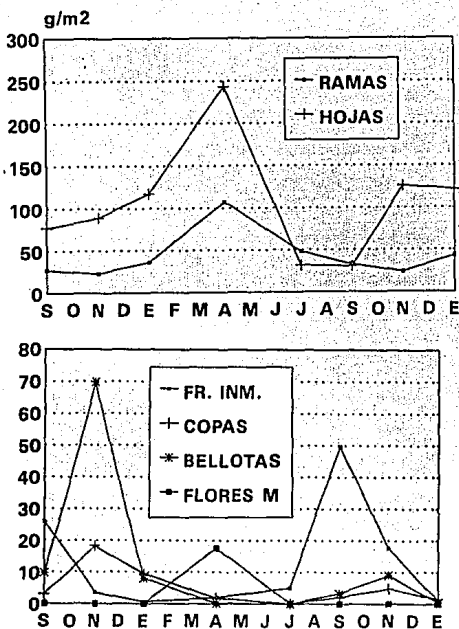


Figura 3.10. Gráfica de fenología de *Q. acherdophylla* de la localidad de Potrerillos, Coscomatepec, Ver. durante 1991, 1992 y 1993. El eje de las "X" muestra la inicial de los meses en que se muestreo; el eje de las "Y" corresponde a gramos en un metro cuadrado; (FR. INM. = frutos inmaduros; FLORES M. = flores masculinas).

La figura 3.11 muestra los caracteres de floración y abscisión de frutos inmaduros de manera comparativa entre las siete poblaciones. En ésta se puede observar que en general existe un patrón en cuanto al comportamiento en la etapa de floración (los datos de ésta figura son únicamente aquellos obtenidos de las trampas de hojarasca, pero los resultados finales se complementan con las observaciones de las ramillas marcadas), indicando que la floración comienza desde la segunda quincena de febrero y permanece casi todo marzo.

Aunque aquí se cuantificaron únicamente flores masculinas, es necesario mencionar que se observó que las flores femeninas también se producen en el mismo período que las masculinas, pero las flores femeninas quedan unidas a la planta madre y muy pocas (tres a cinco flores por trampa) se caen en la etapa de flor, la mayoría pasan a ser frutos inmaduros.

El período de floración coincide con la estación más seca y de mayores vientos, lo cual favorece la dispersión del polen y por consiguiente la polinización anemófila.

La abscisión de frutos inmaduros en la misma figura, muestra que ésta se presenta en los meses de mayor precipitación (entre julio y septiembre). Posiblemente la capacidad de carga de la planta conduce a que no todas las flores que fueron polinizadas tengan adecuadas condiciones de desarrollo y que muchas de ellas no puedan ser sostenidas por la planta, así algunos de los frutos inmaduros se desprenden y la lluvia solamente contribuye lixiviando a la planta y "quitándole" todos los frutos que no pudieron ser sostenidos por el árbol. Los frutos que después de esto permanecen en el árbol, son los que la planta madre puede nutrir y seguramente llegarán a ser frutos maduros.

La figura 3.12 muestra también de manera comparativa, la abscisión de hojas y bellotas. En estos casos también se pueden observar patrones de comportamiento generales para las siete poblaciones. En el caso de las hojas se tiene que estas se desprenden casi durante todo el año, pero con máximos durante la temporada de sequía especialmente de enero a abril. Poco antes de que comience el desarrollo de las nuevas ramillas a partir de las yemas. Cabe mencionar aquí, que las observaciones de ramillas marcadas permitieron conocer que en la Sierra de Taxco, algunos individuos presentan una caducifoleidad completa poco antes del desarrollo de las yemas, mientras que otros no perdieron sus hojas completamente, sólo algunas ramas las remplazaron, de hecho estos últimos individuos fueron la mayoría y nunca se vieron sin hojas.

Las bellotas maduras por su parte se presentaron en el mes de noviembre, esto coincide con la disminución de temperatura y precipitación en todos los sitios muestreados.

Las copas que forman parte del fruto maduro de los encinos, en su mayor

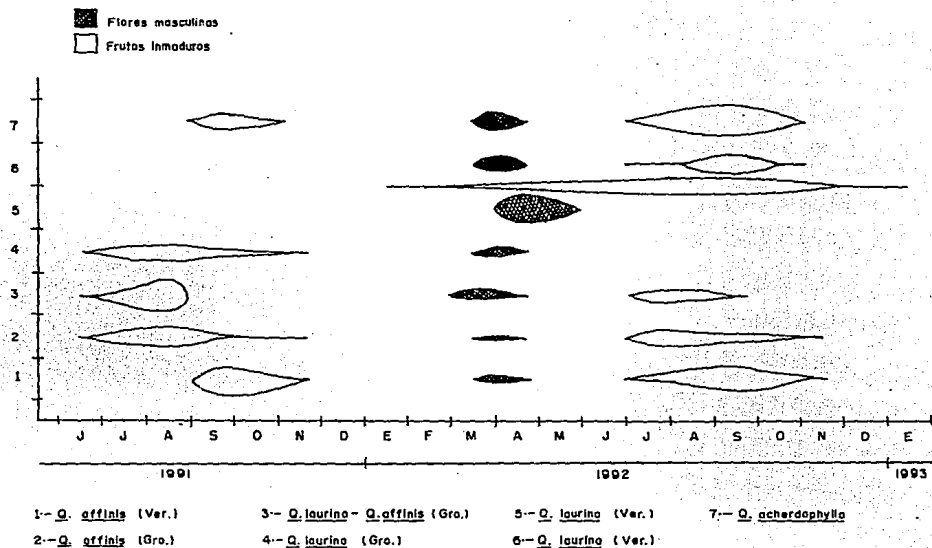


Figura 3.11. Comparación entre las siete muestras de la abscisión de flores masculinas y frutos inmaduros. La relación en abundancia representada con el área dibujada es proporcional dentro de cada caracter pero no entre caracteres.

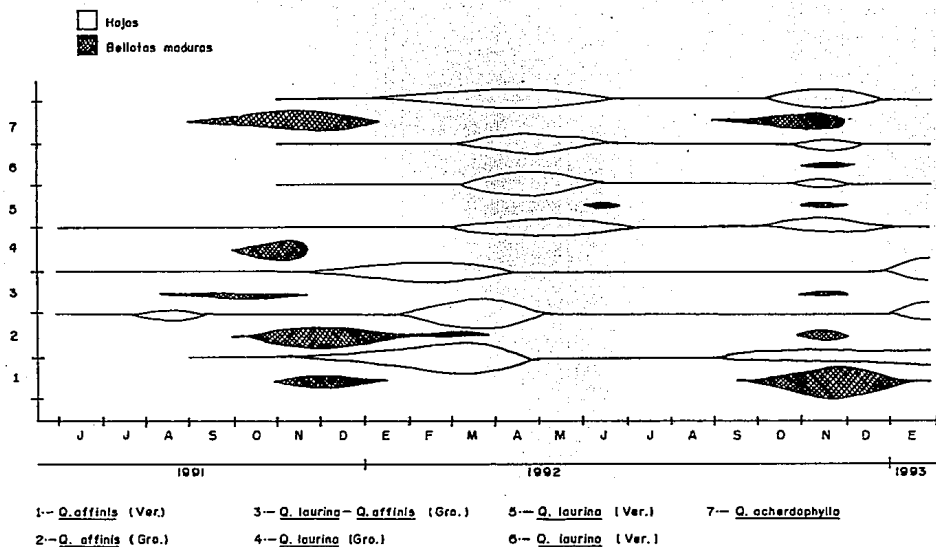


Figura 3.12. Comparación entre las siete muestras de la absición de hojas y bellotas maduras. La relación en abundancia representada con el área dibujada es proporcional dentro de cada caracter pero no entre caracteres.

proporción caen junto con las bellotas o bien inmediatamente después de ellas; sin embargo una baja cantidad de copas quedan unidas a las ramillas del árbol y pueden caer posteriormente en cualquier época del año.

La caída de ramillas en general no presenta ningún patrón correlacionado con algún factor climático, pues como se puede observar en las figuras 3.4-3.10, la abscisión de tales estructuras se puede presentar en cualquier temporada del año.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Originalmente se pretendía que este trabajo permitiera hacer comparaciones finas entre las especies del complejo que se trabaja Quercus affinis y Q. laurina, ésto fué imposible debido en primer término a los problemas metodológicos que no permitieron muestrear a las poblaciones de las dos especies en los mismos periodos de tiempo, lo cual no permite comparar de manera fina los datos de las dos especies. Por otro lado, los caracteres fenológicos responden a las condiciones climáticas, lo cual afectaría indudablemente nuestros datos, pues las diferencias fenológicas que se observaran podrían deberse más a factores ambientales que a diferencias entre las especies.

De este modo este estudio solamente ha permitido conocer de manera cuantitativa y parcial la fenología de tres especies de encinos mexicanos: Quercus affinis, Q. laurina y Q. acherdophylla.

CAPITULO CUATRO ANATOMIA DE MADERA

INTRODUCCION

Se ha considerado que los rasgos anatómicos son caracteres conservadores que no pueden modificarse con facilidad por las distintas condiciones de crecimiento. Por esta razón la Taxonomía ha utilizado a la anatomía vegetal comparada como apoyo para establecer relaciones entre grupos y reflejarlo en la clasificación (Jones, 1987).

El tejido de conducción, particularmente el xilema secundario ha sido de gran valor para trabajar sobre inferencias evolutivas y en la clasificación de taxa. Los trabajos sobre anatomía de madera como una herramienta para los fines mencionados, data desde mediados del presente siglo con Bailey (1957), quien establece tendencias de especialización evolutiva en el cambium y xilema de diferentes grupos de plantas.

Jane (1962) estableció que pueden existir diferencias bien marcadas en maderas provenientes de un mismo género, pero que también hay caracteres que definen al género. Los géneros numerosos pueden ser divididos en grupos con base en la estructura de su madera y otros caracteres. Así, las maderas pueden distinguirse por su textura, tasa de crecimiento y tamaño de los elementos. Por lo anterior, la anatomía de madera fue elegida, al igual que el polen y la arquitectura de hojas para tratar de delimitar taxonómicamente estas dos especies del género Quercus.

La anatomía de madera de encinos ha recibido atención principalmente en los países de Europa, Estados Unidos y Canadá en donde es un recurso silvícola altamente valorado y que ha sido necesario conocerlo, para su adecuado manejo y utilización. En México no obstante la importancia económica de este género, se ha dado relativamente poca atención a la anatomía de madera de los encinos y se ha utilizado más bien como fuente de leña y carbón, ya que existen pocos datos para técnicas de secado y poca maquinaria adecuada para el procesamiento de madera. La dureza, durabilidad y belleza de la madera de los encinos, son atributos suficientes para investigar las técnicas más adecuadas para su explotación.

Las maderas de las especies de encinos varían en sus propiedades físicas y químicas. De la Paz (1974, 1982, 1985) y De la Paz y Aguilar (1978) han realizado numerosos estudios de anatomía de madera de encinos rojos y blancos, donde analiza y describe las características que presenta cada una de las especies trabajadas y sugiere el uso más adecuado que se le puede dar a la madera de cada especie. En su publicación de 1985, esta autora incluye entre otros, el análisis de un individuo perteneciente a Quercus laurina (una de las especies que nos ocupa), colectado en el Estado de Michoacán, y recomienda su madera para ser utilizada en la elaboración de muebles de tipo colonial, para iglesias, cofres, baúles, pisos, lambrín, puertas, ventanas, tarimas para carga y libreros.

CARACTERÍSTICAS DE ANATOMÍA DE MADERA DEL GÉNERO Quercus

Algunas de las clasificaciones de especies del género Quercus, agrupan a los taxa atendiendo al color de su madera ya sea blanca o roja (Subgéneros Lepidobalanus y Erythrobalanus), recibiendo los nombres populares en términos generales de encinos blancos y encinos rojos o negros respectivamente.

Los individuos del género Quercus poseen madera dura con peso específico entre 7 y 9, con porosidad anular o semianular, radios multiseriados conspicuos, uniseriados y ocasionalmente biseriados entre ellos. Los vasos en los anillos de crecimiento están distribuidos característicamente en un arreglo radial denominado en flama. Los cambios de madera temprana a tardía suelen ser abruptos y la madera tardía tiene pequeños y numerosos vasos arreglados en líneas radiales, rodeados por células del parénquima y traqueidas. Hay numerosas líneas finas de parénquima apotraqueal entre los radios.

Parte de la atención sobre la anatomía de madera de encinos, ha sido encaminada para distinguir características entre los encinos blancos y rojos (De la Paz y Aguilar, 1978; Tillson and Muller, 1942). Con base en el color de la madera, los encinos blancos (Lepidobalanus) tienen un tono entre blanco y castaño claro a oscuro, los rojos (Erythrobalanus) tienen una tonalidad entre el rosa y el rojo a rojizo oscuro. Los encinos blancos presentan vasos con más tilides que los encinos rojos. Los encinos blancos tienen vasos más circulares en corte transversal que los rojos que los presentan más ovales. Los encinos blancos presentan radios multiseriados mayores de 3.5 cm de longitud, mientras que los rojos rara vez exceden este tamaño. Los encinos blancos presentan mayor cantidad de cristales de oxalato de calcio que los rojos.

Quercus affinis y Q. laurina son especies pertenecientes al subgénero Erythrobalanus o encinos rojos. En esta sección se analiza y describe la anatomía de la madera de individuos pertenecientes a estas dos especies.

MÉTODO

Para analizar microscópicamente la madera de Quercus affinis y Q. laurina se desarrolló el siguiente método:

a) TRABAJO DE CAMPO.

Mediante una prospección en el campo se eligieron 10 árboles (figura 4.1), tres de los cuales eran representantes de Quercus affinis: uno encontrado al sur de Jalcingo, Ver., otro al norte de Xalapa, Ver. y el tercero de la Sierra de Taxco, Gro.; dos correspondientes a Q. laurina colectados en Acutzingo (Ver.) y Tres Caminos (Gro.); cuatro con duda de pertenecer a Q. affinis o Q. laurina, tres de ellos colectados en Puerto Oscuro (límites entre Guerrero y estado de México) y uno en el Parque Cerro del Huizteco (Taxco, Gro.) y el décimo perteneciente a Q. acherdophylla colectado en

Potrerrillos, Ver.

El hecho de tener un mayor número de árboles (colectas) para la localidad de Puerto Oscuro radica en que la colecta coincidió con la tala de un área de esta zona para abrir un camino, por lo que se pudo conseguir más material para procesar y comparar.

ESPECIE	No. de árbol/taxon	No. de árbol/loc.	LOCALIDAD	No. de colecta	ESTADO
<i>Q. affinis</i>	3	1	Jalcingo	801	Veracruz
		1	Monte Real	802	
		1	O. de Taxco	819	
<i>Q. affinis</i> <i>Q. laurina</i>	4	3	Pto. Oscuro	814; 821, 822	Guerrero
1		Huizteco	820		
<i>Q. laurina</i>	2	1	Tres Cam. (FC)	762	Veracruz
		1	Pto. del Aire	804	
<i>Q. acherdo- -phylla</i>	1	1	Potrerrillos	803	

Figura 4.1. Relación de las poblaciones de especies de encinos estudiadas en anatomía de madera, el número de colecta del árbol muestreado y su ubicación. El número de árbol/taxon se refiere al número de árboles colectados por cada especie o grupo; el número de árbol/localidad indica el número de árboles que fueron muestreados en cada localidad.

Las muestras consistieron en una rebanada de aproximadamente 10 cm de alto, fueron tomadas a una altura aproximada del tronco de 1.3 m. Los datos de colecta correspondientes fueron anotados en cada caso, así como un ejemplar herborizado de respaldo para cada individuo muestreado.

b) TRABAJO DE LABORATORIO Y DE GABINETE.

1) Preparación de material para observar características microscópicas:

En el laboratorio se obtuvieron cubos de cada una de las muestras de aproximadamente 1 cm de lado, este material se colocó en una solución de etilen diamina al 5% y se sometió a calor hasta punto de ebullición por tiempos que oscilaron entre dos y cuatro horas, dependiendo de la dureza de la muestra para su ablandamiento (Kukachka, 1977). Los cubos reblandecidos fueron orientados para obtener cortes de 20 a 35 micras de grueso transversales, tangenciales y radiales que permitieran hacer las observaciones microscópicas cuantitativas y cualitativas correspondientes. Los cortes se sometieron a tinción con safranina y deshidratación con alcoholes graduales, para finalmente montarlos en resina sintética y obtener preparaciones permanentes (Barajas-Morales, 1985).

En total se procesaron las muestras de 10 árboles pertenecientes a cuatro taxa *Quercus affinis*, *Q. laurina*, *Q. affinis-Q. laurina* y *Q. acherdophylla*, de cada muestra

se obtuvieron 10 preparaciones fijas cada una con tres cortes, uno transversal, uno radial y uno tangencial.

El material disociado se obtuvo colocando fragmentos o astillas de cada una de las muestras en solución Jeffrey ($\text{CrO}_3/\text{HNO}_3$) y agua destilada 1:1 de 12 a 24 horas. Este método nos permitió obtener material por separado de cada uno de los elementos celulares, para tomar parámetros de longitud y hacer observaciones sobre características de pared de los mismos elementos.

ii) Preparación de material para características macroscópicas:

Las características macroscópicas fueron observadas directamente en tablillas de 10 x 7 x 1 cm aproximadamente, obtenidas del material colectado.

El color fue determinado comparando con las tablas de Munsell para suelos. El olor, sabor, lustre, textura, grano y dureza se apreciaron de acuerdo a las tablas utilizadas comúnmente en el Laboratorio de Anatomía de Madera del IBUNAM. Las referencias de tamaño se realizaron de acuerdo a las consideraciones propuestas en IAWA (1937 y 1939) y Chattaway (1932).

La gravedad específica fue obtenida mediante el cociente: peso anhidro/volumen anhidro, para lo cual se pusieron cubos de cada una de las muestras de aproximadamente 2 cm de lado en una estufa a 102°C por 24 horas para deshidratar por completo, posteriormente se pesó cada uno, luego se sumergieron por separado en agua y se volvieron a pesar, aún estando sumergidos en el líquido, para así obtener únicamente el peso del volumen desplazado de agua de cada uno de los cubos y poder aplicar el cociente: peso anhidro/peso del agua desplazada.

c) ANALISIS ESTADISTICO

De cada uno de los caracteres microscópicos se tomaron 50 mediciones, (salvo de la anchura y altura de radios multiseriados que se tomaron sólo 10 mediciones). Todas las mediciones de vasos en transversal se realizaron únicamente en vasos de madera temprana. Los datos cuantitativos obtenidos se sometieron a análisis estadístico, obteniéndose medias aritméticas, rangos e histogramas de frecuencia, las medias y rangos se pueden apreciar en las descripciones de la madera de los grupos trabajados indicándose en el primer número el promedio y el rango en seguida entre paréntesis.

Para los datos obtenidos de todas las variables o parámetros medidos, no correlacionados en este estudio de anatomía de madera se aplicó una prueba estadística no jerárquica, análisis discriminante, mediante el programa estadístico STATGRAPHICS V.5.0.

Las variables que se incluyeron en el análisis discriminante fueron siete (lumen de vasos, longitud de vasos, pared de vasos, luz de fibras, longitud de fibras, pared

de fibras y longitud de radios uniseriados), para 10 individuos con 50 mediciones para cada carácter y cada individuo, en total se procesaron en el análisis discriminante 4400 datos para madera.

Asimismo se realizaron análisis de agrupamiento utilizando en un primer caso los promedios de las mismas variables mencionadas para el análisis discriminante; en un segundo caso se utilizaron además de los datos promedio de las variables citadas con anterioridad, los promedios de anchura de radios multiseriados, los de longitud de radios multiseriados y el peso específico para los 10 individuos trabajados; un tercer caso incluyó los datos obtenidos de caracteres cualitativos. El programa estadístico utilizado fué NT-SYS V. 1.6 En este caso, los OTU's corresponden a los individuos de diferentes localidades. La técnica de agrupamiento incluyó la obtención de un coeficiente de distancia Manhattan para los datos cuantitativos, para los cualitativos se utilizó el coeficiente de DICE; el agrupamiento de los OTU's se realizó mediante la aplicación del método de llgamiento promedio (UPGMA).

RESULTADOS

Los promedios y desviación estandar de las variables de anatomía de madera analizados en este trabajo, se muestran en las figuras 4.2, 4.3 y 4.4, en ellas se puede observar que los rangos se sobrelapan en la mayoría de los casos, sobresaliendo algunas diferencias como es el caso de los radios uniseriados encontrados en las muestras del árbol de Quercus laurina (colecta 804) (figura 4.2), que resultaron ser los de mayor tamaño al resto de los trabajados; por el contrario la longitud de las fibras del mismo árbol resultaron ser las más pequeñas. El promedio de lumen de vasos de mayor tamaño estuvo presente en los representantes de Q. laurina (colectas 804 y 762) y el más pequeño lo presenta el individuo de Q. acherdophylla (803) la especie de referencia.

Al comparar los resultados de este trabajo para Quercus laurina con los que expone De la Paz (1985) para la misma especie colectada en Michoacán, se aprecia que el diámetro de vasos para esta última es de 281 (199-361) μm , mayores que los que presentan los encinos de la misma especie colectados en Guerrero y Veracruz, lo cual, si se toma en cuenta unicamente este caracter, aleja aún más a Q. laurina y Q. affinis. Sin embargo, el tamaño de diámetro de vasos de Q. laurina de Michoacán es muy grande respecto a las dos representantes, en el presente trabajo, de la misma especie y no es posible explicar a que se deba esta diferencia pues no conocemos las condiciones exactas de la colecta de la muestra de Michoacán, lo único claro es que se trata de un árbol de mayor talla que los de las colectas de Guerrero y Veracruz.

En esta misma tabla se puede observar que en cuanto a anchura de radios multiseriados, los árboles que los presentaron más amplios fueron los pertenecientes a Quercus laurina (804 y 762) y la muestra que se trabaja como intermedia de Q. affinis x Q. laurina (820), por el contrario, los árboles con amplitud de radios

caracter	G u e r r e r o					V e r a c r u z				
	Q. affxiau	Q. affxiau	Q. affxiau	Q. affxiau	Q. affinis	Q. laurina	Q. laurina	Q. affinis	Q. affinis	Q. acherdop
	820	821	814	822	819	762	804	801	802	803
Losavos	471,316	488,61	457,96	507,79	446,52	566,44	539,97	519,35	565,52	515,68
	101,009	121,06	82,08	128,25	87,8	107,09	140,75	95,92	107,6	129,14
Divavos	174,101	186,43	190,72	218,24	184,78	229,49	227,43	209,03	207,59	174,57
	31,63	22,04	24,32	30,64	29,08	29,02	22,27	22,59	28,02	24,99
Luvasos	165,279	173,37	179,39	198,83	173,27	218,68	213,71	196,46	195,49	162,199
	24,07	20,83	23,38	46,57	27,98	28,69	22,54	23,22	28,04	24,54
Pavasos	6,88	6,52	5,64	5,78	5,76	5,4	13,72	6,29	6,04	6,23
	1,83	1,65	2,12	2,02	1,39	1,39	5,22	2,04	1,98	1,64
Lofibras	1019,5	1169,5	905,5	1001,5	1017	994	886	1510,03	1025	1000,5
	116,199	137,79	109,53	139,83	111,74	121,7	103,89	362,14	113,5	87,7
Difibras	23,995	23,61	22,41	19,79	20,6	21,13	18,98	19,12	20,76	18,11
	3,654	2,8	2,77	2,51	3,09	3,1	2,57	3,98	3,03	3,13
Lufibras	6,501	6,5	7,16	4,2	7,31	6,26	5,54	6,26	5,88	5,64
	1,809	1,87	1,89	1,9	3,36	2,85	2,01	2,2	2	2,54
Pafibras	8,74	8,55	7,62	7,79	6,68	7,43	13,43	13,32	7,7	6,24
	1,51	1,26	1,08	1,26	1,54	1,37	2,26	46,92	2,25	1,28
Rauniser	405,212	398,54	408,79	474,51	426,89	459	840,55	400,55	492,18	313,95
	99,59	115,12	113,07	105,98	91,07	87,36	88,67	123,78	343,39	43,39

Figura 4.2. Promedios y desviación estandar, para las muestras de madera, las medidas están dadas en micras (μ).

E SPECIE y No. de MUESTRA	V A S O S			PARENQUIMA AXIAL		R A Y O S		ANILLOS DE CRECIMIENTO
	POROSIDAD	DIAM	AGRUPACIO	TIPO	DISTRIBUCION	SERIES	TAM	
<i>Q. affinis</i> 801	anular	196	solitarios	paratraqueal- apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	400	delimitados por poro- sidad anular
<i>Q. affinis</i> 802	anular	195	solitarios	paratraqueal- apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	492	delimitados por poro- sidad anular
<i>Q. affinis</i> 819	anular	173	solitarios	paratraqueal- apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	429	delimitados por poro- sidad anular
<i>Q. laurina-affinis</i> 820	semianular	165	solitarios	paratraqueal apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	413	poco notorios
<i>Q. affinis-laurina</i> 814	anular	179	solitarios	paratraqueal apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	416	delimitados por poro- sidad anular
<i>Q. affinis-laurina</i> 821	anular	173	solitarios	paratraqueal apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	398	delimitados por poro- sidad anular
<i>Q. affinis-laurina</i> 822	anular	199	solitarios	paratraqueal apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	474	delimitados por poro- sidad anular
<i>Q. laurina</i> 804	semianular difusa	214	solitarios	paratraqueal apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	840	poco notorios
<i>Q. laurina</i> 762	semianular difusa	218	solitarios	paratraqueal apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	459	poco notorios
<i>Q. archedophylla</i> 803	anular	162	solitarios	paratraqueal apotraqueal	escaso, difuso en agregados	uniseriado pluriseriado	314	delimitados por poro- sidad anular

Figura 4.3. Características cualitativas de las muestras de madera.

ESPECIE Y MUESTRA	ALBURA COLOR	LUSTRE	TEXTURA	OLOR	SABOR	GRANO	DUREZA	P.E.
<i>Q. affinis</i> 801	blanco- rosado	lustrosa	aspera	inodora	insabora	irregular entrecruzado	mediana- dura	0.83
<i>Q. affinis</i> 802	blanco rosado	lustrosa	aspera	inodora	ligeramente astringente	irregular entrecruzado	dura	0.9
<i>Q. affinis</i> 819	blanco rosado	lustrosa- mediana	mediana	inodora	insabora	recto	mediana- dura	0.8
<i>Q. laurina-affinis</i> 820	blanco rosado	lustrosa	aspera	inodora	insabora	entrecruzado	dura a mediana	0.82
<i>Q. affinis-laurina</i> 814	blanco rosado	lustrosa	aspera mediana	inodora	ligeramente astringente	entrecruzado	mediana a dura	0.9
<i>Q. affinis-laurina</i> 821	blanco rosado	poco lustrosa	aspera mediana	inodora	insabora	recto	mediana a dura	0.85
<i>Q. affinis-laurina</i> 822	blanco rosado	mediana a lustrosa	mediana	inodora	insabora	recto	dura	0.87
<i>Q. laurina</i> 804	rosa	poco lustrosa	mediana aspera	inodora	ligeramente astringente	recto	mediana dura	0.89
<i>Q. laurina</i> 762	blanco rosado	mediana a lustrosa	mediana	inodora	ligeramente astringente	recto	dura	0.89
<i>Q. acherdophylla</i> 803	blanco rosado	lustrosa	fina	inodora	insabora	irregular entrecruzado	mediana	0.77

Figura 4.4. Características macroscópicas de las muestras de anatomía de madera.

uniseriados menor corresponde a Q. affinis (colectas 801 y 802).

La anchura promedio de los radios multiseriados para Quercus laurina es de 573 μm , mientras que para Q. affinis es de 275 μm . Este caracter aunque de poca utilidad en otros grupos de plantas leñosas, puede ser un caracter muy útil para delimitar especies en el género Quercus, pues su estabilidad aún en estos dos grupos cercanos así lo indican. Para una mayor aceptación de este caracter en encinos se tendría que probar con otras especies y con un mayor número de individuos.

Asimismo la distribución de los elementos de vaso (como lo muestran las figuras de la 4.11-4.14 en corte transversal y figura 4.3) indican que Quercus laurina (colectas 804, 762) y Q. affinis-laurina (colecta 820), tienen un arreglo subanular-difuso, agregándose los vasos en hileras de dos o más, mientras que el resto de las muestras presentan distribución anular con hileras uniseriadas y orientación radial. Esto sugiere que la colecta de Q. affinis-laurina (820) se parece más en su porosidad a Q. laurina que a Q. affinis.

Así, se observa que los individuos pertenecientes típicamente a Quercus affinis presentan porosidad anular, mientras que los de Q. laurina la tienen semianular a difusa, características que se mezclan en algunos individuos colectados en la Sierra de Taxco.

De acuerdo a Metcalfe y Chalk (1972), el patrón de la porosidad es un carácter muy conservador entre las especies, lo que da elementos en favor de la idea de que estamos trabajando con dos especies; pero los caracteres mezclados en la Sierra de Taxco no permiten delimitar con nitidez a las dos especies de encinos en cuestión.

Por otro lado, entre los caracteres macroscópicos (figura 4.4), se puede observar que solamente el color de la madera de la albura ofrece diferencias entre los individuos de estas especies; así, los individuos que pertenecen a Quercus affinis son de color blanco-rosado, los de Q. laurina son color rosa, pero los individuos colectados en la Sierra de Taxco, pueden presentar color rosa o bien, blanco-rosado; este caracter también fué consistente con las tablillas de la xiloteca del Instituto de Biología pertenecientes a estas dos especies y corroboradas con ejemplares de herbario. Por su parte Q. acherdophylla aunque tiene albura blanco-rosado, es más clara o blanca que la de Q. affinis.

Por su parte, el análisis discriminante muestra una gráfica (Figura 4.5) en la que se aprecian tres grupos principalmente, el grupo A que incluye a Quercus affinis de Veracruz, otro (grupo B) en el que están los datos de Q. laurina también de Veracruz y un tercer grupo C que contiene los datos del resto de las muestras. Los datos de porcentaje relativo para la primera y segunda función discriminante con las que fué elaborada la gráfica de la Figura 4.1, indican que éstas explican (entre

ambas) más del 88 % de la variabilidad de las muestras y el utilizarlas para la gráfica es significativo (figura 4.6 A); así la primera función discriminante explica el 60.46 % de la variación de todos los datos comprendidos en las siete variables analizadas, de estas siete variables, para la primera función dos son las más importantes, en primer lugar pared de fibras con -0.6222 y en segundo lugar los radios uniseriados con -0.4884 . La segunda función discriminante explica el 27.84 % de la variación de los datos de las variables y sólo una de ellas aparece como la más importante, la longitud de fibras con -0.8731 (figura 4.6 B).

En la figura 4.7, se observan los centroides de los datos de anatomía de madera utilizados en el análisis discriminante, en ella se puede observar un poco de claridad en el grupo C que incluye más puntos en la figura 4.5; así se tiene que las muestras de las colectas 822, 762, 802, 819 y 820 forman un grupo que incluye especies tanto de Quercus laurina como de Q. affinis y formas intermedias; por su parte las muestras de las colectas de Q. affinis x laurina (821 y 814) y de Q. acherdophylla (803), permanecen un poco más alejadas del centro del grupo C.

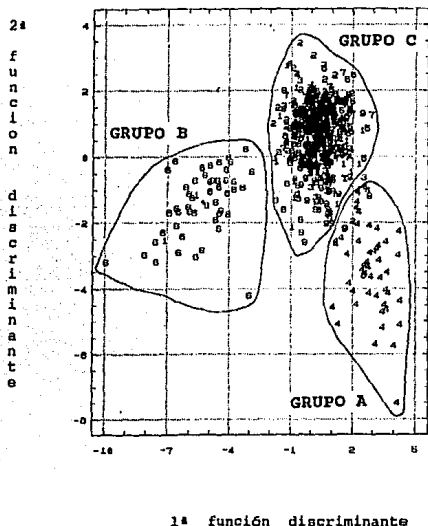


Figura 4.5. Análisis discriminante de datos de anatomía de madera. El grupo A está formado por los datos de la muestra de Quercus affinis (colecta 801); el grupo B lo forman los datos de la muestra de Q. laurina (colecta 804) y el grupo C está formado por los datos de las restantes muestras.

A.	Función discriminante	Eigenvalores	Porcentaje relativo
	1	3.9342542	60.46
	2	1.8114522	27.84
	3	0.4791340	7.36
	4	0.1441164	2.21
	5	0.0697612	1.07
	6	0.0546519	0.84
	7	0.0142073	0.22

B.	Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes						
V	1	2	3	4	5	6	7
lovasos	-0.0041	-0.0746	0.3520	-0.3284	0.1224	0.7671	0.4116
luvasos	-0.0180	-0.2253	0.7897	0.3116	0.0172	-0.0006	-0.4934
pavasos	-0.4317	-0.2802	-0.1956	-0.4749	-0.4958	0.2240	-0.4256
lofibra	0.4740	-0.8731	-0.1131	0.0274	0.0362	-0.0482	0.0621
lufibra	-0.1642	-0.0716	-0.3112	0.8087	-0.2593	0.4861	0.0305
pa fibra	-0.6222	-0.2977	-0.2882	0.2843	0.6705	0.0914	0.0111
radiuni	-0.4884	-0.1899	0.1718	0.1165	-0.4092	-0.4188	0.5983

Figura 4.6. a. Funciones discriminantes y su importancia en la explicación de la variabilidad de los datos. b. coeficientes que indican el valor de las variables empleadas en el análisis discriminante de anatomía de madera. lovasos = longitud de vasos, luvasos = lumen de vasos, pavasos = pared de vasos, lofibra = longitud de fibras, lufibra = lumen de fibras, pa fibra = pared de fibras, radiuni = longitud de radios uniseriados.

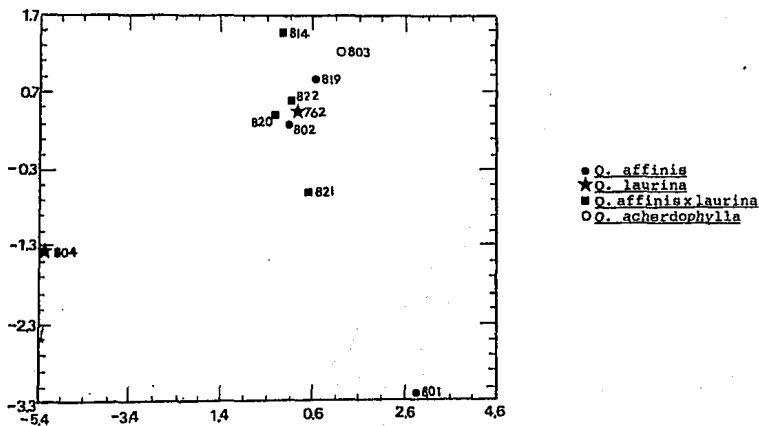


Figura 4.7. Gráfica de cocoroides de datos de anatomía de madera

El análisis de agrupamiento utilizando los promedios de los mismos datos que se emplearon para el análisis discriminante, da un fenograma (figura 4.8) en el que se presentan seis grupos: el grupo A incluye individuos de la Sierra de Taxco, incluyendo dos muestras asignadas como intermedias (820 y 814) y una determinada como Quercus affinis (819), (este grupo no incluye a todas las muestras colectadas en esta zona), a este primer grupo se une Q. acherdophylla (grupo B, la especie de referencia y considerada aquí como "grupo"), el grupo C está formado por las muestras de Q. affinis x laurina (colecta 822) de la Sierra de Taxco, por Q. laurina (colecta 762) de la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Q. affinis (802), del Eje Neovolcánico Transversal en Veracruz, este grupo se une al grupo AB y al grupo ABC se une la muestra de Q. affinis x laurina (colecta 821) considerada como grupo D y finalmente, las muestras más contrastantes resultan Q. affinis (colecta 801 de Veracruz considerado como grupo E) y Q. laurina (colecta 804 de Veracruz grupo F).

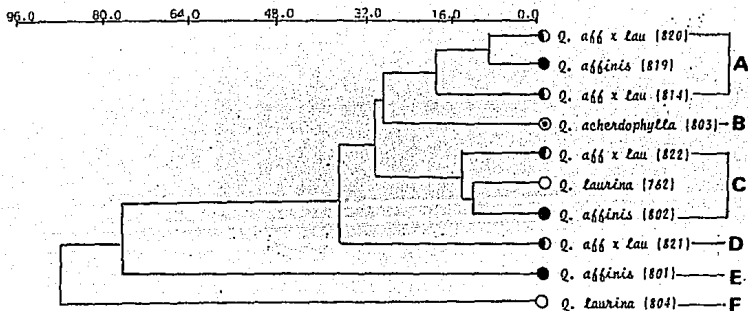


Figura 4.8. Fenograma de datos cuantitativos de anatomía de madera, las variables utilizadas son las mismas que se emplearon para el análisis discriminante.

En el fenograma (Figura 4.9) resultante de la inclusión de los datos de anchura y longitud de radios multiseriados y de peso específico para cada muestra, aparecen como las muestras más cercanas, por un lado, Quercus affinis x laurina (colecta 822) y Q. laurina (colecta 762) ambas de Guerrero y por otro lado las muestras de la Sierra de Taxco, de Q. affinis x laurina (814) y la segunda determinada como Q. affinis (819). Este mismo fenograma muestra a Q. affinis (colecta 801) y Q. laurina (colecta 804) como los OTU con mayor diferencia del resto de las colectas, resultado congruente con el análisis discriminante.

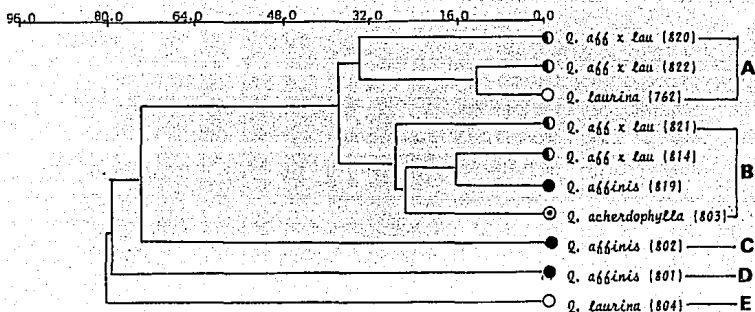


Figura 4.9. Fenograma realizado con las variables de anchura y longitud de radios multiseriados y peso específico además de aquellas utilizadas para el fenograma de la figura 4.8.

Un tercer análisis de agrupamiento fué realizado utilizando los datos cualitativos diferenciales entre las muestras; sólo cuatro variables fueron utilizadas: porosidad, anillos de crecimiento, color de la albura y grano de la madera (figuras 4.3 y 4.4). El resultado de este análisis ofreció más de 25 fenogramas; sin embargo, el análisis de estos mostraba resultados muy parecidos, la figura 4.10 muestra dos de ellos para observar que las diferencias entre ellos son mínimas y para los fines prácticos que aquí se persiguen son básicamente lo mismo.

Estos fenogramas muestran un primer grupo A formado por cuatro muestras de colectas, dos de ellas asignadas a Quercus affinis de Veracruz (colectas 801 y 802), una a Q. affinis x laurina de Guerrero (814), y a las tres anteriores se une la muestra de Q. acherdophylla (colecta 803), por su parte Q. affinis (colecta 819) y Q. affinis x laurina, (821 y 822) todas de la Sierra de Taxco forman un tercer grupo C, las muestras de Q. laurina (colectas 804 y 762) y de Q. affinis x Q. laurina (820) constituyen un cuarto grupo D.

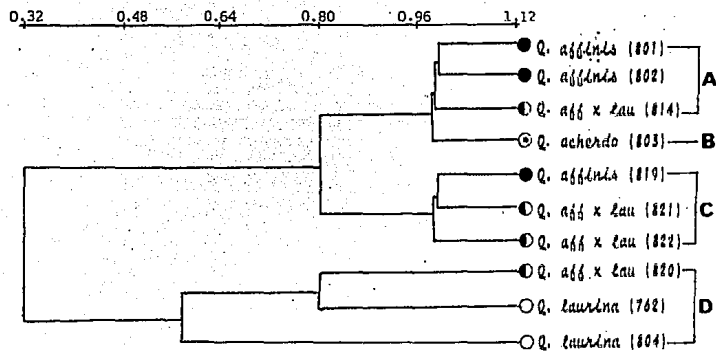
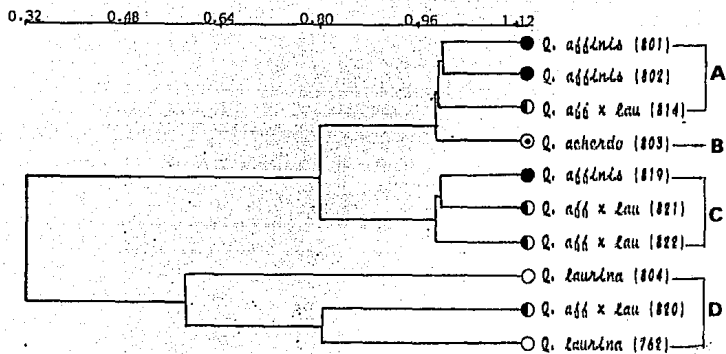


Figura 4.10. Fenogramas obtenidos con datos cualitativos: porosidad, anillos de crecimiento, color de albura y tipo de grano.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En términos generales se observan vasos de longitud más corta en las muestras de los árboles colectados en Guerrero comparados con los de Veracruz (figura 4.2). De acuerdo a Van Der Graff y Baas (1974) este fenómeno se puede explicar en términos altitudinales y latitudinales implicando diferentes condiciones climáticas. Así, los individuos de Guerrero están respondiendo a condiciones de mayor sequía que los de Veracruz, por tal motivo los primeros desarrollan menor talla en sus elementos vasculares.

Del mismo modo, Woodcock (1989), trabajando con la relación del clima con la anatomía de la madera de encinos, encontró que el incremento de la madera temprana y el diámetro de los vasos de la misma se ven poco influenciados por el clima, y por el contrario, el incremento de la madera tardía y el diámetro de vasos de la misma es muy sensible a los cambios de precipitación e incluso se podría usar para reconstruir el clima del pasado de algunos sitios. Partiendo del hecho de que en este trabajo se midieron únicamente los vasos de mayor tamaño en cada muestra, queda implícito que se trabajó únicamente con madera temprana y por tanto los datos que pueda ofrecer este carácter son confiables, pues es uno de los caracteres anatómicos menos influenciados por el clima.

Por otro lado, al analizar los resultados del análisis discriminante y de los análisis de agrupamiento, se puede observar que los estudios realizados con los datos cuantitativos presentan cierta congruencia entre ellos, pues en los tres análisis se presenta la colecta de Quercus affinis (801) y la de Q. laurina (804) como las más diferentes de todas, otro aspecto en que los tres análisis son congruentes es en separar la muestra de Q. affinis x Q. laurina (colecta 821) de la Sierra de Taxco y de Q. acherdophylla (803), otra congruencia resulta al dejar cercanos a las muestras de Q. laurina (762) y Q. affinis x laurina (822) respectivamente, lo que podría indicar que ésta última se parece más a Q. laurina que a Q. affinis.

El análisis de agrupamiento utilizando los datos cualitativos de porosidad, anillos de crecimiento, color de la albura y grano de la madera, no muestra congruencia completa con los tres análisis anteriores, excepto en la tendencia a formar un grupo que incluye exclusivamente muestras de individuos colectados en la Sierra de Taxco y en dejar en grupos separados y alejados a Quercus affinis (colecta 801) y a Q. laurina (colecta 804). Sin embargo este fenograma permite separar a las muestras de las colectas en grupos más congruentes a como se esperaba, pues una lo que se considera como Q. affinis (excepto una muestra) y a lo que se considera como Q. laurina dejando un grupo de intermedios provenientes de la Sierra de Taxco.

Como puede verse en los análisis estadísticos que se aplicaron a los datos de anatomía de madera, existe una amplia variación en los diferentes caracteres pertenecientes al género Quercus, pues en algunos caracteres aún las especies que se

consideran sin problema de delimitación (la especie de referencia en este caso Q. acherdophylla) presenta en ocasiones mayor parecido con algunas de las colectas asignadas al complejo de Q. affinis-Q. laurina que mantenerse como como un grupo independiente o muestra aparte; estos resultados son consecuencia del tipo de datos que sean empleados, por tanto, debe tenerse cuidado de la forma de usar los datos y de interpretar los resultados.

La separación de las muestras de Quercus affinis (colecta 801) y Q. laurina (804) mediante los análisis estadísticos, que aún siendo ambas de la parte este de nuestro territorio, apoyan la idea de que se está trabajando con dos especies. El análisis estadístico utilizando datos cualitativos también las señala diferentes pero además tales muestras se unen a otros representantes de otras zonas de su misma especie respectivamente.

Como puede apreciarse hay parcial congruencia de los resultados con lo esperado, pues en general se forman tres grupos: 1) Quercus affinis, 2) Q. laurina y 3) Q. affinis x Q. laurina éste último con individuos que se unen al primero o segundo grupo según sean los caracteres analizados.

Respecto a los individuos con características morfológicas intermedias y que de acuerdo a Muller (1952) pueden ser considerados como híbridos, éste mismo autor señala, que los híbridos o intermedios tienden a ocupar sitios con características ambientales también intermedias, respecto a las que habitan sus progenitores. De acuerdo a Barajas-Morales (1985), Metcalfe y Chalk (1972) y Woodcock (1989), algunos elementos de anatomía de madera como: la longitud de vasos, fibras y radios, así como los elementos de vaso de la madera tardía pueden verse influenciados por el clima de un lugar; pero otros como, anchura de radios multiseriados, grosor de la pared de fibras y el tipo de porosidad son elementos que parecen no estar influenciados directamente por las condiciones climáticas y consecuentemente podrían ofrecer utilidad en la delimitación de algunos taxa.

De este modo, si los híbridos (ya de por sí con características intermedias) ocupan zonas intermedias en hábitat respecto a las de sus progenitores y si además el hábitat está influenciando algunos de sus elementos (en este caso de la madera); entonces estos factores harán que dependiendo de los caracteres analizados, en ocasiones el mismo individuo se parezca más a un progenitor (a Quercus affinis) y en otras ocasiones se parezca más al otro (a Q. laurina). Asimismo, también será de esperarse una alta correlación de las condiciones ambientales con algunas de las características morfológicas y consecuentemente fisiológicas que presenten los híbridos.

A manera de conclusión sobre la anatomía de la madera de los encinos estudiados aquí se puede mencionar los siguientes puntos:

1) los promedios de lumen de vasos, longitud de fibras y anchura de radios multiseriados, para las muestras de Quercus laurina difieren a simple vista de aquellos considerados para Q. affinis.

2) de acuerdo a los datos cuantitativos y cualitativos utilizados en el análisis estadístico, es posible colocar como diferentes a los individuos de Q. affinis de las localidades Veracruz de aquellos de Q. laurina de Veracruz y Guerrero.

3) Los datos analizados estadísticamente muestran un grupo que incluye individuos colectados en la Sierra de Taxco, determinados como Q. affinis x Q. laurina y que presentan características intermedias respecto a los elementos que conforman su madera.

4) dependiendo de los caracteres incluidos en los análisis estadísticos, los individuos de la Sierra de Taxco muestran más o menos similitud con alguna de las dos especies que nos ocupan.

5) los análisis estadísticos permiten separar a Q. acherdophylla, pero mostrando cierta similitud con los individuos de Taxco y/o los de Q. affinis;

De esta manera, las muestras de las colectas trabajadas se pueden reunir en cuatro grupos: uno que representa a Quercus acherdophylla, un segundo representando a Q. affinis, otro a Q. laurina, y el cuarto de individuos intermedios colectados en la Sierra de Taxco, que de acuerdo a los caracteres analizados se pueden parecer más a Q. laurina o a Q. affinis y en donde queda incluida la muestra que se asignaba a Q. affinis (colecta 819).

De este modo se puede apreciar que los caracteres cualitativos como son: porosidad, anillos de crecimiento, color de la albura y el tipo de grano; así como los cuantitativos como son: la longitud de las fibras, el lumen de los vasos y la anchura de radios multiseriados, son los caracteres más útiles para la delimitación de las especies estudiadas en este trabajo

Considerando lo anterior y con base en el estudio de la anatomía de la madera aquí realizado, a continuación se presentan las descripciones de la madera de los cuatro grupos señalados.

DESCRIPCIONES DE LOS GRUPOS

1.- Quercus affinis Scheidw.

CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS. Albura de color blanco rosado, duramen pardo verdoso con veteado rosáceo. Lustrosa a mediana, textura áspera a mediana, insabora o con ligero sabor astringente, inodora, de grano recto irregular a entrecruzado, dureza mediana a dura con 0.87 de gravedad específica.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS. VASOS. Porosidad anular, forma del poro oval, exclusivamente solitarios en arreglo radial a ligeramente oblicuo, pocos vasos (5/mm²), diámetro mediano a moderadamente grande 196 (124-262) μ m. Lumen tangencial de vasos mediano con un promedio de 188 (112-252) μ m. Longitud de los elementos de

vaso mediana 510 (263-808) μm . Platinas simples, perpendiculares u oblicuas con ángulo hasta de 45 grados. Puntuaciones intervasculares areoladas, medianas de 8 (5-9) μm , alternas y de vaso a radio medianas de 7 (2-9) μm alargadas longitudinalmente y con disposición escaleriforme.

TRAQUEIDAS. vasicéntricas asociadas con los vasos.

PARENQUIMA AXIAL. Paratraqueal escaso. Apotraqueal difuso en agregados.

PARENQUIMA RADIAL. Los radios son uniseriados y multiseriados los uniseriados numerosos con una densidad de 10/mm, formados de células procumbentes, con altura de 439 (166-2726) μm . Los multiseriados altos a muy altos de 14 (11-38) mm de altura promedio.

FIBRAS. Librifomres, medianas de 1184 (750-2168) μm . La pared con grosor de 7 (1-16) μm . El diámetro tangencial de lumen es de 6 (2-21) μm .

ANILLOS DE CRECIMIENTO. Delimitados por porosidad semianular y disminución de tamaño de fibras y de parénquima.

EJEMPLARES REVISADOS. México: Veracruz. Mpio. Jalacingo; 7 Km al O de la desviación a Allotonga; S. Valencia A. 801 (Xiloteca-MEXU). Mpio. Tuxtla; 0.5 Km al E del poblado de Monte Real; S. Valencia A. 802 (Xiloteca-MEXU).

2.- Quercus affinis = Q. laurina

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS. Albura color blanco-rosado, de lustre mediano a bajo, textura mediana-áspera, insabora e inodora, grano recto a entrecruzado, dureza mediana a dura con 0.86 de gravedad específica.

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS. VASOS. Porosidad anular a semianular- difusa, poros de forma oval, exclusivamente solitarios, en arreglo radial a ligeramente oblicuo, con pocos vasos (4 /mm²), con un diámetro tangencial mediano de 193 (102-286) μm . El lumen en tangencial mediano con promedio de 179 (96-272) μm . Longitud de los elementos de vaso mediana, de 506 (254-771) μm en tangencial. Platinas simples perpendiculares a oblicuas con ángulo hasta de 45 grados. Puntuaciones intervasculares areoladas, medianas de 6 (4-9) μm , alternas; las de vaso a radio medianas de 7 (2-4) μm con alargadas longitudinalmente y con disposición escaleriforme.

TRAQUEIDAS. Vasicéntricas asociadas con los vasos.

PARENQUIMA AXIAL. Paratraqueal escaso. Apotraqueal difuso en agregados.

PARENQUIMA RADIAL. Radios uniseriados y multiseriados. Los uniseriados con una densidad de 14/mm, formados de células procumbentes, con altura de 425 (254-827) μm . Los radios multiseriados altos, con 13 (7-22) mm de altura promedio.

FIBRAS. Librifomres, medianas de 1023 (625-1625) μm . El promedio de grosor de su pared es de 8 (5-12) μm . El diámetro tangencial de la luz es de 6 (2-12) μm .

ANILLOS DE CRECIMIENTO. Delimitados por porosidad semianular, disminución de tamaño de fibras y de parénquima o poco notorios.

EJEMPLARES REVISADOS. México: Guerrero. Mpio. Pedro Ascencio; Puerto Oscuro; S. Valencia A. 814, 821, 822 (Xiloteca-MEXU). Mpio. Taxco de Alarcón; 17 Km al oeste de Taxco, S. Valencia A. 819 (Xiloteca-MEXU); Parque Cerro del Huizteco; S. Valencia A. 820 (Xiloteca-MEXU).

3.- Quercus laurina Humb. et Bonpl.

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS. Albura color rosa muy claro, duramen pardo verdoso con vetado rosa; lustre mediano o lustrosa, con ligero sabor astringente, textura mediana a aspera, inodora e insabora, grano recto, dura a mediana y 0.78 de gravedad especifica.

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS. VASOS. Porosidad difusa o semianular difusa, poros principalmente ovales, exclusivamente solitarios, pocos vasos (5/mm²), con un diámetro tangencial moderadamente grande de 228 (167-303) μm . El lumen es de 215 (165-294) μm , en tangencial. La longitud de los elementos de vaso es mediana con promedio de 552 (235-1100) μm . Platinas simples, con inclinación perpendicular u oblicua, con ángulo hasta de 45 grados. Puntuaciones intervasculares areoladas, ligeramente alargadas, alternas, medianas, de 5 (6-9) μm . y de vaso a radio medianas de 7 (2-9) μm , alargadas longitudinalmente y con disposición escaleriforme.

TRAQUEIDAS. Paratraqueales vasicéntricas, aliformes en sentido radial.

PARENQUIMA AXIAL. Paratraqueal escaso. Apotraqueal difuso en agregados.

PARENQUIMA RADIAL. Los radios son uniseriados y multiseriados; los uniseriados, muy numerosos, con una abundancia de 12/mm, formados de células procumbentes, con altura de 654 (338-984) μm . Los multiseriados altos, con altura de 15 (10-23) mm.

FIBRAS. Libriformes, medianas con longitud de 940 (675-1325) μm . La pared tiene un grosor de 11 (4-19) μm . El diámetro tangencial del lumen es de 6 (2-14) μm .

ANILLOS DE CRECIMIENTO. Poco notorios por una ligera disminución de tamaño en los vasos.

EJEMPLARES REVISADOS. México: Veracruz. Mpio. Acultzingo; Puerto del Aire, S. Valencia A. 804 (Xiloteca-MEXU). Guerrero. Mpio. Leonardo Bravo; Tira Caminos, S. Valencia A. 762 (Xiloteca-MEXU).

4.- Quercus acherdophylla Trel.

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS. Albura amarillo pálido o crema duramen anaranjado grisáceo (Munsell a/fecha), lustrosa, textura fina, inodora e insabora, grano irregular a entrecruzado, dureza mediana, gravedad especifica de 0.77.

CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS. VASOS. Con porosidad anular, poros principalmente circulares, exclusivamente solitarios, en hileras radial-oblicuas, pocos vasos (5/mm²), medianos con un diámetro tangencial de 175 (120-232) μm . El lumen de los vasos es de 162 (112-217) μm . La longitud de los elementos de vaso medianos, con promedio de 516 (301-752) μm . Platinas simples perpendiculares y oblicuas con un ángulo de 45° o más. Puntuaciones intervasculares areoladas, alternas, alargadas, pequeñas de 7 (6-7) μm y de vaso a radio medianas de 7 (2-9) μm , alargadas longitudinalmente y con disposición escaleriforme.

TRAQUEIDAS. Vasicéntricas asociadas con los vasos.

PARENQUIMA AXIAL. Paratraqueal vasicéntrico escaso. Apotraqueal difuso en agregados.

PARENQUIMA RADIAL. Radios uniseriados y multiseriados. Los uniseriados con una densidad muy moderada, de 17/mm, formado de células procumbentes, con una altura promedio de 314 (226-432) μm . Los multiseriados con una altura promedio de 12 (7-22) mm.

FIBRAS. Libriformes, medianas, con longitud promedio de 1000 μm y rango de 800-

1225 μm ; el grosor promedio de su pared es de 6 (5-9) μm , el promedio del diámetro tangencial del lumen es de 6 (2-12) μm .

ANILLOS DE CRECIMIENTO delimitados por porosidad semianular y disminución de paredes y de tamaños totales de fibras y parénquimas.

EJEMPLARES REVISADOS. México: Veracruz. Mpio. Coscomatepec; Potrerillos S. Valencia A. 801 (Xiloteca-MEXU).

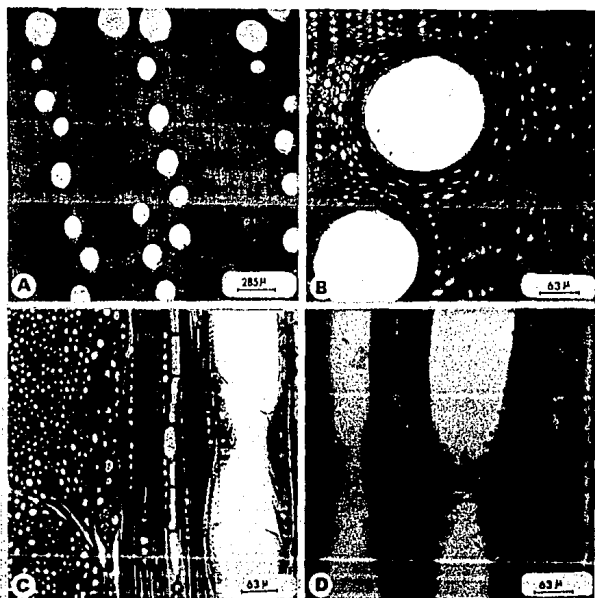


Figura 4.11
Quercus affinis

- A. Corte transversal 2.5 X. Vasos radial-oblicuos, porosidad anular y limite de anillo de crecimiento.
- B. Corte transversal 10X.
- C. Corte longitudinal tangencial 10X. Radio multiseriado y vaso.
- D. Corte longitudinal radial 10X. Conecciones de vaso a radio.

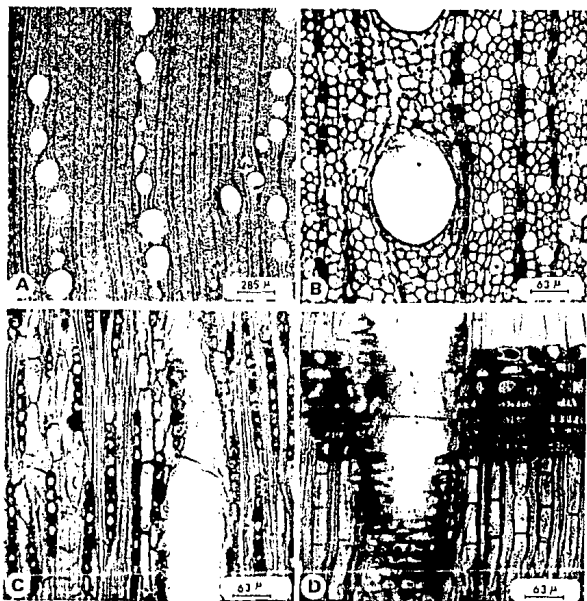


Figura 4.12
Quercus affinis-laurina

- A. Corte transversal 2.5 X. Vasos con arreglo radial.
- B. Corte transversal 10X. Vaso en el limite de un anillo de crecimiento.
- C. Corte longitudinal tangencial 10X. Vaso, radios uniseriados y grupos de traqueidas.
- D. Corte longitudinal radial 10X. Vaso, placa de perforacion y celulas de un radio uniseriado.

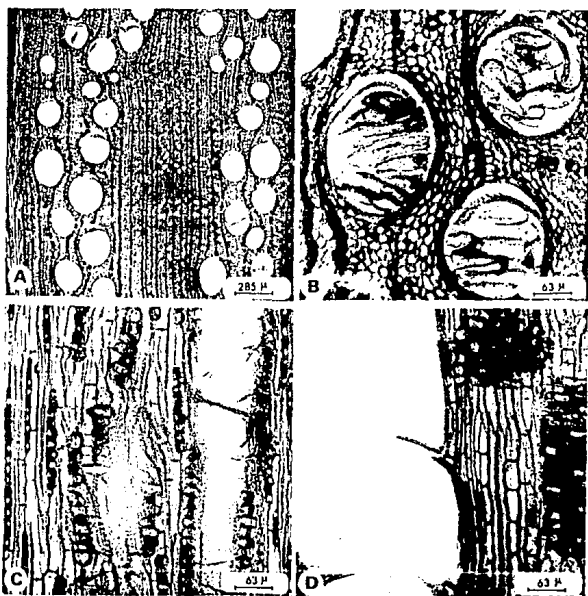


Figura 4.13
Quercus laurina

- A. Corte transversal 2.5 X. Porosidad difusa a subanular-difusa.
- B. Corte transversal 10 X. Vasos con tilides.
- C. Corte longitudinal tangencial 10 X. Vasos con placa de perforacion y grupo de traqueidas.
- D. Corte longitudinal radial 10 X. Vaso con restos de placa de perforacion.

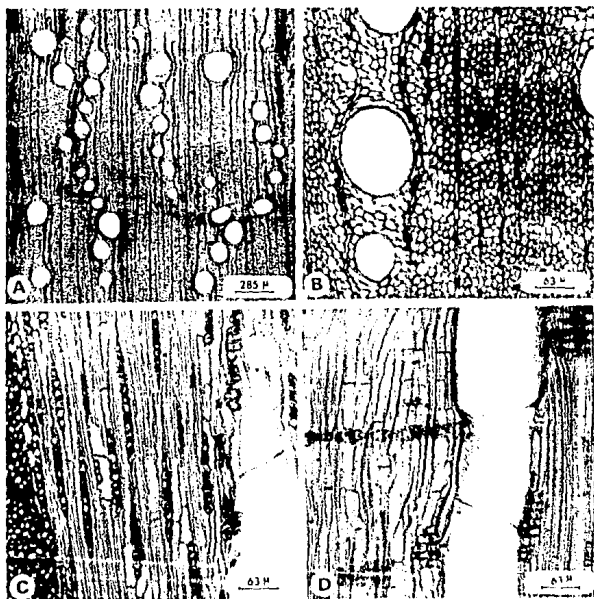


Figura 4.14
Quercus acherdophylla

- A. Corte transversal 2.5 X. Porosidad anular.
- B. Corte transversal 10 X. Vasos.
- C. Corte longitudinal tangencial 10 X. Vaso con placa de perforacion y grupo de traqueidas.
- D. Corte longitudinal radial 10 X. Vasos con restos de placas de perforacion.

CAPITULO CINCO CARACTERISTICAS FOLIARES

INTRODUCCION

La hoja de los encinos, ha sido una de las herramientas más utilizadas en la determinación de especies. Así aspectos de forma, tamaño, tipo de venación, número de venas, y derivados epidérmicos, son caracteres de gran valor en la determinación de encinos.

Los caracteres anteriores se pueden incluir en tres aspectos: 1) la forma y tamaño de las hojas, 2) arquitectura foliar y 3) tricomas foliares. Estos aspectos han sido trabajados con anterioridad por diversos investigadores para algunas especies de encinos, obteniendo resultados satisfactorios.

Respecto a la forma de la hoja de encinos, ésta ha sido estudiada por Tucker (1974) con énfasis en los patrones de evolución paralela de la forma de la hoja en algunos encinos de América, implicando que la forma de la hoja tiene relación con el hábitat, y que en muchas ocasiones, la forma similar de la hoja de algunas especies de encinos no emparentados, es la consecuencia de desarrollarse en hábitats con condiciones similares.

JENSEN, et al. (1973), realizan un estudio morfométrico en dos especies de encinos rojos de Estados Unidos: Quercus ellipsoidalis y Q. rubra para demostrar la hibridización entre ellos.

Por otro lado, de acuerdo a Hickey (1973) la arquitectura de hojas se define como la descripción en la que se denota ubicación y forma de aquellos elementos que constituyen la expresión superficial de la estructura de la hoja, incluyendo patrones de venación, configuración marginal, forma de hoja y posición de glándulas.

Este carácter ha sido utilizado taxonómicamente en diferentes grupos actuales y extintos para describir con cierto grado de profundidad la estructura de las hojas. Así, Wolfe (1989) utiliza la arquitectura de hojas para establecer relaciones entre las Hamamelididae y menciona que el tipo básico de arquitectura foliar en el Orden Fagales (al que pertenece el género Quercus) es el que se presenta en Triqonobalanus, mientras que el grado más alto de especialización se presenta en la Familia Betulaceae.

Aunque en el género Quercus se ha utilizado la arquitectura foliar, las descripciones son poco detalladas y siempre como parte de la descripción morfológica general de las especies o del género. Oersted en Liebmann (1869) publica observaciones sobre características de la venación para todo el grupo en general, argumenta que ésta junto con otras características de las hojas es de gran importancia para la clasificación del género Quercus. Camus (1936) y Ponce (1941) también utilizan este

caracter en la descripción de especies y del género, sin embargo al igual que Oersted tampoco dan mucho detalle.

Asimismo, Daghlian y Crepet (1983) dan una descripción somera de la arquitectura de las hojas del género Quercus, mencionando que ["las hojas son simples, enteras o no enteras en el margen, con venación pinnada. Las venas secundarias son camptodromas, a craspedodromas según sean las hojas enteras o dentadas, respectivamente. Las hojas que son dentadas o lobadas sólo en las porciones distales tienen venación secundaria intermedia entre estos dos tipos o mezclada con craspedodroma. Los órdenes más altos de venación están bien desarrollados (cinco órdenes son comunes) con areolas bien definidas"].

Los tricomas foliares de los encinos se dividen en: glandulares y no glandulares. De acuerdo con Thomson y Mohlenbrock (1979), los tricomas glandulares no presentan mucha variación y su utilidad para delimitar especies es únicamente con base en su presencia o ausencia. Por su parte, los tricomas foliares no glandulares son de gran valor para la delimitación de especies en Quercus. El tipo de tricoma, el número de radios que lo forman y el tamaño de los mismos son caracteres que ofrecen gran utilidad en la determinación de especies y aún en algunos casos en el esclarecimiento de híbridos.

Thomson y Mohlenbrock (1979) realizan un estudio de los tricomas foliares de encinos blancos en el este de Estados Unidos, con los que caracterizan a 16 especies, así como a tres poblaciones de híbridos.

Jones (1986) utiliza tanto la forma, como la arquitectura foliar y los tricomas foliares para caracterizar a los géneros de las Fagaceae, proponiendo una clasificación para éstos bastante aceptable y hace alusión a la gran variabilidad morfológica de las hojas, que se presenta en el género Quercus y aún en muchas de sus especies y que está relacionada con la amplia distribución de los taxa.

Manos (1993) realiza un estudio de la variación de los tricomas foliares en la Sección Protobalanus del género Quercus encontrando una amplia variación de tricomas no glandulares en este pequeño grupo de tan sólo cinco especies de encinos.

Por lo anterior en este trabajo se analiza la utilidad de los aspectos de: 1) la forma y tamaño de las hojas, 2) arquitectura foliar y 3) tricomas foliares; para la delimitación taxonómica entre Quercus affinis y Q. laurina.

MÉTODO

Como ya se indicó en esta parte del trabajo se analizan tres aspectos:

1.- Para el análisis de forma y tamaño de hojas se revisaron los ejemplares de herbario de Quercus affinis y Q. laurina y sus formas intermedias de las colecciones

de los herbarios de MEXU, ENCB y FCME, consultándose más de 350 ejemplares. De cada ejemplar se tomaron los datos de colecta, con énfasis en la localidad y la altitud.

Asimismo se tomaron medidas de cinco hojas en cada ejemplar herborizado anotando el largo y ancho de la lámina foliar, éstas medidas fueron promediadas para cada ejemplar y el promedio sometido a análisis para la obtención del índice foliar: longitud de lámina foliar/ancho de lámina foliar, que indica la forma de la hoja.

También fué realizada una correlación de índice foliar, altitud en la que se colectaron los ejemplares de herbario correspondientes y de caracterización de ejemplares de herbario. Los ejemplares de herbario se caracterizaron subjetivamente con un número entre el 1 y 5 de acuerdo al aspecto que las hojas presentaran de la siguiente manera: 1 = Quercus laurina típico, 2 = ejemplares con hojas con características de Q. laurina pero que no correspondían a la forma típica, 3 = formas intermedias entre Q. affinis y Q. laurina, 4 = ejemplares con hojas con características de Q. affinis pero que no corresponden a la forma típica y 5 = Q. affinis típico. (Ver figura 5.2 para correlación de número asignado y forma de hoja).

Los ejemplares con sus números asignados fueron localizados en mapas para ver si existía algún patrón de distribución en cuanto a forma. También se dibujaron las formas de hojas más comunes de cada ejemplar de herbario y de acuerdo a su localidad se ubicaron en mapas de México.

2.- Para conocer los patrones de venación de las hojas se obtuvo material de individuos de las 10 poblaciones mencionadas en el Capítulo 2 (en donde se incluye Quercus acherdophylla una de las especies de referencia) y una más proveniente del estado de Guerrero manejada también como especie de referencia (Q. rubramenta). En cada población se eligieron de 1 a 4 árboles y de ellos se tomaron hojas que representaran la variación morfológica observable en el individuo (Figura 5.1 al final del Capítulo).

En total se procesaron para aclaramiento 80 hojas, correspondientes a individuos de 11 poblaciones. De éstas tres corresponden a lo que se conoce como Quercus affinis, tres a Q. laurina, de tres se tiene duda de su asignación a Q. affinis o Q. laurina, una pertenece a Q. acherdophylla y una a Q. rubramenta, (las especies que tomamos como referencia) (figura 5.3).

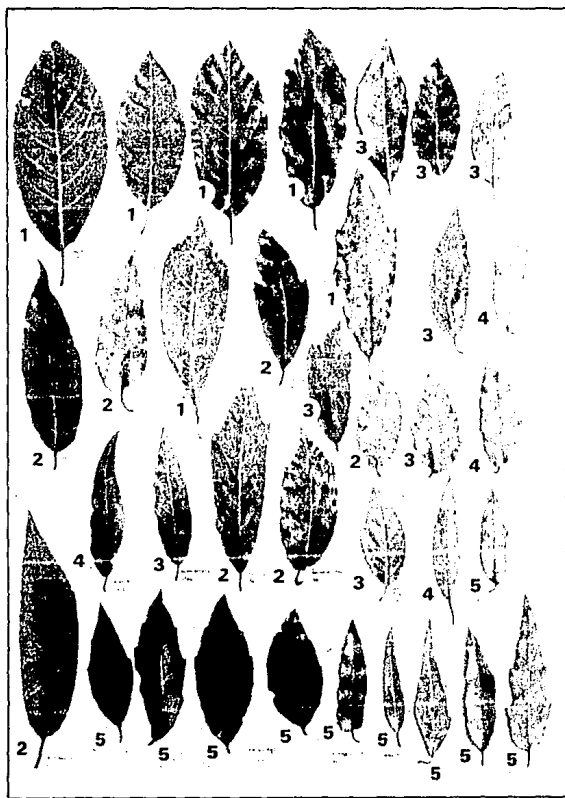


Figura 5.2. Correlación de número asignado a la forma o tipo de hoja del complejo *Q. affinis-Q. laurina*: 1 = *Q. laurina*; 2 = alguna variación de *Q. laurina*; 3 = *Q. affinis* x *Q. laurina*; 4 = alguna variación de *Q. affinis*; 5 = *Q. affinis*.

ESTADO	ESPECIE	LOCALIDAD	Nº Muestra	Nº / F 5.1
V E R A C R U Z	<i>Q. acherdo.</i>	Potrerrillos	755	14
		Jalacingo	750 751	1 2
	<i>Q. affinis</i>	Monte Real	788	3
			789	4
			749	5
			790	6
	<i>Q. laurina</i>	Pto. Aire	800	16
797			10	
G U E R R E R O		Tres Camino	762 764	11 17
		<i>Q. affinis</i>	O. de Taxco	17C
	<i>Q. affxiau</i>	Huizteco	773	8
			774	9
	<i>Q. rubrame</i>	Pilo de Ca.	31C	13
			772	18
D. F.	<i>Q. affxiau</i>	Contreras	3C	12
			5C	15

Figura 5.3 Relación de número de muestra y número empleados en figura 5.1 (Nº / F 5.1), localidad y especie a la que corresponde la muestra.

Las hojas de esta manera obtenidas se sometieron a aclaramiento, para lo cual se sumergieron en una solución de NaOH caliente (pero sin dejar que llegara al punto de ebullición) durante dos horas, después se lavaron en agua corriente dos veces, y se colocaron en un cristizador con una solución de hipoclorito de sodio hasta que quedaran blancas, enseguida se lavaron dos veces con agua corriente y más tarde se deshidrataron en alcoholes graduales de 50, 70 y 96%, luego se depositaron en safranina alcoholizada al 96% por 15-25 minutos. Después se hicieron cambios graduales de alcohol de 96%, 100%, 100% xilol, xilol y posteriormente se montaron entre dos cristales delgados con bálsamo de Canadá (modificado de Dilcher, 1974, en Hernández, 1989). Se colocaron en una estufa a 65°C para su secado durante dos y medio meses, para después hacer observaciones y describir las características de cada una de acuerdo a la terminología propuesta por Hickey (1973).

Entre los principales caracteres utilizados en esta parte del trabajo están: consistencia, forma, margen, base, ápice, tipo de venación (venas primarias, secundarias, terciarias, de cuarto y quinto orden), dientes y areolas de cada hoja (Figura 5.1).

Los resultados de este análisis permitieron elaborar una matriz con datos seleccionados (los que no tuvieran correlación entre sí, y los que presentaran más

objetividad) de presencia-ausencia y someterla al análisis de agrupamiento mediante el programa estadístico NTSYS-pc V.1.6, utilizando el índice de similitud de DICE y el método de agrupación de ligamiento intermedio no ponderado (UPGMA); los OTUs corresponden a cada una de las muestras de las diferentes especies analizadas.

3.- Los derivados epidérmicos consistentes únicamente en pelos fasciculados o estrellados del envés de las hojas se obtuvieron de ejemplares de herbario seleccionados de la parte occidental, centro y oriente de México, los tricomas obtenidos fueron teñidos con safranina y se elaboraron preparaciones temporales para su posterior observación.

RESULTADOS

1.- FORMA DE HOJAS

El análisis de índice de forma foliar indica pocas diferencias en cuanto a la forma de la hoja entre estos dos grupos, así en la figura 5.4 el polígono de frecuencia de índices de forma de hoja (longitud de lámina foliar/anchura de lámina foliar) se puede apreciar que hay una tendencia en los individuos que se asignan a *Quercus laurina* en desplazar la curva hacia los intervalos de frecuencia más bajos, teniendo su punto mayor en el número cuatro (2.67-3.11 de índice foliar), implicando que las hojas son en su mayoría más anchas que lo que se maneja como *Q. affinis* que desplaza la curva hacia la parte de intervalos con índices mayores y cuyo punto medio está en el número cinco (3.12-3.56), lo que indica que las hojas son un poco más angostas.

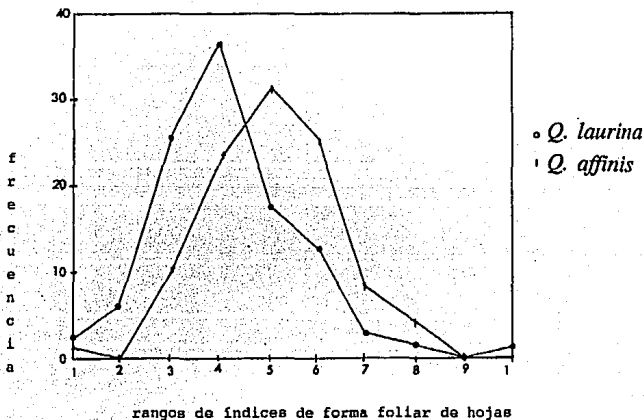


Figura 5.4 Frecuencia porcentual de índices de forma foliar de hojas (longitud de lámina foliar/ ancho de lámina foliar)

No obstante estas pequeñas diferencias, se puede apreciar en la misma gráfica que entre los dos grupos hay un continuo o un solapamiento de índices foliar de ambos grupos. Es necesario mencionar que para la elaboración de la gráfica de la figura 5.4, no se consultaron el mismo número de ejemplares para cada uno de los taxa, pues en los herbarios existen muchas más colectas que se pueden asignar a Quercus laurina que a Q. affinis; sin embargo, estos problemas metodológicos no oscurecen los resultados de la gráfica de apreciar los puntos más altos y la continuidad o solapamiento de las curvas.

En la figura 5.5 se aprecia la distribución de Quercus affinis y Q. laurina y sus intermedios, notándose que las formas típicas (5) y casi típicas (4) de Q. affinis se distribuyen principalmente en la parte oriental del país, por su parte las formas típicas y casi típicas de Q. laurina (1 y 2) están en la zona del Eje Neovolcánico Transversal y Sierra Madre del Sur, las formas intermedias (3) se distribuyen principalmente en la porción este del Eje Neovolcánico Transversal y el norte de Oaxaca. Estos últimos son sitios de convergencia actual entre Q. affinis y Q. laurina y quizá, las zonas en donde se presenta la mayor hibridización entre las dos especies.

La distribución de la morfología de las hojas de Quercus affinis y de Q. laurina (Figuras 5.6 y 5.7), indica que las formas de las hojas ligeramente más elípticas u oblongas se encuentran con una distribución aproximadamente este - oeste, con ligero corrimiento hacia el norte en el lado oeste y ligeramente hacia el sur en el lado este. Esto parecería seguir el mismo curso del Eje Neovolcánico Transversal y corresponde a las formas de Q. laurina. Mientras que las formas más pequeñas y lanceoladas tienen una distribución hacia el este del territorio mexicano casi norte - sur desde Nuevo León hasta Oaxaca, estas formas corresponden a Q. affinis.

No obstante las observaciones anteriores sobre formas de hojas y su localización, éstas no son absolutas, pues en algunas regiones, la morfología de las hojas en relación con la localidad de procedencia, no presenta consistencia. En regiones muy cercanas pueden desarrollarse tanto individuos con hojas muy pequeñas y lanceoladas, como individuos que tengan hojas de mayor talla y con forma un poco más oblonga, este fenómeno puede ser observado en algunas localidades del estado de Hidalgo.

La diferencia en forma de hojas se puede correlacionar en parte con condiciones ambientales, pues en observaciones de campo personales, se vio que los individuos que presentan hojas más angostas y lanceoladas se desarrollan principalmente en condiciones de cañadas o en lugares con protección de humedad y vientos, en cambio los individuos con hojas más anchas y oblongas, ocupan los lugares menos protegidos. Estas observaciones no pudieron ser acompañadas de datos de ejemplares de herbario pues en la mayoría de los casos carecen de tales datos de

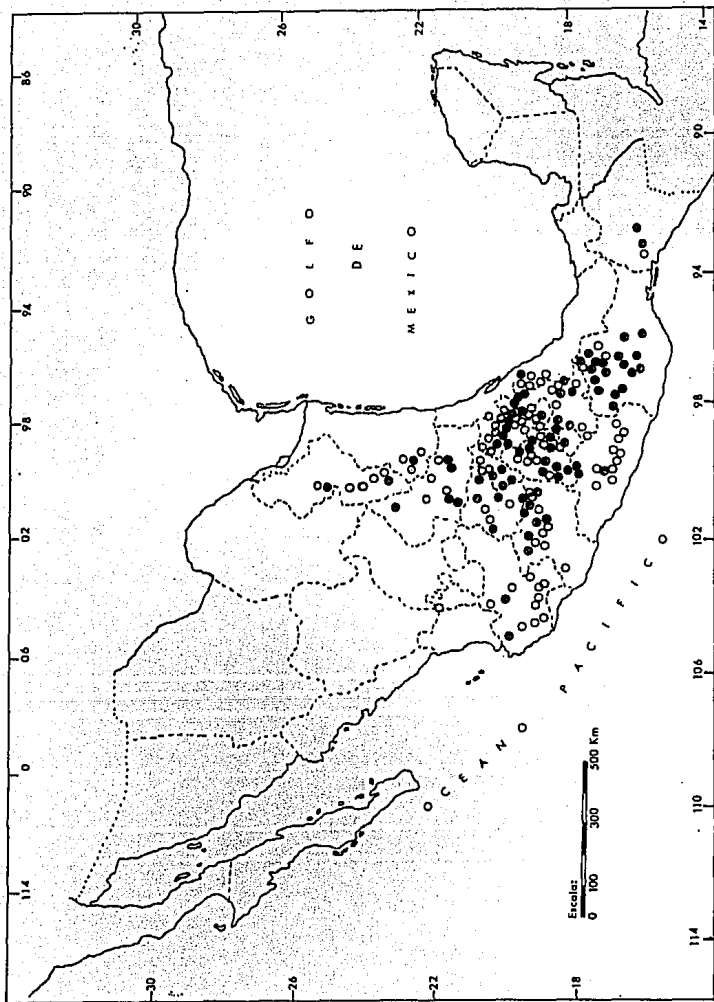


Figura 5.5. Distribución de los tipos de hojas del complejo *Quercus affinis*
 - *Q. laurina*. O = 1 = *Q. laurina*; ● = 2 = alguna variación de
Q. laurina; ⊗ = 3 = *Q. affinis* x *Q. laurina*; ● = 4 = alguna variación
 de *Q. affinis* y O = 5 = *Q. affinis*.

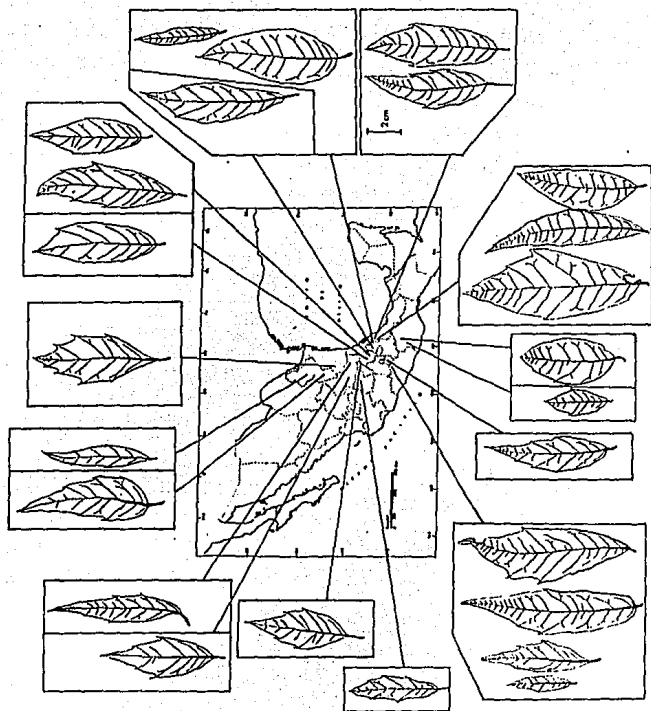


Figura 5.6. Distribución de la morfología foliar de *Q. affinis*

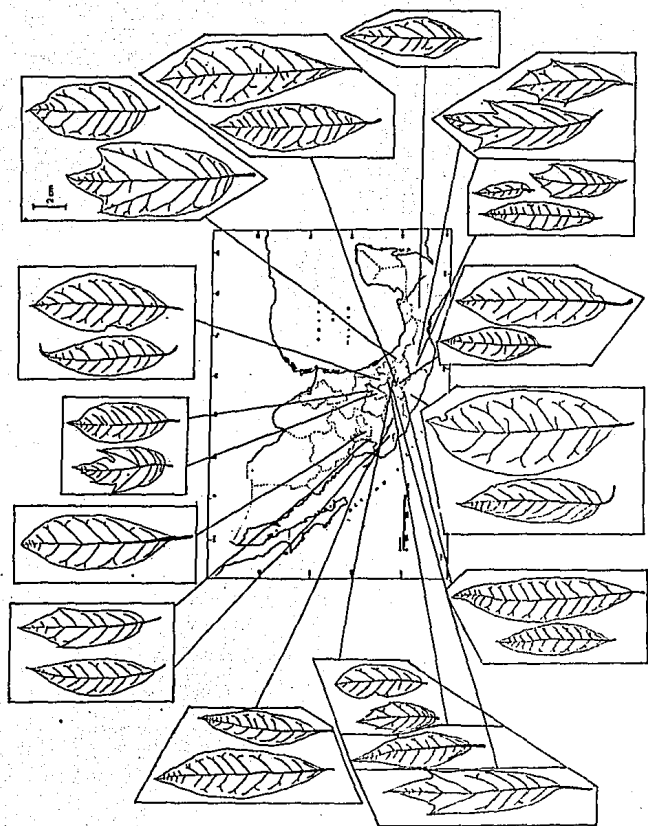


Figura 5.7. Distribución de la morfología foliar de *Q. laurina*

colecta. Pero sí se puede realizar una correlación de tipo de hoja (del 1-5), altitud a la que se distribuyen e índice foliar, con los siguientes resultados:

	índice	altitud	tipo
índice	1	-0.32	0.36
altitud		1	-0.61
tipo			1

en éstos se puede apreciar que aunque muy baja, existe una correlación negativa entre la altitud y el índice foliar, encontrando preferentemente los individuos con hojas más anchas (con índices foliares menores) a mayores altitudes.

En cuanto a la correlación del índice foliar y el tipo de hoja, se obtiene que es proporcional parcialmente (pues la correlación es también baja) pero sugiere que una parte de los individuos revisados presentan un índice foliar que varía en relación con el tipo asignado.

Finalmente las variables que mostraron mayor correlación (-0.61) son la altitud y el tipo asignado (1-5), indicando que las formas de hojas a las que se les asignó los menores números, pertenecen a árboles que se localizan preferentemente a mayores altitudes, esto quiere decir que las que se parecen más a Quercus laurina se distribuyen con mayor frecuencia en sitios con más altitud.

Así se tiene que los individuos con características de Quercus laurina se desarrollan en altitudes de (1600) 2440-3065 (3650) m snm, y altitud promedio de 2710 m snm. Los individuos que presentan características de Q. affinis se desarrollan en altitudes entre los (1200) 1600-2225 (2800) m snm y altitud promedio de 1990 m snm. Los individuos con características intermedias entre Q. affinis y Q. laurina crecen en altitudes entre 1500-2700 (3000) m snm y una altitud promedio de 2545 m snm; como puede verse, esta última altitud promedio es un tanto intermedia entre las altitudes promedio de los individuos con características de Q. affinis o bien de Q. laurina.

De este modo, como se señaló en el capítulo de anatomía de madera acerca de que, los híbridos ocupan zonas intermedias en hábitat respecto a sus progenitoras, y considerando que los individuos trabajados como intermedios podrían ser híbridos; se repite aquí, que los intermedios entre Quercus affinis y Q. laurina están ocupando zonas intermedias o híbridas de altitud respecto a la de sus "progenitoras".

2.- PATRON DE VENACION

Los datos obtenidos del aclaramiento de hojas, fueron seleccionados, eliminando aquellos que presentaron subjetividad para obtenerse, o aquellos que estaban

correlacionados, o que se presentaban en todos los individuos, quedando entonces únicamente los que se indican con un asterisco (*) en la figura 5.1, los cuales se sometieron a análisis de agrupamiento (ver figura 5.1 al final del capítulo 5).

El análisis de agrupamiento de los datos seleccionados arroja el fenograma de la Figura 5.8.

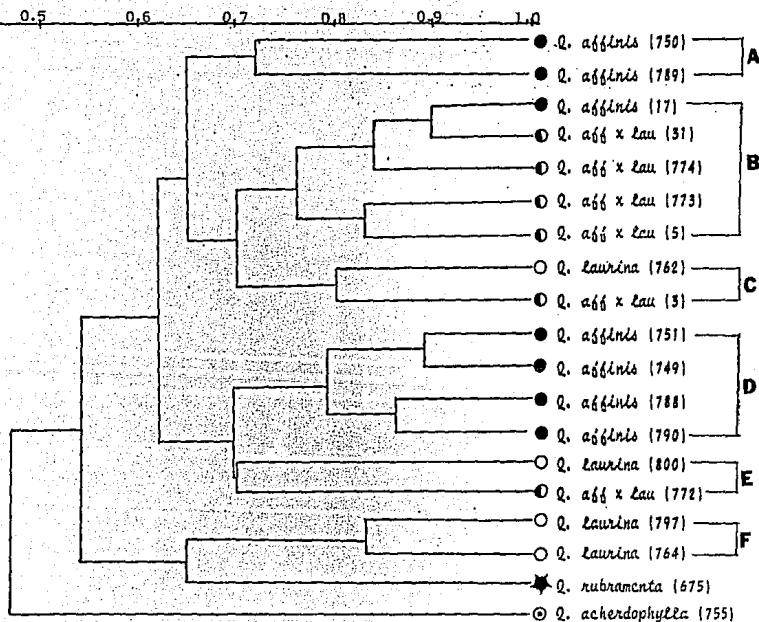


Figura 5.8. Fenograma realizado con datos de patrón de venación de hojas de encinos.

En este fenograma se pueden apreciar seis grandes grupos, el primero (Grupo A) que incluye dos muestras de individuos de Quercus affinis de Veracruz, el segundo (Grupo B) agrupa en su mayoría a individuos Q. affinis x Q. laurina de diferentes regiones del Eje Neovolcánico Transversal, así como una muestra que se asignó a Q. affinis de la Sierra de Taxco y una de Q. affinis x Q. laurina del Distrito Federal; el cuarto grupo "D" incluye a individuos de Q. affinis principalmente; el quinto con Q. laurina de Guerrero y uno más considerado como intermedio de la Sierra de Taxco; un sexto grupo F incluye a dos muestras de individuos determinados como Q. laurina de Veracruz y Guerrero respectivamente; otras dos muestras que se puede considerar que no se agrupan con ninguna otra ni entre sí son Q. rubramenta y Q. acherdophylla, las especies consideradas como referencia que en este fenograma resultan ser las más diferentes de todas.

El análisis de agrupamiento es un método estadístico que agrupa los individuos o muestras que más se parecen tomando en cuenta todos los caracteres que se le proporcionen sin tomar en cuenta si algún carácter resulta ser más significativo que otro. Sin embargo, la revisión de todos los caracteres utilizados en el estudio de arquitectura foliar, indican que hay algunos caracteres diagnósticos tanto para Quercus acherdophylla como para Q. rubramenta, y que fueron incluidos en el análisis de agrupamiento. Q. acherdophylla presenta consistencia cartácea, el peciolo normal, el ángulo de divergencia de venas secundarias respecto a la vena primaria o central considerado como amplio (65-80 grados) y las areolas bien desarrolladas con un arreglo orientado (figura 13). Por su parte, Q. rubramenta presenta venación pinnada campodroma-reticulada y vena media gruesa (figura 5.12). Asimismo, los individuos de ambas especies presentan margen entero y areolas semiorientadas.

En seguida se describe la arquitectura de las hojas para los tres grupos restantes y consideradas aquí como el complejo Quercus affinis-Q. laurina, haciendo notar que para Q. laurina, (colectas 762 y 797) la relación del grosor de la vena media con la anchura de la hoja, determinadas como delgada; el ángulo de divergencia de las venas secundarias con respecto a la vena media determinado como estrecho a moderado pero uniforme y el curso de las venas secundarias que es curvo y uniforme; son características del patrón de venación de hojas casi exclusivas, hasta el momento, para este grupo.

DESCRIPCION PARA EL COMPLEJO Quercus affinis - Q. laurina. Son hojas que rara vez pasan los 15 cm de longitud; balance de la lámina completa simétrico, la base puede o no ser simétrica; forma de la hoja de angostamente elíptica a elíptica, de angostamente lanceolada a ovado-lanceolada, ovada o elíptico-lanceolada; ápice agudo, o agudo-atenuado; base aguda normal o aguda cuneada, obtusa normal, obtusa cuneada u obtusa decurrente, redondeada o truncada; margen entero o dentado-serrado rematando en una arista, con ángulo apical agudo u obtuso, el lado basal del diente convexo y lado apical concavo rara vez convexo; glándulas basilaminares- costales presentes o

no; textura coriácea; pecíolo ligeramente alado. Venación pinnada craspedodroma mixta en el caso de hojas con margen dentado-serrado o camptodroma-brachidodroma para hojas con margen entero; vena media de grosor moderado a delgado con curso recto u ocasionalmente curvo; venas secundarias con ángulo de divergencia de agudo-estrecho a agudo-amplio que puede variar o ser uniforme dependiendo del origen de las venas secundarias a lo largo de la vena media, el curso puede ser recto, curvo uniforme o abrupto, formación de lobos por venas secundarias que se unen en ángulo recto u obtuso e incluidos por arcos de segundo, tercero o cuarto orden, las venas intersecundarias son simples; venas terciarias con origen en ángulo recto, generalmente con patrón reticulado azaroso o en algunas partes de la hoja es percurrente con un curso ramificado o no, recto o sinuoso, y venas terciarias oblicuas con respecto a la vena media, y cuyo ángulo de inclinación disminuye hacia el ápice; el orden de ramificación de venas más alto que se presenta en las hojas puede ser de 5ª a 7ª orden, y el curso de estas puede ser azaroso u orthogonal; última venación marginal fimbriada; areolas bien desarrolladas con arreglo azaroso, con forma cuadrangular a poligonal; venillas libres ausentes o presentes, solitarias, simples, lineares o curvas, o ramificadas una vez (figuras 5.9-5.11).

3.- DERIVADOS EPIDERMICOS

Los derivados epidérmicos que se presentan sobre el envés de la hojas de los cinco grupos analizados (Quercus affinis, Q. laurina, Q. affinis x laurina, Q. acherdophylla y Q. rubramenta) son pelos arreglados en fascículos estipitados, correspondientes al tipo denominado como "tipo N° 8", que Jones (1986) describió para el género Quercus. Por su parte sólo Q. laurina, ocasionalmente, puede presentar pelos glandulares vermiformes color ambar sobre la epidermis del envés.

Por lo que respecta a los pelos arreglados en fascículos estipitados presentes en estos grupos taxonómicos, el análisis de ellos (figura 5.14 - 5.16) indica que se puede encontrar una gama en tamaños de pelos entre los individuos que típicamente corresponden a Quercus laurina o a Q. affinis, no habiendo correlación en forma y arreglo con las dos supuestas especies. Sin embargo, el número de radios que forman a cada pelo fasciculado estipitado sí parece tener una correlación con estos grupos, pues para Q. affinis (figura 5.15 A y B) se observa un número promedio de radios de 13.7/pelo con un rango de 7-26/pelo, mientras que para Q. laurina (figura 5.14) el promedio es de 10.7/pelo y rango de 7-16/pelo; así Q. affinis presenta pelos fasciculados con un mayor número de radios promedio, pero con menor densidad de pelos fasciculados en cada hoja que Q. laurina que a su vez, tiene más pelos arreglados en fascículos en cada hoja pero cada pelo con menor número de radios.

Por su parte, los pelos obtenidos de los individuos con características

intermedias entre estos dos grupos, presenta un promedio de radios mayor a los dos anteriores: 15.5 (8-24)/pelo (figura 5.16).

Asimismo, los radios de los pelos de Quercus acherdophylla y Q. rubramenta son en promedio 11 y 5.2 respectivamente (figura 5.15.C).

También se observa cierta correlación en cuanto a altitud, encontrándose individuos con pelos más cortos a mayores altitudes; en cambio, los pelos más grandes se presentan en individuos que se encuentran en lugares menos altos y protegidos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Algunos de los resultados obtenidos en arquitectura foliar, presentan dificultad en su utilización para delimitar estas especies por el traslapamiento de los mismos como el índice foliar y su distribución geográfica, pero otros como consistencia de la hoja, peciolo, ángulo de divergencia de venas secundarias y su curso, relación de grosor de la vena media, la orientación de las areolas y el número de radios por pelo fasciculado, son más nítidos y permiten reunir a los individuos trabajados en seis grupos incluyendo a las especies de referencia: Quercus rubramenta, Q. acherdophylla, Q. affinis (y algunos intermedios), Q. laurina (y otros intermedios), Q. affinis y Q. laurina (Figura 5.8).

La mayor dificultad en la delimitación de ciertas poblaciones mediante arquitectura foliar, se presentó sobre todo en los individuos procedentes de la parte central del país. Para estas poblaciones la consistencia de caracteres observados con aclaramiento de hojas fue poca y tales caracteres hacen que algunas muestras se parezcan más a Quercus affinis y otras se parezcan más a Q. laurina.

Por otro lado, hubo un caracter en la arquitectura foliar que utiliza Hickey (1973) y que aquí no se utilizó, consistente en el área de las areolas, ya que se observó que independientemente de la especie a la que se asignaran, los ejemplares procedentes de la parte este del país presentan hojas con areolas de mayor área que la que presentan las areolas de las hojas colectadas en el occidente de México.

Esto quizá podría explicarse de acuerdo a las ideas generales de anatomía ecológica de Van Der Graaff y Baas (1974), que aunque trabajaron para xilema y floema secundarios, explican que los elementos que forman al xilema y floema tienen la tendencia a presentar tallas menores en sitios donde existen ciertas condiciones de sequía y tamaños mayores donde las condiciones son más favorables.

Se puede concluir que la arquitectura de hojas presenta limitada utilidad,

pues la mayoría de los caracteres observados se traslapan entre estas dos especies, y como ya se mencionó son pocas las características que se mantienen como únicas de los grupos. Sin embargo, estos resultados son parciales, pues junto con anatomía de madera y palinología ofrecen resultados más satisfactorios.

Finalmente es necesario tener en cuenta que este carácter por sí solo tal vez podría ser de gran utilidad al aplicarse para caracterizar a grupos con categoría superior a especie como son las series o subgéneros en el género Quercus.

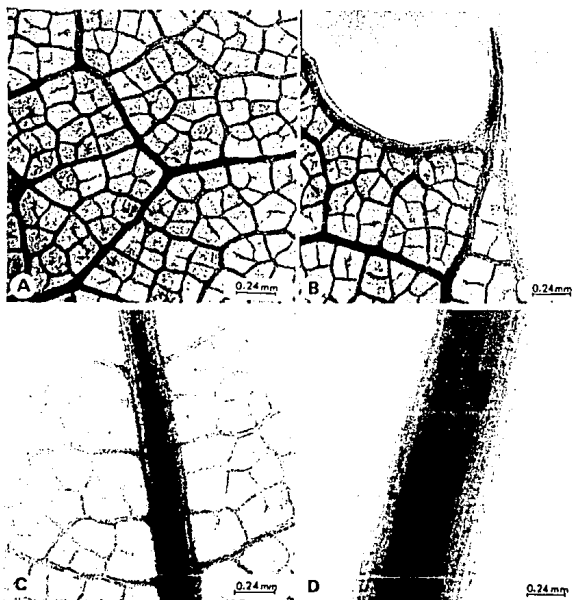


Figura 5.9

Quercus affinis

- A. Apice de hoja 10 X
- B. Diente con arista 10 X
- C. Vena media, venas secundarias y areolas con arreglo azaroso 10 X
- D. Base de la hoja y parte del peciolo alado 10 X

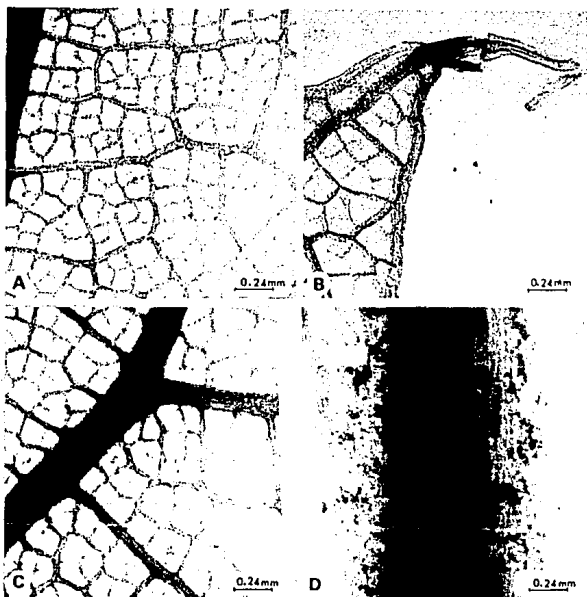


Figura 5.10

Quercus laurina

- A. Areolas con arreglo azaroso 10 X
- B. Diente con arista 10 X
- C. Vena media y venas secundarias 10 X
- D. Base de la hoja con restos de tricomas 10 X

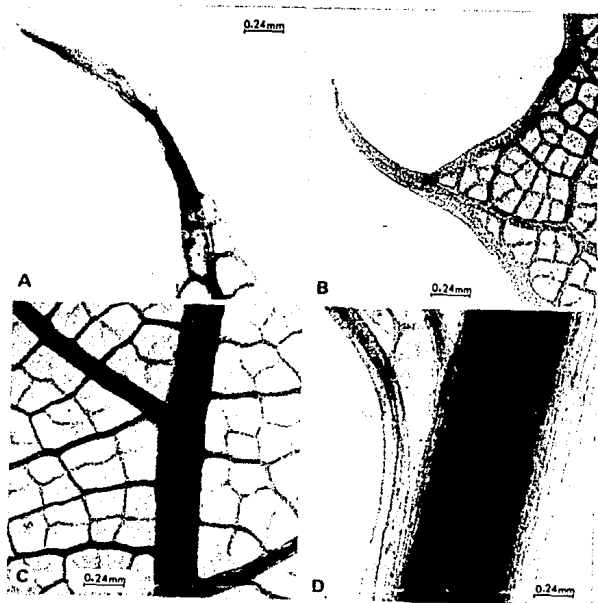


Figura 5.11

Quercus affinis-laurina

- A. Areolas con arreglo azaroso 10 X
- B. Diente con arista 10 X
- C. Vena media, venas secundarias y areolas con arreglo azaroso 10 X
- D. Pecíolo alado 10 X

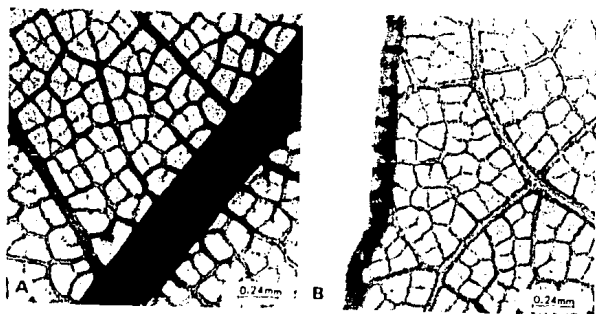


Figura 5.12
Quercus rubramenta

- A. Vena media considerada como gruesa y areolas semi-orientadas 10 X.
- B. Margen entero y parte de venas secundarias 10 X

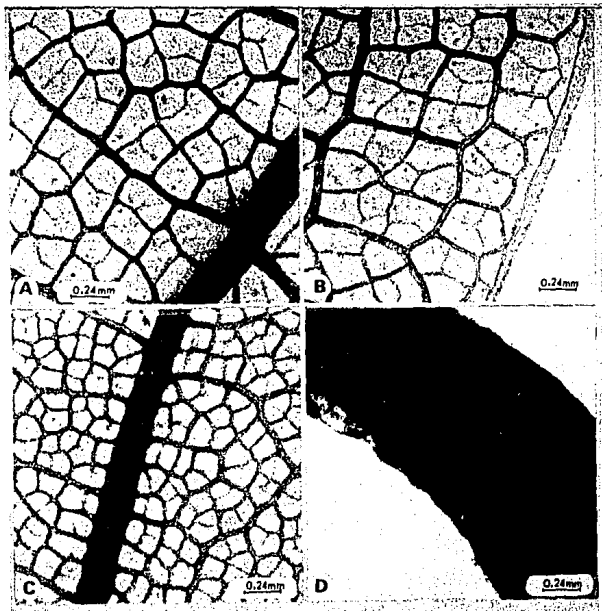


Figura 5.13

Quercus acherdophylla

- A y C. Vena media y areolas semi-orientadas 10 X
 B. Margen entero 10 X
 D. Base de hoja y peciolo no alado 10 X



Figura 5.14

A.- E. Pelos arreglados en fascículos estipitados de Quercus laurina 10 X.

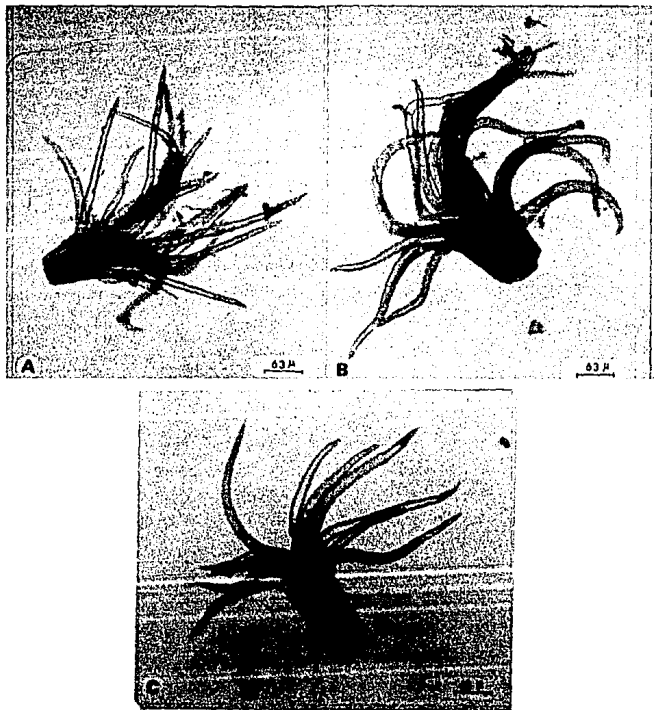


Figura 5.15

- A. y B. Pelos arreglados en fascículos estipitados de Quercus affinis 10 X.
- C. Pelos arreglados en fascículos estipitados de Q. acherdophylla 10 X.

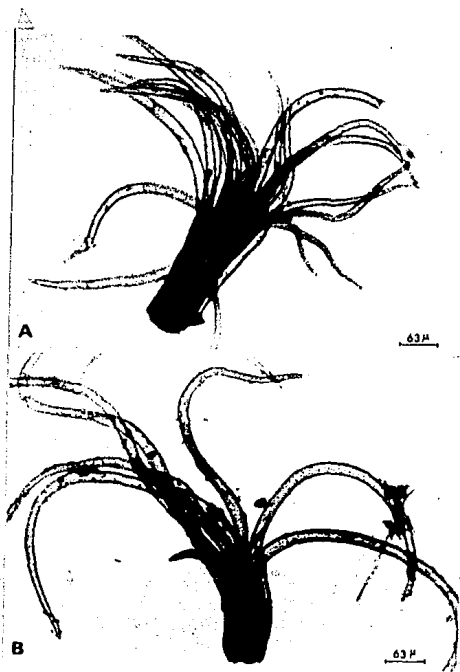


Figura 5.16

A. y B. Pelos arreglados en fascículos estipitados de Q. affinis-laurina 10 X.

Figura 5.1. Caracteres utilizados en el análisis de arquitectura foliar

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ejes de orientación																					
apical-basal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tamaño hasta 15 cm																					
hasta 30 cm																					X
<u>FORMA</u>																					
<u>Balance</u>																					
lamina completa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
simetrica																					
asimetrica																					
base solamente																					
simetrica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
asimetrica																					
forma	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
oblonga																					
3:1 estrechamente oblonga																					X
eliptica																					X
3:1 estrechamente eliptica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2:1 eliptica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ovada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3:1 o mayor lanceolada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2:1 estrechamente ovada																					
obovada																					
2:1 estrechamente obovada																					
<u>apice</u>																					
agudo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
acuminado																					
atenuado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

VENACION

tipo de venacion

*pinado
 *craspedodromo
 *mezclado
 *camptodromo
 *brachiodromo
 *reticulodroma

venacion

engrosamiento de v. la.
 *tamaño 2-4 grueso
 *1.25-2% moderado
 * < 1.25% delgado
 curso recto
 *curvo

relacion de v. 2a. a v.1a.

angulo de divergencia
 angulo < 80 grados
 *estrecho < 45
 *moderado 45 - 65
 *amplio 65 - 80
 var. en angulo de divgen.
 *uniforme

*v. sup. más obtusas que inf.

*v. sup. más agudas que inf.

*v inf. y sup. más obt. q' medias

curso de venas secundarias

*recto
 *curvo
 *uniformemente
 *abrutamente

de formación de lobos

en angulo agudo
 en angulo recto
 en angulo obtuso
 incl. x arcos de 2, 3, 4os.
 venas intersecundarias
 simples

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
*pinado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*craspedodromo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*mezclado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*camptodromo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*brachiodromo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*reticulodroma	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
engrosamiento de v. la.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*tamaño 2-4 grueso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*1.25-2% moderado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
* < 1.25% delgado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
curso recto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*curvo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
relacion de v. 2a. a v.1a.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
angulo de divergencia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
angulo < 80 grados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*estrecho < 45	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*moderado 45 - 65	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*amplio 65 - 80	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
var. en angulo de divgen.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*uniforme	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*v. sup. más obtusas que inf.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*v. sup. más agudas que inf.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*v inf. y sup. más obt. q' medias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
curso de venas secundarias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*recto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*curvo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*uniformemente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
*abrutamente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
de formación de lobos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
en angulo agudo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
en angulo recto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
en angulo obtuso	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
incl. x arcos de 2, 3, 4os.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
venas intersecundarias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
simples	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

```

base
aguda      X X X X X X X X X X X X
normal    X X X X X X X X X X X X
cuneada   X X X X X X X X X X X X
decurrente
obtusos   X X X X X X X X X X X X
normal    X X X X X X X X X X X X
cuneada   X X X X X X X X X X X X
redondeado
truncado  X X X X X X X X X X X X

margen
entero    X X X X X X X X X X X X
dentado   X X X X X X X X X X X X
serrado   X X X X X X X X X X X X
angulo apical
agudo     X X X X X X X X X X X X
obtusos   X X X X X X X X X X X X
tipo de serracion
lado basal
convexo   X X X X X X X X X X X X

concavo
acuminado
lado apical
convexo   X X X X X X X X X X X X
concavo   X X X X X X X X X X X X
recto     X X X X X X X X X X X X

posicion de glandulas
basilaminar-costal
textura
cartaceae
coriaceae
peculo
normal
★alado
  
```

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

orden de venacion superior
 resolucion
 ordenes mas altos disting.
 orden mas alto presente

20. X
 30. X
 40. X
 *50. X
 *60. X
 *70. X
 *curso
 *orthogonal X
 *curso asaroso X
 venas quaternarias X
 curso asaroso X
 orthogonol X
 ultima venacion marginal X
 fimbriada X
 areolas X
 Bien desarrolladas X
 *arreglo azaroso X
 orientado X
 forma triangular X
 cuadrangular X
 pentagonal X
 *polygonal X
 venillas libres X
 ninguna X
 una simple X
 lineal X
 curva X
 ramificada X
 una vez X

CAPITULO SEIS ANALISIS DE POLEN

INTRODUCCION

Los granos de polen y esporas, constituyen caracteres que se han utilizado en Sistemática por su gran constancia taxonómica. En la familia Fagaceae, particularmente en el género Quercus se han realizado varios trabajos enfocados a estudiar las características del polen entre los que destacan los siguientes:

Smit (1973) realiza un estudio de la morfología del polen de algunas especies del género Quercus al MEB y encontró que podía arreglarlas en tres grupos de acuerdo a la supraescultura y aberturas que presentaban. Daghljan y Crepet (1983) revisan algunos caracteres de los granos de polen del género Quercus y mencionan que algunos caracteres esculturales observados al MEB pueden ser de utilidad para distinguir grupos de encinos en ciertas regiones geográficas. González (1988) y Medus y González (1984) analizan la morfología y tamaño de los granos de polen de algunas especies del género Quercus en México como una herramienta taxonómica para caracterizar especies, encontrando que la supraescultura de ellos explorada a nivel de MEB, es una herramienta útil en encinos.

Otros trabajos muy completos son los de Solomon (1983a y 1983b); en éstos, el microscopio de barrido, constituyó una herramienta imprescindible para dar la información que permitió diferenciar entre especies atendiendo principalmente a 20 características. Solomon (1983 b) obtuvo las diferencias principales entre los dos subgéneros americanos principales de encinos a nivel polínico y propuso una clasificación para cada subgénero, encontrando que la clasificación de el subgénero Lepidobalanus que él propone, coincide con la propuesta por Trelease (1924), no así las del subgénero Erythrobalanus.

De acuerdo con Solomon (1983a) el polen del género Quercus presenta aperturas tricolpadas o tricolporadas, con colpi de tamaño medio, poros inconspicuos o ausentes, forma prolada esferoidal, exina tectatada con verrugas irregulares o de tamaño variable.

Según Solomon (1983a) las diferencias entre Lepidobalanus y Erythrobalanus observables al MEB son:

Erythrobalanus: escultura rugulada con supraescultura verrugada,

Lepidobalanus: escultura verrugada y supraescultura psilada;

aunque debe hacerse notar que la supraescultura que Solomon (1983a) muestra en las fotografías de su trabajo para los encinos blancos, no refleja una supraescultura psilada; en las fotografías se observan algunas estructuras que por el aumento ofrecido no se puede distinguir si se trata de verrugas o gemas.

En este capítulo, se realiza un análisis de polen a nivel de microscopio de luz compuesto (MLC) y al microscopio electrónico de barrido (MEB) para individuos pertenecientes a las especies de Quercus laurina, Q. affinis, para individuos que se consideran intermedios entre estas dos especies y para árboles de las dos especies de referencia: Q. acherdophylla y Q. rubramenta, los cuatro taxa pertenecientes al subgénero Erythrobalanug.

Los pocos antecedentes que hay sobre el subgénero revelaron que los resultados podían indicar pocas o nulas diferencias entre las cuatro especies. Sin embargo creímos necesario investigar sobre el tema, pues como menciona Solomon (1983 a) ["El polen probablemente comprenda caracteres más conservadores que la mezcla de caracteres reproductivos y vegetativos"].

MÉTODO

El desarrollo de esta parte del trabajo requirió de la colecta de material polínifero (amentos masculinos), tomados directamente de 24 árboles distribuidos en 9 poblaciones (Figura 1.1 y 6.1).

Se colectaron y procesaron en total 24 muestras de polen, siete para las poblaciones de Quercus affinis, tres para Q. laurina, 10 para los intermedios Q. affinis x Q. laurina, una para Q. rubramenta y una para Q. acherdophylla los dos últimos taxa considerados como testigo para comparación con las poblaciones de las especies que constituyen este estudio. Para el análisis al MLC se procesaron 19 muestras, mientras que para el MEB sólo se procesaron 9 (figura 6.1).

ESTADO	LOCALIDAD	ESPECIE	No COLECTA
V r a c r u z	Potrerrillos	<u>Q. acherdophylla</u>	755, 792, 753*
	Jalacingo	<u>Q. affinis</u>	787, 750*, 751*
	Monte Real		748, 897*
	Pto del Aire	<u>Q. laurina</u>	793, 798
D.F.	Contreras	<u>Q. affinis-laurina</u>	741, 755, 3, 4
G u e r r e r o	Pto. Oscuro	<u>Q. affinis-laurina</u>	773, 8C, 775*
	Huizteco		770*, 771, 772,
	O. de Taxco	<u>Q. affinis</u>	17C*, 641
	F. de Caball	<u>Q. laurina</u>	762*
		<u>Q. rubramenta</u>	462*

Figura 6.1. Relación de número de colecta, especies y localidades de los encinos en los que se analizó el polen, los marcados con asterisco (*) se estudiaron al MLC y al MEB, las marcadas con asterisco y negritas sólo se trabajaron al MEB.

I. Procesamiento de material palinológico para observación al MLC.

Para cada una de las colectas por separado (figura 6.1), se tomó una muestra de

amentos masculinos y se desprendieron las anteras o las flores para deshidratarlas con ácido acético, cuando el material estuvo deshidratado se centrifugó y decantó el ácido acético. Posteriormente se colocó en una mezcla acetólica: (9) de anhídrido acético y (1) H₂SO₄ durante 10 minutos en baño María; la reacción de acetólisis fué detenida con ácido acético. Posteriormente se volvió a centrifugar la muestra, se decantó, luego se lavó con ácido acético y se lavó cuatro veces con agua destilada, finalmente los granos de polen así obtenidos fueron montados en gelatina para su posterior observación.

De cada una de las muestras se hicieron 25 mediciones de cada uno de los siguientes parámetros: longitud del eje polar, longitud del eje ecuatorial, grosor de la exina del grano de polen, distancia entre los vértices de los colpos y tamaño total en vista polar (éstos dos últimos parámetros utilizados para obtener el índice polar).

Las mediciones tomadas de cada uno de los caracteres fue sometida a un análisis estadístico aplicando análisis discriminante mediante el programa STATGRAPHICS V. 5.0, para todos los datos de las variables que se midieron directamente sobre los granos de polen acetolizados y que no muestran aparente correlación entre sí. Así sólo se utilizaron: longitud del eje polar, longitud del eje ecuatorial, distancia entre los vértices de los colpos en vista polar y grosor de la exina; esto para cada una de las 19 muestras de granos acetolizados que se sometieron a análisis bajo el microscopio compuesto, en total se analizaron para esta prueba 1900 datos.

Asimismo se realizó un análisis de agrupamiento mediante el programa NTSYS-PC V. 1.6, utilizando para ello, los datos promedio de cada colecta, obtenidos de las mediciones de granos acetolizados y observados al MLC; las variables trabajadas fueron las mismas que se utilizaron en el análisis de discriminante. Para el análisis de agrupamiento se utilizó el coeficiente de distancia Manhattan y se aplicó el método de ligamiento promedio (UPGMA); los OTUs corresponden a cada una de las colectas de las diferentes especies.

Independientemente de los análisis anteriores, los datos de los granos de polen acetolizados de las muestras de la misma especie (figura 6.1) y de la misma localidad fueron reunidos para obtener los promedios y caracterizar las colectas de cada localidad para así obtener la forma del grano de polen.

II. Procesamiento del material palinológico para análisis al MEB

Se colocaron los amentos masculinos de cada colecta, correspondiente a un individuo (figura 6.1) en una caja de petri, se sacudieron en seco para que el polen fuera liberado y cayera en la caja de petri, después con ayuda de un microscopio estereoscópico se montaron los granos de polen en los portamuestras, posteriormente éstos se sometieron a un baño de oro durante seis minutos, las observaciones

correspondientes se realizaron en un microscopio de barrido modelo JEOL JSM-35, analizando de tres a cinco granos de polen por número de colecta (correspondiente a una muestra determinada) y de cada grano se tomaron dos fotografías a diferentes aumentos, uno a 10 000 X para observar al detalle de la escultura y supraescultura y el otro entre 2 200 X y 4 000 X dependiendo del tamaño total del grano de polen. En total se analizaron al MEB nueve números de colecta correspondientes a cuatro especies: Quercus affinis, Q. laurina, Q. acherdophylla y Q. rubramenta (figura 6.1).

En las fotografías obtenidas al MEB se analizó la presencia o ausencia de los mismos caracteres que trabaja Solomon (1983 a y b) para los granos de polen de encinos, con la nomenclatura modificada de acuerdo a Praglowski y Raj (1979): I) caracteres esculturales: tectum psilado, gemado, verrugado, rugulado o estriado; II) perforación del tectum: fosulada o microfoveolada, y su distribución: densa, esparcida, agrupada o linear; IV) caracteres supraesculturales: microverrugado, microestriado y microequinado.

RESULTADOS

Los granos de polen del género Quercus analizados corresponden a la descripción que hace Solomon (1983): "presentan aberturas tricolporoidadas o tricolporadas con poros inconspicuos, genículas algunas veces presentes, forma prolada esferoidal, exina tectada con verrugado irregular o escultura escabrosa"]. En este trabajo sólo se analizaron individuos del subgénero Erythrobalanus.

I. OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO DE LUZ COMPUESTO (MLC)

Las observaciones al microscopio compuesto ofrecen los siguientes datos: Los tamaños de los granos de polen entre estas muestras en general se traslapan, pero el tamaño de los granos de Quercus rubramenta (una de las especies que se utiliza como referencia) es mayor en promedio en el eje polar y grosor de la exina, por su parte Q. laurina presenta la pared más delgada de todas las especies, mientras que Q. affinis es la especie que resultó más pequeña en cuanto al eje polar; respecto al área polar y con base en el índice polar de Iversen y Troels-Smith (1950) todos los grupos indicados en la (figura 6.2) resultaron tener un área polar mediana.

	E.P.	E.E.	Exin	Form	I.P.	Edo.
<i>Q. acherdophylla</i>	31.2	30.4	1.2	1.02	0.36	V e r d e z
<i>Q. affinis</i> (Jal)	28.8	27.5	1.5	1.05	0.35	
<i>Q. affinis</i> (MR)	28.9	28.4	1.2	1.02	0.36	
<i>Q. laurina</i>	29.7	29.6	1.2	1.00	0.33	
<i>Q. affinis-laurina</i>	30.5	29.0	1.5	1.05	0.34	D.F.
<i>Q. affinis</i>	30.0	32.1	1.5	0.93	0.38	G u e r r e r o
<i>Q. affinis-laurina</i>	29.7	29.4	1.2	1.00	0.38	
<i>Q. laurina</i>	30.4	31.2	1.1	0.97	0.35	
<i>Q. rubramenta</i>	34.4	29.3	1.7	1.03	0.34	

Figura 6.2 Promedios de caracteres medidos. Las muestras del lado izquierdo incluyen a varios individuos correspondientes a lo que se indica en la tabla 5.1. E.P. = longitud del eje polar. E.E. = longitud del eje ecuatorial. Exin = grosor de la exina. Form. = forma. I.P. = índice polar.

La forma de los granos de polen, se obtuvo mediante el cociente: longitud del eje ecuatorial/longitud del eje polar, los datos así obtenidos para cada muestra se promediaron y se obtuvieron los intervalos. Con los promedios y los intervalos obtenidos se pudo denominar la forma de los granos de polen de acuerdo con las clases sugeridas por Erdtman, 1943 (en Kremp, 1965) (figura 6.3). De acuerdo a este carácter, todos los granos de polen de las especies analizadas son en promedio prolado esferoidales u oblado esferoidales, siendo *Quercus affinis* y *Q. laurina* de Guerrero las poblaciones que presentan en promedio granos con forma más esférica que el resto de los grupos indicados en la figura 6.3.

De acuerdo a las aberturas de los granos de polen de estos individuos, se observó que en una colecta (741) *Quercus affinis-laurina*, se presentan algunos granos de polen que son dicolpados (figura 6.4).

Por otro lado, el análisis discriminante para todos los datos de las cuatro variables utilizadas, muestra una alta variación entre los datos, en la gráfica de los centroides (Figura 6.5) se observa que no se forman grupos congruentes como se esperaba, ya que quedan más cercanos entre sí, los centroides de las muestras asignadas a diferentes especies y a diferentes localidades que los que pertenecen a la misma.

EDO.	ESPECIES	PROMEDIO Y RANGO	FORMA SEGUN ERDTMAN, 1943
VERACRUZ	<i>Q. acherdophylla</i>	1.02 (0.92-1.57)	protado esferoidal, (esferoidal-protado)
	<i>Q. affinis</i>	0.99 (0.83-1.44)	oblado esferoidal, (suboblado-protado)
	<i>Q. laurina</i>	1.00 (0.83-1.23)	protado esferoidal, (suboblado-protado)
DF	<i>Q. affinis x laurina</i>	1.05 (0.8-1.5)	protado esferoidal, (suboblado-protado)
GUERRERO	<i>Q. affinis</i>	0.93 (0.78-1.09)	oblado esferoidal (suboblado-protado esferoidal)
	<i>Q. affinis x laurina</i>	1.00 (0.77-1.78)	protado esferoidal (suboblado-protado esferoidal)
	<i>Q. laurina</i>	0.97 (0.87-1.09)	oblado esferoidal (suboblado-protado esferoidal)
	<i>Q. rubramenta</i>	1.03 (0.88-1.44)	protado esferoidal (oblado esferoidal-protado)

Figura 6.3. Formas de los granos de polen de las poblaciones indicadas en la figura 6.1.

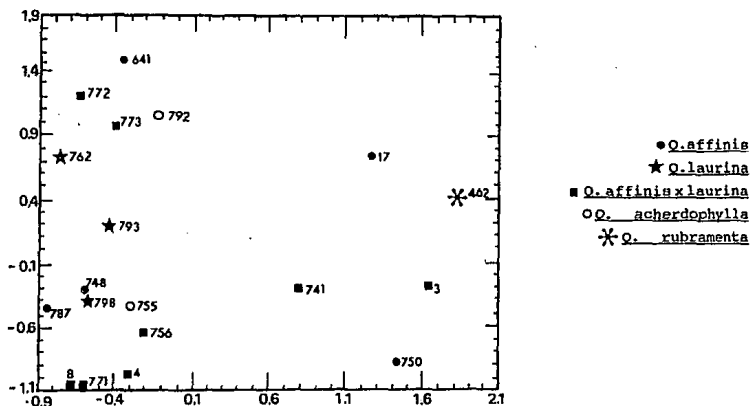


Figura 6.5. Gráfica de centros resultantes del análisis de discriminantes con los datos cuantitativos de polen.

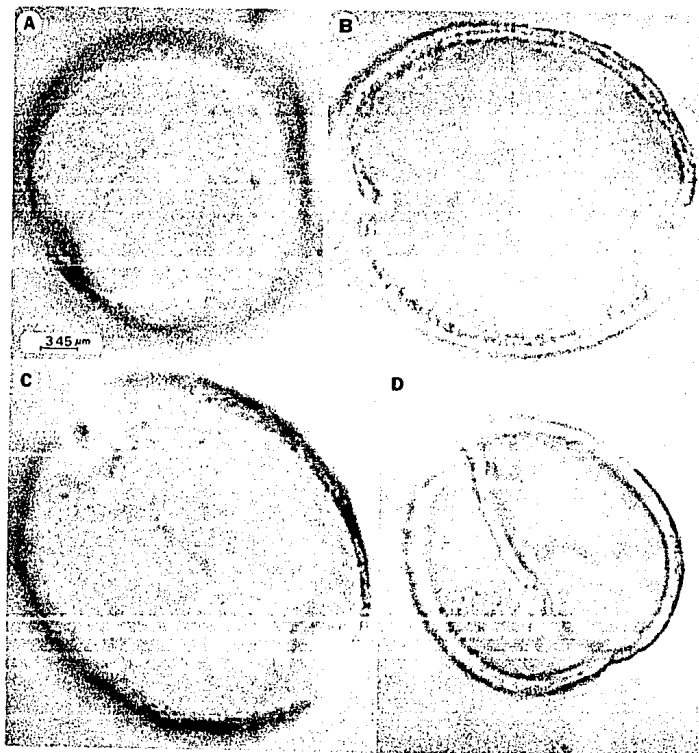


FIGURA 6.4

A-D, granos de polen dicolpado de la muestra 741 Quercus affinis x Q. laurina colectada en los Dínamos de Contreras, D. F.

De las cuatro funciones discriminantes obtenidas se observa que la primera función explica el 45% de la variación de todos los datos comprendidos en las cuatro variables (figura 6.6.A). De éstas, para la primera función la variable más importante es el grosor de la exina (Tabla 6.6.B). La segunda función explica el 38.9% de la variación de los datos, en esta función la característica más importante resulta la longitud del eje ecuatorial. Entre las dos primeras funciones discriminantes explican más del 83% de la variabilidad de los datos (figura 6.5 A).

A.	Función Discriminante	Eigenvalores	Porcentaje relativo
	1	0.7879701	45.00
	2	0.6811611	38.90
	3	0.2159074	12.33
	4	0.0661825	3.78

B. Coeficientes estandarizados de funciones discriminantes				
	1	2	3	4
EJE POLAR	0.43261	0.20843	0.88624	0.10730
E.ECUATORIAL	-0.10384	0.86976	-0.25437	-0.43782
GROSOR EXINA	0.93631	-0.07614	-0.35954	-0.03245
VERTICES	0.08800	0.45331	-0.16969	0.87896

Figura 6.6 a). Contribución de las funciones discriminantes para explicar la variabilidad de los datos.

b). coeficientes que indican el valor de las variables en el análisis discriminante de polen. EJE

POLAR = longitud del eje polar, E. ECUATORIAL = longitud del eje ecuatorial, VERTICES = distancia entre los vértices de los colpos en vista polar.

Por otro lado, el análisis de agrupamiento obtenido con los promedios de cada una de las muestras de las colectas (figura 6.7) presenta mejor congruencia con lo esperado. Así en el fenograma de la figura 6.8 se pueden observar que los OTUs más parecidos forman varios grupos, el primero (Grupo A) formado por muestras de individuos colectados en la Sierra de Taxco, un segundo grupo (Grupo B) está formado por dos representantes de Quercus laurina uno colectado en Guerrero (Sierra Madre del Sur) y otro en Veracruz (en Eje Neovolcánico Transversal), este segundo grupo se une al primero y a este nuevo grupo (grupo AB) formado por los dos descritos con anterioridad se une un grupo (grupo C) formado por una muestra que representa a un individuo considerado como intermedio de la Sierra de Taxco y por una muestra asignada a Q. acherdophylla, el grupo C no muestra congruencia pues incluye muestras de dos especies diferentes.

Asimismo hay otros grupos con muestras de colectas que indican alto parecido, como el formado por dos individuos colectados en los Dínamos de Contreras (Grupo D), considerados como intermedios que se unen a Quercus laurina de Veracruz, a este grupo se une el grupo E que muestra incongruencia porque une a Q. acherdophylla y a uno del complejo Q. affinis x laurina del Distrito Federal (dos representantes de diferentes especies).

Muestra	polar	ecuatorial	pared	vertice	total	forma	areapola
17	29.7	31.0	1.78	13.1	33.1	0.96	0.39
<i>Q. affinis</i>	2.64	2.16	0.54	1.94	2.2	0.09	0.06
3	31.97	28.45	1.78	9.07	32.0	1.14	0.41
<i>Q. affxlaui</i>	2.45	3.91	0.28	2.04	2.8	0.18	0.54
4	29.66	26.94	1.28	8.58	29.25	1.11	0.29
<i>Q. affxlaui</i>	2.14	2.84	0.28	2.52	4.49	0.12	0.52
641	30.4	32.2	1.28	11.9	32.1	4.59	0.37
<i>Q. affinis</i>	1.86	2.2	0.23	2.73	2.36	18.21	0.94
741	30.84	27.94	1.5	10.4	29.57	5.7	0.35
<i>Q. affxlaui</i>	5.46	2.23	0.17	2.24	2.43	22.77	0.82
750	29.3	27.1	1.83	10.6	30.4	1.09	0.32
<i>Q. affinis</i>	2.55	2.36	0.41	1.66	3.03	0.14	0.06
755	30.8	27.85	1.23	9.68	29.96	1.1	0.32
<i>Q. acherdophy</i>	2.01	3.45	0.26	2.13	2.14	0.15	0.07
756	29.63	27.62	1.31	9.42	30.24	1.08	0.31
<i>Q. affxlaui</i>	2.8	2.08	0.29	2.48	3.04	0.12	0.69
762	30.4	31.0	1.13	10.9	31.3	0.98	0.34
<i>Q. laurina</i>	1.72	2.16	0.28	1.75	2.06	0.06	0.06
771	1.2	26.28	1.3	10.68	29.7	1.06	0.36
<i>Q. affxlaui</i>	0.23	2.6	0.23	4.18	2.97	0.11	0.12
772	31.56	31.56	1.10	12.72	32.64	1.0	0.39
<i>Q. affxlaui</i>	3.02	3.42	0.29	3.06	2.42	0.1	0.08
773	29.8	31.58	1.28	11.9	31.6	0.95	0.37
<i>Q. affxlaui</i>	2.27	2.19	0.22	1.66	0.02	0.01	0.05
787	28.32	27.9	1.17	10.98	29.64	1.02	0.37
<i>Q. affinis</i>	2.64	2.56	0.28	3.14	3.95	0.12	0.11
792	31.7	30.8	1.24	13.5	33.4	4.72	0.40
<i>Q. acherdophy</i>	1.73	2.36	0.24	2.98	2.59	18.39	0.79
798	29.46	28.5	1.21	9.3	29.76	1.04	0.31
<i>Q. laurina</i>	2.02	2.56	0.25	1.98	2.72	0.09	0.06
8	29.7	25.47	1.12	11.2	28.48	1.18	0.39
<i>Q. affxlaui</i>	5.3	2.93	0.23	1.93	2.47	0.24	0.06
748	28.92	28.38	1.22	10.62	30.24	1.02	0.36
<i>Q. affinis</i>	2.62	3.09	0.22	3.06	2.01	0.12	0.10
793	29.88	29.58	1.24	10.74	30.72	1.01	0.35
<i>Q. laurina</i>	1.98	2.65	0.2	2.36	1.68	0.11	0.73
462	34.43	29.25	1.69	11.1	33.17	1.18	0.34
<i>Q. rubramentis</i>	3.28	1.99	0.42	1.76	1.92	0.14	0.05

Figura 6.7. Promedios y desviación estándar para las muestras de polen, las medidas están dadas en micras (μ).

Un grupo que se muestra bastante congruente es el formado por todos los individuos de Quercus affinis provenientes de Veracruz (Grupo F), este grupo se une al inmediato anterior descrito y a este nuevo grupo formado se unen dos muestras por separado una colectada en la Sierra de Taxco y otra en los Dínamos de Contreras, ambas consideradas como intermedias.

Las muestras de las colectas que aparecieron con mayor diferencia fueron en primer término una considerada como intermedio de Quercus affinis x laurina de la Sierra de Taxco y en segundo lugar Q. rubramenta que resultó menos diferente que la anterior.

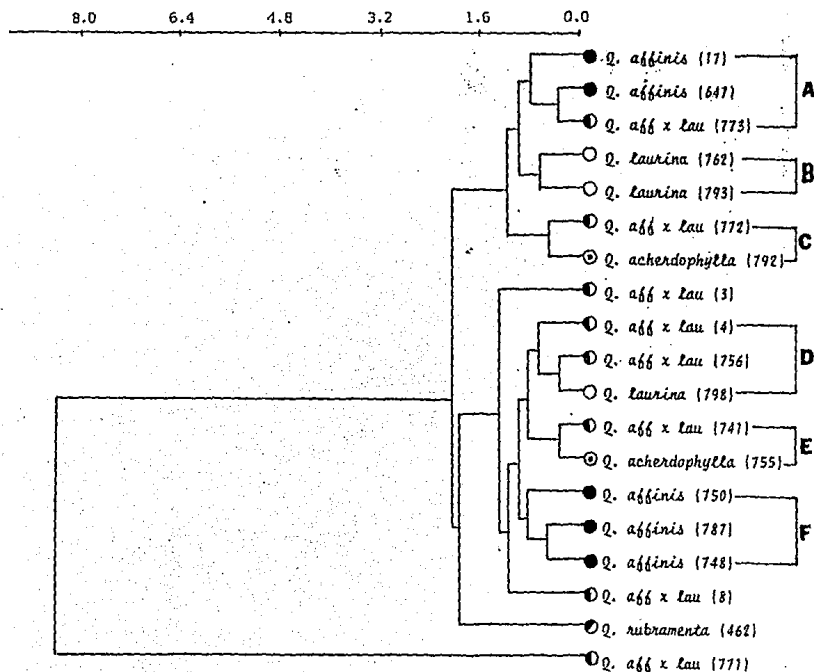


Figura 6.8. Fenograma obtenido con los datos cuantitativos de las muestras de polen.

II. OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO (MEB)

Respecto a los análisis esculturales y supraesculturales de los granos de polen al MEB, en primer término se puede observar que los granos de cuatro de las cinco especies analizadas presentan en general un tectum verrugado (figura 6.9), Quercus affinis, Q. laurina y Q. affinis x Q. laurina (figuras 6.10, 6.11 y 6.12), Q. rubramenta (figura 6.13) y en algunas partes de los mismos granos de polen se puede ver que las verrugas se fusionan y dan apariencia rugulada; en la muestra testigo de Q. acherdophylla (colecta 753, figura 6.14) se presenta con mayor nitidez una escultura rugulada (figura 6.9).

especie	numero	esculturales		perforacion	distribucion		supraescultura
	de colecta	verrugado	rugulado	mfoveolado	esparcida	agrupada	m.verrugado
<u>Q. affinis</u>	750	x	x	x	x		x
<u>Q. affinis</u>	751	x	x	x		x	x
<u>Q. affinis</u>	897	x	x	x	x		x
<u>Q. affinis</u>	17	x	x	x		x	x
<u>Q. affxlaui</u>	775	x		x	x		x
<u>Q. affxlaui</u>	770	x		x		x	x
<u>Q. laurina</u>	762	x		x	x		x
<u>Q. rubramen</u>	462	x		x	x		x
<u>Q. acherdop</u>	753	x	xx	x	x		x

Figura 6.9. Caracteres esculturales del tectum, ornamentales dados por los tipos de perforaciones del tectum y supraesculturales para las diferentes muestras de las poblaciones. mfoveolado = microfoveolado, mverrugado = microverrugado.

Asimismo, todas las muestras presentan perforaciones microfoveoladas esparcidas en todo el tectum entre las verrugas, excepto en las colectas de Quercus affinis (17C y 750) y de Q. affinis x laurina (770) (figura 6.12) que presentan en la zona analizada las perforaciones agrupadas en un área delimitada localizada cerca de los colpos (figura 6.9).

Por su parte los caracteres supraesculturales presentan pequeñas diferencias entre algunas de las muestras (figura 6.9), así los granos de polen de Quercus affinis (figura 6.10), las formas intermedias Q. affinis x Q. laurina (figura 6.12) y los de Q. laurina (figura 6.11) son microverrugados; Q. rubramenta (figura 6.13) los presenta microequinados y Q. acherdophylla (figura 6.14) presenta verrugas más pequeñas que las del complejo Q. affinis - Q. laurina (figuras 6.10 - 6.12)

Con las observaciones anteriores al MLC y al MEB, se puede obtener una descripción particular para el complejo que nos ocupa:

DESCRIPCION DEL POLEN DEL COMPLEJO Quercus affinis - Q. laurina

Granos de polen con aberturas tricolporoidados o tricolpados; forma oblado esferoidal a prolada, eje polar de 28.8-30.5 μm , eje ecuatorial 28.9-32.1 μm , índice polar medio de 33-38 μm . Escultura verrugada con superposición hacia rugulado, con perforaciones esparcidas entre las verrugas, las perforaciones se concentran hacia la vecindad del colpo; supraescultura microverrugada.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El género Quercus, es un taxon con polen que puede tener diferencias entre algunas especies, pero que es un caracter difícil de trabajar para caracterizar taxonómicamente a nivel de especie, sobre todo en el subgénero Erythrobalanus; tal como se observó con las cuatro especies trabajadas de este subgénero.

En la mayoría de las muestras analizadas al MLC sólo se observan diferencias mínimas en tamaños promedios entre las muestras, en la mayoría de los casos no significativas ni tajantes. Sin embargo es posible resaltar a esta magnitud del polen a Quercus rubramenta, pues éste tiene una longitud del eje polar y grosor de la exina de mayor tamaño que el resto de los grupos observados.

Asimismo, el análisis discriminante resultó no satisfactorio, sin embargo, el análisis de agrupación muestra cierta congruencia al reunir en un grupo a los individuos de Quercus affinis de Veracruz y en otro a dos de los individuos de Q. laurina, los individuos considerados como intermedios se unen a los grupos que contienen a Q. laurina lo que implica que las muestras que tienen características mezcladas son más parecidos a Q. laurina o bien se trata de una variación de Q. laurina.

Por su parte, el MEB resultó una herramienta poco útil para distinguir a las especies trabajadas, sólo se pudo observar que Quercus rubramenta presenta granos de polen con una supraescultura formada por microverrugas de mayor tamaño que las que presentan las de los individuos que nos ocupan, en algunos casos parecieran corresponder a microequinas. Quercus acherdophylla tiene granos de polen con escultura rugulada y supraescultura microgemada; las dos especies restantes: Q. affinis y Q. laurina presentan polen con escultura verrugada y supraescultura microverrugada, por lo tanto no es posible distinguir a las dos especies de nuestro interés por el polen analizado al MEB.

Por otro lado, las observaciones al MEB también permiten cuestionarse sobre la escultura y supraescultura que presentan los granos de polen del género Quercus, el cual es anemófilo. Los granos de polen de grupos anemófilos se distinguen por ser poco

ornamentados o más bien psilados, sin embargo el MEB revela que los granos de polen de éste género son lo suficientemente ornamentados para facilitar los síndromes de polinización zoófilos, quizá esta ornamentación sea un vestigio de que el grupo en algún tiempo durante su evolución fue polinizado por animales, como lo son algunos géneros de la misma familia Fagaceae (Kaul, 1986).

Asimismo, es necesario referirse a la variación en aberturas que se presentó en un individuo colectado en los Dínamos de Contreras (coleta 741 de Quercus affinis x laurina), pues en esta se encontraron algunos granos que son dicolpados. Esto de acuerdo a Valdez y Díez (1988) puede relacionarse con la presencia de ploidia en este grupo.

Sin embargo en los estudios de cariotipos realizados para el género, todos ellos muestran que el número cromosómico n para las especies de encinos es de 12 por lo que quizá, no es la ploidia el factor que está determinando la variación en el número de aberturas de los granos de polen de la muestra mencionada, y no se descarta que esto más bien se deba al resultado de hibridización entre especies.

De esta forma, se puede ver que las características cuantitativas del pólen han contribuido parcialmente en la solución del problema de delimitación de estas dos especies de encinos.

Por otro lado los caracteres cualitativos no han sido completamente provechosos para el objetivo de separar entre las dos especies del complejo, pero es necesario mencionar que de acuerdo con los caracteres observados al MEB las especies testigo se pueden separar un poco más fácil que las del complejo que nos ocupa, indicándonos en cierta forma que las especies en estudio Quercus laurina y Q. affinis presentan polen con mayor parecido entre sí, que el que se presenta con las otras dos especies comparadas.

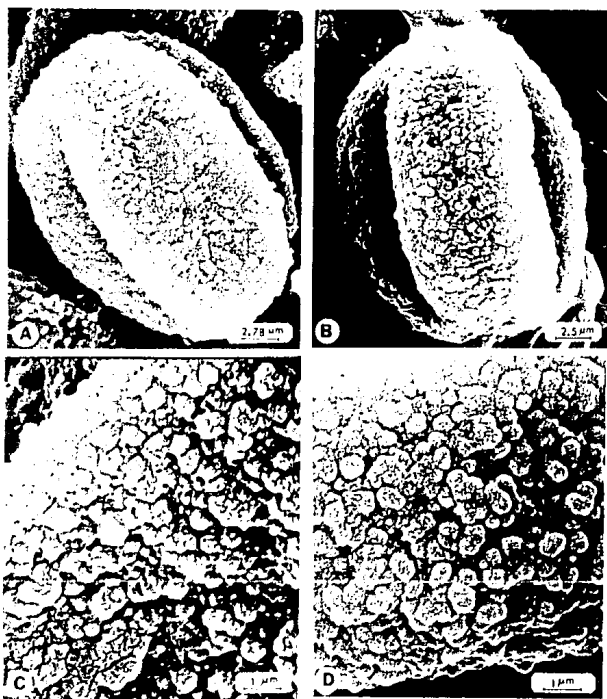


Figura 6.10

Q. affinis

- A. Grano de polen en vista meridional, se observan dos colpos (3600 X).
- B. Grano de polen en vista meridional donde se observan dos colpos (4000 X)
- C. y D. Superficie del grano de polen, escultura formada por gemas que tienden a unirse y dar apariencia rugulada con supraescultura microverrugada (10000 X)

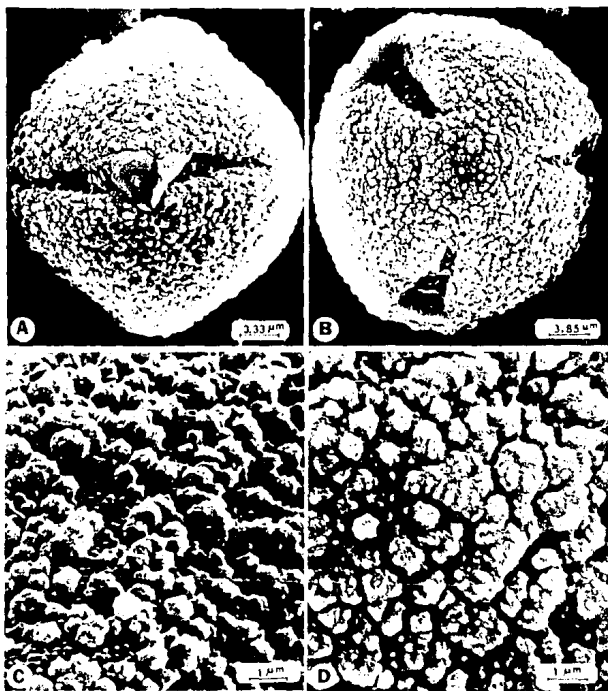
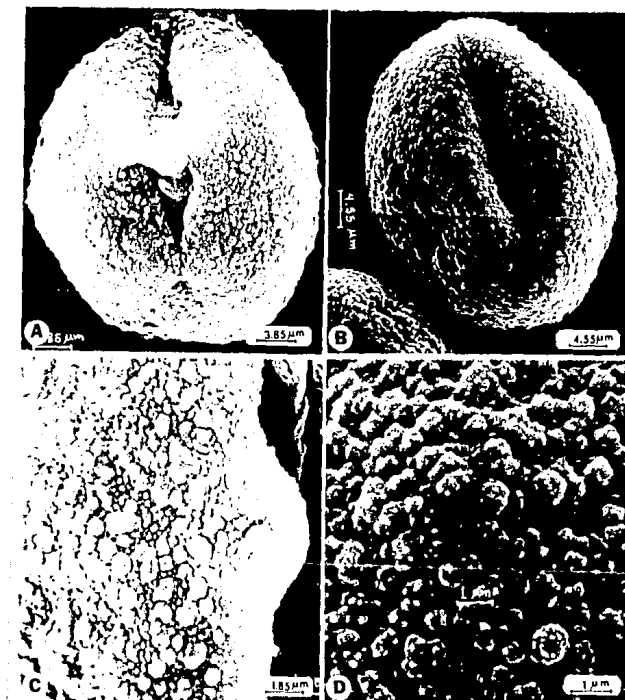


Figura 6.11

Q. laurina

- A. Grano de polen colporoidado mostrando la zona de un colpo y hacia la parte ecuatorial del mismo el genículo (3000 X).
- B. Grano de polen colporoidado en vista polar, mostrando los tres colpos (2600 X).
- C. y D. Superficie de granos de polen donde se observa la escultura gemada y supraescultura microverrugada (10000 X).

Figura 6.12
Q. affinis x laurina



- A. Grano de polen colporoidado en vista meridional, mostrando uno de los colpos con un genículo en su parte central (2600 X).
- B. Polen mostrando un colpo y perforaciones cercanas al colpo (2200 X)
- C. Superficie del grano de polen cercana al colpo, mostrando escultura verrugada-gemada (5400 X).
- D. Superficie intercolpar de un grano de polen a 10000 X, note la supraestructura formada por microverrugas y las gemas de la escultura que en algunas zonas se sobreponen y forman elementos esculturales más largos que anchos.

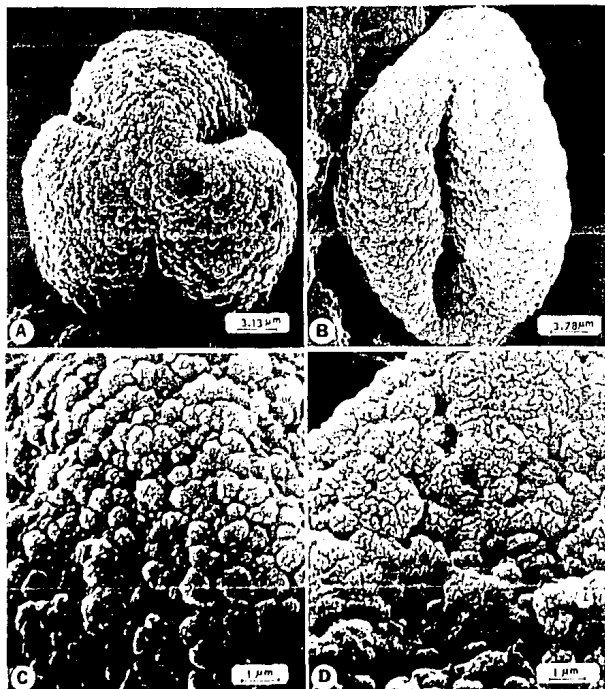


Figura 6.14

Q. acherdophylla

- A. Grano de polen en vista polar mostrando los tres colpos (3200 X).
 C. Grano de polen en vista inclinada, mostrando un colpo (3600 X)
 C. y D. Superficie de granos de polen donde se observa la escultura rugulada y supraescultura microverrucada (10000 X).

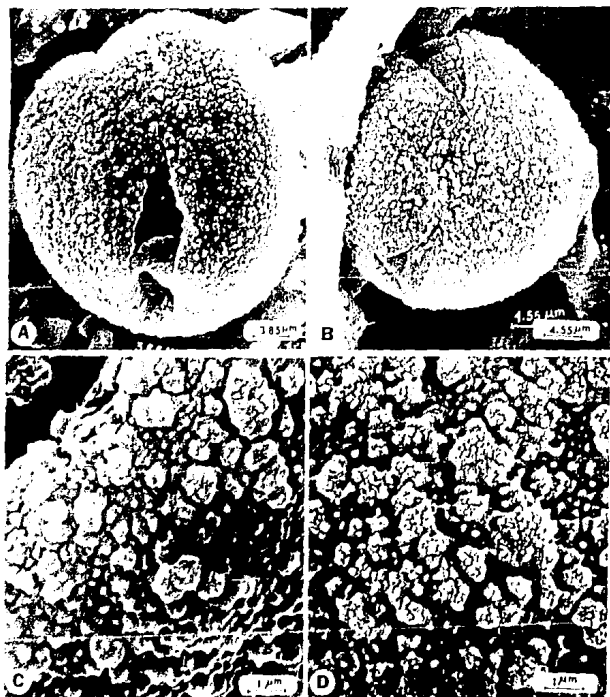


Figura 6.13

Q. rubramenta

- A. Grano de polen en vista inclinada, se observa un colpo con la zona ecuatorial del mismo colpo mostrando una zona con restos de exina (2600 X).
- B. Grano de polen en vista polar mostrando los tres colpos (2200 X).
- C. y D. Superficie de granos de polen donde se observa la escultura gemada y supraescultura microequinada (10000 X).

CAPITULO SIETE TAXONOMIA

INTRODUCCION

En este capítulo, se parte del hecho que Quercus affinis y Q. laurina constituyen dos especies taxonómicas válidas, la discusión de este resultado se da en el capítulo siguiente.

Las dos especies que se analizan en el presente trabajo corresponden a la Serie Lanceolatae del subgénero Erythrobalanus o encinos rojos sensu Trelease (1924). (Ver Capítulo I pág. 5).

En esta publicación, Trelease incluye en Lanceolatae además de Quercus affinis y Q. laurina a otros 13 taxa entre especies, variedades y formas, bajo criterios poco claros. Trelease (1924) unicamente menciona que para hacer grupos infragenéricos se basó en formas de hojas y frutos, sin embargo, al analizar las descripciones de algunas de las series, se observa poca consistencia entre ellas, así por ejemplo entre la serie Caeruleocarpae y Lanceolatae la diferencia principal a la que se refiere Trelease es el tamaño de los árboles (en forma subjetiva, pues se refiere a si es grande o pequeño) y a la pubescencia de las ramillas, la cual, también puede resultar un caracter muy ambiguo, ya que cuando jóvenes, las ramillas de todos los encinos, son más o menos pubescentes.

Las especies que Trelease (1924) incluye en la serie Lanceolatae son:

1. Quercus cuajimalpana Trelease
- 2.* Q. tlapuxahuensis A. de Candolle
3. Q. tlapuxahuensis var. obconica Trelease
- 4.* Q. lanceolata Humboldt et Bonpland
5. Q. laurina Humboldt et Bonpland
- 6.* Q. major (A. de C.) Trelease
- 7.* Q. barbinervis Benth
8. Q. affinis Scheidweiler
9. Q. affinis f. commutata Trelease
10. Q. affinis f. subintegra Trelease
- 11.* Q. ocoteaefolia Liebmann
12. Q. ocoteaefolia f. podocarpa Trelease
13. Q. ocoteaefolia f. confusa Trelease
- 14.* Q. bourgaei Oersted
15. Q. bourgaei var. ilicifolia Trelease

Algunos de estos taxa (marcados con un asterisco *) fueron analizados por Muller y McVaugh (1972) y reducidos a sinónimo de Quercus laurina sin mencionar los caracteres en los que se basan. Estos mismos autores aceptan además otros seis

sinónimos para Q. laurina, cuatro de ellos ubicados en otras series: Tridentes (Q. tridens Humboldt et Bonpland y Q. chrysophylla Humboldt et Bonpland); Caeruleocarpae (Caeruleocarpa Trelease) y Rugulosae (Q. roseoventulosa Trelease) y dos más: Q. treleaseana Camus y Q. nitens var. major (A. DC.) Trelease, que resultaron ser lo mismo que Q. major Trel. En total citan para el mencionado taxon 12 sinónimos.

MÉTODO

Debido al gran número de sinónimos que se incluyen en Quercus laurina, se decidió realizar una revisión de todas las especies incluidas en esta Serie y en las Series que incluyen individuos con ejemplares parecidos a Q. laurina y Q. affinis. Esta actividad consistió en: 1) la visita a algunas localidades en que crecen Q. laurina y Q. affinis, alguna de las especies reportadas como sinónimo y de las especies ubicadas en la Serie Lanceolatae; 2) la revisión de material de herbario; 3) la revisión de holotipos, isotipos y fotografías de los tipos de la mayoría de las especies, indicando en cada caso con el signo † cuando se vió el tipo o isotipo y con el signo ‡ cuando lo que se revisó fue la fotografía del holotipo o isotipo; 4) la revisión de las descripciones originales, 5) así con un análisis fenético basado en diferentes características de poblaciones pertenecientes al complejo. Estas actividades permitieron entender la problemática a nivel de clasificación y biología de estos taxa, establecer la sinonimia correspondiente, realizar las descripciones de las especies involucradas y dar una posible explicación y solución al problema.

RESULTADOS

La revisión realizada conduce a proponer la adición de cinco sinónimos para Quercus affinis: Q. commutata Liebm., Q. affinis f. commutata Trel., Q. affinis f. subintegra Trel., Q. ocoteaefolia f. confusa Trel. y Q. ocoteaefolia f. podocarpa Trel. y cinco para Q. laurina: Q. tlaxahuensis var. obconica Trel., Q. malinaltepecana Trel., Q. zempoaltepecana Trel., Q. trinitatis Trel., Q. bourgaei var. ilicifolia Trel. (figura 7.1)

Con la propuesta de la sinonimia anterior, desaparecen las series Zempoaltepecanae, Tridentes y Uruapanenses de Trelease (1924) (Figura 7.1), la primera sólo contaba con una especie (Quercus zempoaltepecana); la serie Tridentes ya sin representantes desde la propuesta de Muller y McVaugh (1972), al reducir a sinónimo de Q. laurina las especies que comprendía (Q. chrysophylla y Q. tridens) y la última serie con dos taxa: Q. uruapanensis Trel., que ya había sido propuesta con anterioridad como sinónimo de Q. conspersa Benthham (McVaugh, 1974) y Q. trinitatis que en este estudio se concluye como sinónimo de Q. laurina.

En forma paralela y debido al presente análisis se propone el cambio de Serie para Quercus cuajimalpana Trelease (!) (figura 7.7), de la Lanceolatae en la que la ubicó Trelease (1924) a la serie Mexicanae en la que evidentemente tiene un mejor acomodo dado su semejanza en el tomento y epidermis del envés de la hoja, el margen

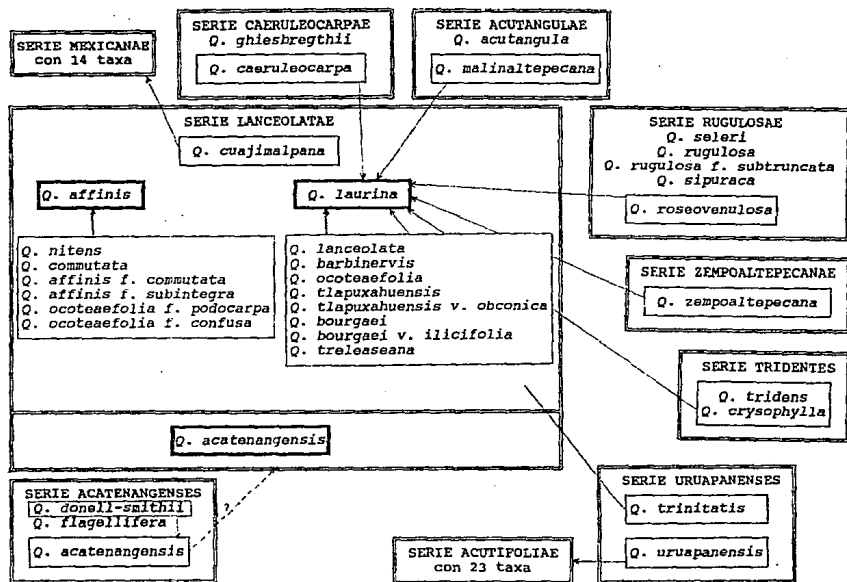


Figura 7.1. Sinonimia de *Q. affinis*, *Q. laurina*, de las especies de la Serie Lanceolatae y de las Series relacionadas. El cuadro mayor central incluye los taxa de la Serie Lanceolatae considerados por Trelease, los cuadros dentro de éste, muestran los taxa considerados como sinónimos para *Q. laurina* y para *Q. affinis* según lo indican las flechas. Los cuadros más pequeños alrededor del grande, representan las series y los taxa que incluye. Dentro de estos cuadros, los recuadros y la flecha indican la reducción de la especie a sinónimo de la especie señalada por la flecha (para más detalle ver texto).

entero y ápice aristado de la misma (figura 7.1).

Asimismo se propone el cambio de Quercus acatenanquensis Trelease (4) (Serie Acatenanquenses, Trelease, 1924) a la serie Lanceolatae por presentar frutos de maduración bianual y porque aparentemente sus hojas presentan más semejanza morfológica con las de Q. affinis y Q. laurina (figura 7.8). De tal modo que la serie Lanceolatae comprende únicamente a tres especies taxonómicas: Q. affinis, Q. laurina y Q. acatenanquensis (figura 7.1).

DOS ESPECIES VALIDAS CON CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS SIMILARES A LAS DE Quercus affinis y Q. laurina.

Quercus ghiesbregthii Martens et Galeotti Bull. Acad. Brux. vol. 10(1):212, 1843.

Después de las revisiones de ejemplares de herbario, del holotipo, de fotografías de isotipos y de los análisis estadísticos realizados, es necesario retomar el caso de Q. ghiesbregthii ya que esta especie tiene algunas características que recuerdan a Q. laurina, Q. benthamii y a Q. rubramenta por lo que se podrían confundir; sin embargo, la carencia de ejemplares de herbario asignables a esta especie y el no encontrarla en el campo, impide hacer comparaciones precisas.

Como se indicó en el Capítulo I, se piensa que la carencia de material de herbario que se puedan denominar como Quercus ghiesbregthii se puede deber a que el holotipo corresponde a un híbrido aislado entre Q. rubramenta Trel. o Q. benthamii A. DC. y Q. laurina Humb. et Bonpl., pues las características de los ejemplares revisados recuerdan a estos taxa; o también podría deberse a que no se han realizado exploraciones lo suficientemente exhaustivas para llegar a los sitios donde se encuentran los individuos de esta especie y por tal motivo no se han vuelto a coleccionar. De cualquier manera, el material original, holotipos e isotipos y la descripción de esta especie la distinguen por un lado de Q. laurina por las hojas lanceoladas y acuminadas en el ápice, venas paralelas ligeramente impresas, y la maduración del fruto que de acuerdo al holotipo se muestra como anual y por el otro lado, se diferencia de Q. rubramenta y Q. benthamii por presentar yemas y peciolo de menor talla, y el margen entero y liso (no crispado como Q. rubramenta), señalándola así como una especie diferente que se mantiene como especie válida (figura 1.1).

Quercus depressa Humboldt et Bonpland. Pl. Aequinoct. 2:50, pl. 92. 1809.

Es necesario mencionar que los ejemplares de herbario de Q. depressa Humboldt et Bonpland recuerdan en mucho a los de Q. affinis y Q. laurina, pudiéndose confundir con alguno de estos dos taxa, por lo que se podría pensar que se trata de un sinónimo de alguno de ellos; sin embargo al realizar una visita a la localidad en donde, fueron colectados ejemplares de esta especie (Cerro de las Navajas, Hidalgo), se pudo observar el carácter principal que lo distingue de estas dos especies: su forma de crecimiento arbustiva (rizomatoza-semiamacollada) y que difícilmente alcanza los 50

cm de alto, midiendo en su mayoría entre 30 y 40 cm, además las hojas son ligeramente más pequeñas que las de Q. affinis (figura 7.22). Los individuos de Q. depressa en esta localidad crecen en simpatria geográfica con los de Q. laurina, pero ocupando el piso altitudinal inmediato superior al de Q. laurina, traslapando ligeramente límites altitudinales y consecuentemente, en algunas partes muy restringidas, los individuos de una especie crecen al lado de los de la otra especie, sin presentarse o advertirse individuos con características intermedias.

EN ALGUNOS CASOS, EL PROBLEMA DE DELIMITACION PERMANECE

Antes de presentar las descripciones de las especies, se debe de retomar el problema en torno al cual gira el objetivo principal de este trabajo y que consiste en la delimitación taxonómica de Quercus affinis y Q. laurina, mencionando que, si bien en el capítulo anterior se discute y concluye que se trata de dos especies de encinos que se pueden delimitar taxonómicamente, sigue existiendo el problema en algunos individuos de no poderlos ubicar con precisión en alguno de los dos taxa, debido a la mezcla de caracteres entre Q. affinis y Q. laurina, sobre todo en los individuos localizados en las zonas de contacto actual de las dos especies, principalmente la parte oriental del Eje Neovolcánico Transversal (Figura 7.2), zona en la que se colectó el material tipo de las dos especies y de otras especies que Trelease (1924) coloca en la serie Lanceolatae, incluso algunas de las fotografías de los tipos considerados como sinónimos resultan difíciles de asignarlos con precisión como sinónimo de Q. affinis o de Q. laurina como se verá más adelante (figura 7.3).

ESPECIE O VARIEDAD	affinis	intermedio	laurina
<i>Q. affinis</i>	x		
<i>Q. nitens</i>	x		
<i>Q. nitens var podocarpa</i>	x		
<i>Q. nitens var. subintegra</i>	x		
<i>Q. ocoteaefolia var. confusa</i>	x		
<i>Q. laurina</i>			x
<i>Q. lanceolata</i>			x
<i>Q. chrysophylla</i>			x
<i>Q. tridens</i>			x
<i>Q. barbinervis</i>			x
<i>Q. ocoteaefolia</i>		x	
<i>Q. tlapuxahuensis</i>			x
<i>Q. tlapuxahuensis v. obcónica</i>			x
<i>Q. trinitatis</i>			x
<i>Q. caeruleocarpa</i>			x
<i>Q. zempoaltepecana</i>			x
<i>Q. bourgaei</i>			x
<i>Q. bourgaei var. ilicifolia</i>			x
<i>Q. roseovenulosa</i>		x	
<i>Q. treleaseana</i>		x	
<i>Q. malinaltepecana</i>			x

Figura 7.3. Parecido de los tipos de *Q. affinis*, *Q. laurina* y de los grupos considerados como sinónimos. La hilera superior indica el parecido que tiene el tipo de la especie señalada en la primera columna, ya sea a *Q. affinis* a *Q. laurina* o si es intermedio entre estas dos.

Los resultados del presente trabajo conducen a modificar la circunscripción de la Serie Lanceolatae no sólo en los taxa que incluye, sino también (aunque ligeramente) en los caracteres que estos presentan, pues de los caracteres que menciona Trelease (1924) en la descripción de esta serie, cambia de incluir individuos con frutos de maduración anual o bianual a incluir individuos con frutos de maduración bianual únicamente.

REDESCRIPCION DE LA Serie Lanceolatas

- = Serie Uruapanensis Trelease pro parte, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:143, 1924.
- = Serie Zempoaltepecana Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:164, 1924.
- = Serie Tridentes Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:170, 1924.

Arboles de tallas medianas, de 10-25 (-40) m de alto; ramillas delgadas de 1-3.7 mm de grueso, glabras o con escaso tomento glabrescente; estípulas ausentes; yemas ovoides, conoidales lustrosas o globosas, glabras o con escamas de margen ciliado, de 1-4(5.5) mm de largo. Hojas maduras con pecíolos de (1-)3-20(-36) mm de largo, ligeramente alados; láminas angostamente lanceoladas, elípticas, estrechamente elípticas, elíptico-lanceoladas, lanceoladas u ovado-lanceoladas, margen entero o ligeramente dentado-aristado hacia la mitad distal, superficies glabras o con algunos pelos fasciculados y estipitados en las axilas de las venas secundarias o vecindad de la vena media; areolas con arreglo azaroso; vena media con grosor de moderado a delgado, del 1-2% respecto al ancho total de la hoja. Polen tricolpado o tricolporoidado. Frutos de maduración bianual. Se distribuyen en zonas templadas y frías de la Sierra Madre Oriental, Sierra de Oaxaca, Sierra Madre del Sur, Eje Neovolcánico Transversal, Chiapas y Centro América (Guatemala).

CLAVE PARA LAS ESPECIES DEL GENERO Quercus DE LA SERIE LANCEOLATAE

- A. Yemas ovoides, agudas, pardo-brilantes; copa de la bellota turbinada y constreñida basalmente. En México (Chiapas), Centro América Guatemala)Q. acatenanguensis

- A. Yemas ovoides, globosas o conoidales, glabras y lustrosas, copa de la bellota hemisférica. En la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico Transversal.
 - B. Hojas angostamente lanceoladas, estrechamente elípticas, elípticas o elíptico-lanceoladas; de 3.12 - 3.56 veces más largas que anchas; envés liso con venas poco notorias; indumento con pelos fasciculados y estipitados, con 13.7(7-26) radios en las axilas de las venas secundarias; pelos glandulares vermiformes ausentes. Yemas conoidales lustrosas. Rango altitudinal de (1900) 1200-2600 m. Distribución en la Sierra Madre Oriental, Sierra de Oaxaca y Eje Neovolcánico Transversal.....Q. affinis

 - B. Hojas lanceoladas, ovado-lanceoladas, elípticas o elíptico-lanceoladas; de 2.67 - 3.11 veces más largas que anchas; envés con venas ligeramente elevadas o notorias; indumento con pelos fasciculados y estipitados, con 10.7 (7-16) radios distribuidos principalmente en las axilas de las venas secundarias, pelos glandulares vermiformes presentes o no. Yemas ovoides o globosas, rara vez conoidales. Rango altitudinal (2715) 1600-3650. Distribución en la Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico Transversal....Q. laurina

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

1.- Quercus acatenangensis Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:163. pl. 320. 1924.

Sintipo: Guatemala; sin localidad, Warscewicz 47 (A); Warscewicz, 48 (B).

Lectotipificación pendiente.

Arboles grandes. Ramillas de 1 a 2 mm de grueso, surcadas, glabras o esparcidamente estrellado-pubescentes, pardo rojizas con lenticelas inconspicuas. Yemas de (2-)3-4 mm de largo, anchas, ovoides, agudas, esparcidamente pubescentes o glabras, pardo brillantes; estípulas liguladas tempranamente caducas, 5-7 mm de largo, esparcidamente pubescentes en el dorso. Hojas maduras con peciolo 5-10 (20) mm de largo, prominentemente alados, láminas siempre verdes, gruesas y duras, rara vez delgadas, (3) 5-10 (15) cm de largo, (1-) 2-3(-4.5) cm de ancho, típicamente lanceoladas, elípticas o estrechamente ovadas, ápice agudo o acuminado, no marcadamente aristado, base cuneada a raramente atenuada o estrecha, margen menudamente cartilaginoso-revuelto y algo crispado, haz algo lustroso, glabro, o ligeramente pubescente a lo largo de la vena media, envés menos brillante u opaco, glabro o con prominentes tricomas en las axilas de las venas principales, la lámina completamente lisa, no ampollosa, venas alrededor de 10 a 14 en cada lado, ramificandose y anastomosandose cerca del margen, ligeramente elevadas en el haz y más prominentes en el envés, el retículo ligeramente elevado en ambas superficies. Amentos estaminados alrededor de 3 cm de largo, fulvoso o gris villosos, flores masculinas esparcidas, las anteras oblongas exsertas. Amentos pistilados de 5-10 (20) mm de largo, pedúnculos glabros generalmente con 2 flores. Fruto bianual, solitario o pareado sobre un pedúnculo de 5-10 mm de largo y de 2 a 4 mm de grueso, con lenticelas grandes y conspicuas; copas de 10-20 mm de ancho, 7-12 mm de alto, copa turbinada y constreñida basalmente o en forma de copa, las escamas triangulares a lanceoladas u ovadas, los ápices generalmente estrechos pero redondeados, canescentes, seríceas o localmente glabras; bellotas de 10-17 mm de largo y 8-14 mm de ancho, elípticas a ovoides, esparcidamente puberulentas o glabras, pardo brillantes, un medio o sólo un tercio incluidas en la cúpula.

DISTRIBUCION. Los individuos asignables a este taxon se localizan en Chiapas, México y en las montañas de Guatemala.

DISCUSION. La descripción de Q. acatenangensis es tomada de Muller (1942), debido a que sólo se tuvieron a la mano, algunos ejemplares determinados como Q. acatenangensis (MEXU) y con características poco constantes. De esta forma se decidió incluir la descripción de Muller por ser la más completa y confiable que existe. Asimismo no se profundiza en Q. acatenangensis, ya que es poco accesible por el momento visitar las localidades de su distribución y no es el objetivo del presente trabajo.

No existe holotipo para esta especie, por lo que su lectotipificación permanece pendiente.

Las fotografías y las descripciones de esta especie que se proporciona en Trelease (1924), y las que proporciona Muller (1942), así como los ejemplares de herbario (MEXU), permiten ver características que los individuos asignados a Q. acatenangensis comparten con Q. affinis y con Q. laurina, como son: algunas de las formas de las hojas, la textura, venación principal y pecíolo alado; el tipo de fruto y su maduración. Por tal motivo se le ubica en la misma serie que estas dos especies.

- 2.- Quercus affinis Scheidweiler. L'Horticulteur Belge IV:321, pl. 17, 1837.
Tipo: México, [Hidalgo], "aux environs de Regla et de Istula, a cinq lieues de Real-del-Monte", Galeotti s.n. (holotipo, probablemente en BR).
- = Q. nitens Martens et Galeotti, Bull. Acad. roy. Bruxelles. 10:217. 1843.
Tipo: México, [Hidalgo], "Moran pres de Real del Monte, de 7000 à 7500 pieds", Galeotti 115 (holotipo, BR ↓).- Q. nitens var. podocarpa A.DC. Prodrumus, 16/2:69. 1864. Tipo: México, Puebla "Chinantla", Liebmann 3441 (holotipo, G ↓).- Q. laurina var. podocarpa Wenzig, Jahrb. K. Bot. Gart. Berlin, 3:205. 1884.- Q. ocoteaefolia forma podocarpa Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:168, pl. 335 (fotografía superior), 1924.- Q. nitens var. subintegra A. DC. Prodrumus, 16/2:69. 1864. Tipo: [México, Hidalgo], "México ad Zacualtipan", Hartweg 422 (holotipo, G ↓).- Q. affinis forma subintegra Trelease. Mem. Natl. Acad. Sci. 20:167, pl. 333 (fotografía inferior) 1924.
- = Q. commutata Liebmann. Overs. Dansk. Vidensk. Selsk. 177-178. 1854. México, [Veracruz], "Jalacingo", Schiede 18 (holotipo, G ↓).- Q. affinis f. commutata Trelease. Mem. Natl. Acad. Sci. 20:167, pl. 333 (fotografía superior). 1924.
- = Q. ocoteaefolia forma confusa Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:168, pl. 335 (fotografía inferior) 1924. Tipo: México, Puebla, Chinantla, Liebmann s.n. (lectotipo, C ↓).

EXPLICACION NOMENCLATORIAL. Quercus affinis fue publicada como especie nueva en 1837 por Scheidweiler, quien no designó holotipo en su publicación, sólo se refiere a los ejemplares de Galeotti que fueron colectados entre Regla e Istula, a cinco leguas de Real del Monte. Scheidweiler presenta un esquema (aparentemente de un ejemplar de herbario) que refleja las características que se han manejado como pertenecientes a Q. affinis (figura 7.9); Scheidweiler menciona que el nombre de Q. affinis se refiere a la semejanza que esta especie tiene con Q. laurina.

Posteriormente, Martens y Galeotti (1843) describen Quercus nitens tomando como holotipo la colecta 115 de Galeotti (figura 7.10), y en el protólogo indican con un signo de interrogación que esta especie puede corresponder al mismo taxa que Q. affinis de Scheidweiler. De acuerdo a Trelease estos dos nombres (Q. affinis y Q. nitens) originaron confusión entre los botánicos que los utilizaban indistintamente para el mismo taxon.

En 1864 A. DeCandolle publica algunas variedades para este taxon bajo el nombre de Quercus nitens una de ellas es Q. nitens var. podocarpa que más tarde Wenzig (1884) ubica como variedad de Q. laurina. Este mismo taxon es cambiado en 1924 por Trelease, quien lo coloca como una forma de Q. ocoteaeifolia (teniendo como base el mismo ejemplar tipo) llamándola Q. ocoteaeifolia f. podocarpa (figura 7.12 a). Esta variedad finalmente es considerada en este trabajo como un sinónimo de Q. affinis. Otra variedad de Q. nitens propuesta por A. DeCandolle es Q. nitens var subintegra que Trelease (1924) propone como forma de Q. affinis dándole el nombre de Q. affinis f. subintegra (figura 7.11 b), que al igual que la forma anterior, en este trabajo se considera sinónimo de Q. affinis.

Liebmann (1854) publica el taxon denominado Quercus commutata teniendo como base a los ejemplares de Schiede 18, Jalacingo; Galeotti, Moran p. Real del Monte; Ehrenber, Real del monte; Berlandier, Totonilco; Liebmann, Chinantla, Tiuzutlan Dp. Puebla; Hartweg, Guatemala. El primer ejemplar en negritas es lectotipificado por Trelease para Q. commutata, el segundo ejemplar anotado en negritas corresponde al tipo de Q. nitens y el último en negritas fué utilizado posteriormente por A. DeCandolle para tipificar a su variedad Q. nitens var. podocarpa.

Liebmann propone cuatro sinónimos para Quercus commutata: 1) Q. affinis Scheidweiler (copiando el signo de interrogación que habían anotado Martens y Galeotti en su protólogo de 1843); 2) Q. nitens Martens et Galeotti; 3) Q. lancifolia Schlechtendal et Chamisso, pero con base en la colecta 422 de Bentham citado en Pl. Hartweg por lo que Liebmann asigna a Bentham como autor de Q. lancifolia y; 4) la variedad de Q. xalapensis que Schlechtendal et Chamisso citan en Linnaea (1831), pero a la que no le dieron ningún nombre de variedad, consecuentemente Liebmann se refiere a ella como Q. xalapensis var. Schlecht et Cham.

Según Trelease (1924), Liebmann (1854) introduce el nombre de Quercus commutata para terminar con los problemas nomenclaturales que se habían creado por la existencia de los nombres Q. affinis y Q. nitens para el mismo taxon, pero Liebmann nunca menciona nada al respecto en el protólogo de Q. commutata y al parecer crea aún mayor confusión, introduciendo al problema más nombres de los que ya existían y mal citados. Más tarde A. DeCandolle (1864) retoma algunos datos de Liebmann (1854) de Quercus commutata y los utiliza en su escrito sobre las variedades de Q. nitens. Trelease en 1924 lectotipifica Q. commutata con el ejemplar de Schiede 18, Jalacingo y le cambia de rango incluyéndolo como una forma de Q. affinis denominándola Q. affinis f. commutata (figura 7.11 a) y tomando como tipo el mismo que caracterizó a Q. commutata Liebmann.

Finalmente Trelease (1924) publica Quercus ocoteaeifolia f. confusa (figura 7.12 b) como una forma de Q. ocoteaeifolia refiriéndose a varios ejemplares de

Liebmann que respaldan su descripción, sin indicar holotipo; en este trabajo, Q. ocoteaefolia f. confusa es considerada como sinónimo de Q. affinis, mientras que Q. ocoteaefolia se considera sinónimo de Q. laurina como se verá más adelante.

DESCRIPCION TAXONOMICA DE Quercus affinis

Arboles maduros de 11-22 m de altura, fuste de 0.45-1.4 m de diámetro; ramillas de 1-2.5(-2.8) mm de diámetro, lisas o ligeramente surcadas, laxamente pubescentes a casi glabras, en ocasiones con lenticelas pequeñas y poco conspicuas; yemas principalmente conoidales u ovoides de 2-4(-5.5) mm de largo y (0.5-)1-1.5(-2) mm de grueso, escamas color ambar, ovadas a ligeramente triangulares, completamente glabras o con el margen ciliado; estípulas caedizas antes de que las hojas estén maduras. Hojas maduras con pecíolos de 3-13 (-20) mm de largo, 0.5-1 (-1.5) mm de grueso; láminas coriáceas, angostamente lanceoladas, elípticas, estrechamente elípticas, elíptico-lanceoladas, o lanceolado-oblongas, de (2-) 3-10 (-13.5) cm de largo, y (0.5-) 0.7-3 (-4.5) cm de ancho, de (2.22-) 3.12-3.56 (-4.91) veces más largas que anchas; ápice agudo, base redondeada, aguda o cuneada; margen cartilaginoso, entero o con más frecuencia con 1-5 (-7) aristas o dientes aristados a cada lado de la hoja distribuidos cerca de la base o en el tercio distal; venas secundarias de 5-9 a cada lado de la vena media, ascendentes, rectas, las medias con un ángulo de divergencia más agudo que las inferiores y superiores, ramificándose y anastomosándose en su tercio distal o, las relacionadas con los dientes continuando en éstos y prolongándose hasta la arista; haz liso, lustroso, glabro o con pubérulo y escasos pelos estrellados sobre la vena media o en su vecindad o hacia la base de la hoja; envés glabro o con restos de pelos arreglados en fascículos estípitados de 7- (13.7) -26 radios que se distribuyen en las axilas de las venas secundarias o en la vecindad de la vena media, epidermis lisa y con las venas y venillas poco notorias. Amentos estaminados de 27 (33.3) 40 mm de largo, el raquis de 0.5 (0.62) 0.7 mm de grueso, pubescente. Flores masculinas regularmente distribuidas a lo largo del raquis, ocasionalmente sustentadas por una bracteola lanceolada a estrechamente triangular de ca. 2.5 mm de largo; perianto campanulado a sacciforme de 2.4 (2.9) 3.6 mm de largo, 3-5 lobulado, el margen finamente ciliado-fimbriado; estambres 3-5 por flor de 3 (3.65) 4.7 mm de largo, anteras exsertas de 1.8 (2.3) 3.2 mm de largo, cortamente mucronadas en el ápice. Amentos femeninos en las axilas de las hojas, con una a tres flores femeninas, pedúnculo de 2-12 mm de largo por 0.5-1 mm de diámetro, glabro o con escasos pelos estrellados y pubérulo. Flores femeninas con estigmas reflexos al exterior, glabras o con escasos pelos simples. Frutos solitarios, en pares o rara vez en grupos de tres, sobre un pedúnculo de 5-12 mm de largo; copas hemisféricas o en forma de copa, rara vez turbinadas, de 10-13 mm de diámetro, 6-8 mm de profundidad y 7-9 de largo, escamas ovadas, las basales más gruesas que las superiores; bellotas ovoides de 13-18 mm de largo y ca. 12 mm de grueso, incluida de un medio a un tercio de su longitud total en la cúpula.

HABITAT. Los individuos de esta especie se desarrollan principalmente en el bosque de coníferas y Quercus y de Quercus, aunque también pueden encontrarse en el bosque de Pinus y en el bosque mesófilo de montaña. Habita en lugares húmedos o protegidos como orillas de cañadas intermitentes o temporales; en climas C(w"2)(w)b(i'g) y C(fm) w"b(i), sobre suelos profundos, asociados a individuos de Pinus patula, P. pseudostrobus, Quercus candicans, Q. crassifolia, Q. obtusata, Q. sartorii, Alnus arguta, Clethra sp., Liquidambar sp., Oreopanax sp. y Platanus sp.

DISTRIBUCION. Los individuos asignables a esta especie fisiográficamente se pueden encontrar en altitudes de (1200) 1600-2225 (-2800) m de la Sierra Madre Oriental, Sierra de Oaxaca y Eje Neovolcánico Transversal. Se localizan únicamente en el territorio mexicano y su distribución geográfica abarca Guanajuato, Hidalgo, Nuevo Leon, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz (Figura 7.4).

DATOS FENOLOGICOS. FLORECE desde la segunda quincena de febrero y en marzo. FRUCTIFICA desde la segunda mitad de septiembre y en mayor proporción en noviembre.

Quercus affinis presenta similitud morfológica con Q. laurina como lo percibió Scheidweiler (1837) al describirlo, significando el encino que se parece a Q. laurina. Sin embargo, se distingue de esta especie por la presencia de hojas angostamente lanceoladas, estrechamente elípticas, elípticas o elíptico-lanceoladas, de 3.12 -3.56 veces más largas que anchas; el envés liso con venas poco notorias y con escasos pelos fasciculados y estipitados con 13.7(7-26) radios, en las axilas de las venas y carecer de pelos glandulares vermiformes. Sus yemas son conoidales y lustrosas y su rango altitudinal de (1900)1200-2800 m.

EJEMPLARES REVISADOS. A continuación se enlistan los ejemplares revisados, indicándose al inicio de cada localidad, con número romano, en negritas y entre paréntesis el número del tipo asignado en el capítulo cinco (CARACTERISTICAS FOLIARES) al ejemplar de herbario correspondiente.

MÉXICO: Guanajuato. Mpio: Dolores Hidalgo, (V) 2 Km NE de Santa Rosa, entre Guanajuato y Dolores Hidalgo, C. H. Muller 9308 (ENCB); (IV) 2 Km NE de Santa Rosa between Guanajuato and Dolores Hidalgo, C. H. Muller 9309 (ENCB). Sin municipio: (V) 2 Km al O de El Roble, H. Pulg 6325 (ENCB). Guerrero. Mpio: Pedro Ascencio; (IV) 5 km antes de Cruz Alta, rumbo a Puerto Oscuro, S. Valencia A. 49 (FCME). Mpio: Taxco de Alarcón; (III, III, III) Parque Cerro del Huiteco, Gavillo, Melo y Leebag: ?? (FCME); E. Castelo 450 (FCME); González Toriz 38 (FCME); (III) aproximadamente 2 Km al SO de San Juan Tenéris, camino a Puerto Oscuro, F. Lorea 3377 (FCME, MEXU). Hidalgo. Mpio: Acazochitlán; (V) 17 mi de Huachinango, 1 mi E de Acazochitlán, C. H. Muller 9716 (MEXU); (V) Santiago Tepepa, L. González Quintero 503 (ENCB). Mpio: Agua Blanca; (V) Cerro de las Cruces, Agua Blanca, L. Vela G. 352, 602 (ENCB); alrededores de Agua Blanca, S. Ochoa G. 811 (ENCB). Mpio: Cusahuatpec; (IV) alrededores de Tepemila, S. Ochoa G. 776 (ENCB). Mpio: El Chico; (IV) Parque Nacional El Chico, J. Eplnosa 418 (ENCB); (IV) Cerro Partido, Parque Nacional El Chico, J. Rocha s/n (ENCB). Mpio: La Encarnación; (V) Cañada de los Marmoles, L. González Quintero 949 (ENCB). Mpio: Jactala; (V) Cerro al O de Agua Fría Grande, L. González Quintero 921 (ENCB). Mpio: Lolotla; (V) Ixtlahuaco, H. Pulg 4563 (ENCB); (V) camino de Lolotla a Ixtlahuaco, S. Ochoa G. 950 (ENCB). Mpio: Mezquitlán; (V) Carpinteros, L. Vela G. 583 (ENCB). Mpio: Molango; (V) Jalalme, H. Pulg (ENCB); (V) Coahuila, L. Vela G. 242 (ENCB); (V) Xochoicatlán, L. González Quintero s/n (ENCB); (V) Molango, M. Martínez 568 (ENCB, MEXU). Mpio: Omiltilán; (V) Omiltilán, Dto. de Pachuca, hacia Guerrero y Real del Monte, C. H. Muller 9140 (ENCB); Zumaté, arriba de Omiltilán, F. Miranda 837 (MEXU). Mpio: Pacula; (V) camino de El Finar a Durango, S. Ochoa G. (ENCB). Mpio: Real del Monte; (V) Real del Monte, A. Mondragón 2140 (ENCB); (V) Real del Monte, s/colelector, s/número (MEXU); (III) Real del Monte, s/colelector y s/número (ENCB). Mpio: San Agustín Tlaxiaca; (V) 5 Km al S de Capula, S. Ochoa G. 1077 (ENCB). Mpio: Xochoicatlán; (IV) Malilla, H. Pulg 4602 (ENCB). Mpio: Zacualtípán; (V) 4 Km al S de Zacualtípán, C. H. Muller 9330 (MEXU); (IV) alumbres, H. Pulg 4565 (ENCB); (V) cerca de Zacualtípán, H. Pulg 4521 (ENCB); (IV) alrededores de Zacualtípán, L. González Quintero 316 (ENCB); (V) 3 Km al N de Tuzanapa, L. González Quintero 813 (ENCB); (V) Zacualtípán, M. Martínez 581

(ENCB); (V) Tepeajo, *L. Vela G. 974* (ENCB); (IV) 3 Km al S de Zacualtípán sobre la carretera a Pachuca, *J. Rzedowski 32697* (ENCB); (IV, V) alrededores de Zacualtípán, *J. Rzedowski 12538, 12539* (ENCB); (V) camino a Zacualtípán a Soyotla, *S. Ochoa G. 890* (ENCB); (V) alrededores de Zacualtípán, *S. Ochoa G. 862* (ENCB); (V) camino de Tlahuelolpan a Tizapán, *S. Ochoa G. 869* (ENCB). Mpio: Zimapan; (V) Minas Viejas, near Km 255 on highway between Zimapan and Jacala, *H. E. Moore Jr. 3876* (MEXU); (V) Minas Viejas, 10 Km al SO de Jacala, sobre la carr. a Zimapan, *J. Rzedowski s/n* (ENCB); (V) La Placita, 33 Km al NE de Zimapan, *R. Hernández M. 3728* (MEXU); (V) Cajay, 15-20 Km al N de Zimapan, hacia la Mina San Miguel, *R. Hernández M. 6581* (MEXU); (V) 13 Km al E de Trunca, *S. Ochoa G. 1067* (ENCB). Mpio. desconocido: (IV, III y II) entre Velázquez y haciendas del Carmen, *Sánchez Mejorado 2000, 2001-b, 2003* (ENCB); V Hiloche, *M. Martínez 1000* (MEXU); (IV) Hiloche, cerca de Real del Monte, *M. Martínez 2524* (ENCB); (V) Zoquiuisquiapan, *L. Vela G. 976* (ENCB); (V) 1 ml al N de Minas Viejas, hacia Jacala, *R. Krul 24931* (ENCB); (V) Paraje Morelos, *A. Madroño 2140* (MEXU); (V) Paraje El Calvario, Huasca, *A. Madroño 2141* (ENCB); (V) San Miguel Regla, *F. Miranda 883* (MEXU); (IV, V) Nicolás Flores; 10 Km al O de Nicolás Flores, *L. González Quintero 2117, 2131* (ENCB); (V) *S. Ochoa G. 1070* (ENCB). Michoacán. Mpio: Ciudad Hidalgo; (IV) Paraje Ajolotes, *M. Martínez s/n* (ENCB). Mpio: Cherán; (IV) Cerro de Murgueta, *F. Takahashi 1070* (ENCB); (III) Las Peras, 29 Km adelante de la desviación a Zinacapan, *P. Arellano s.n* (FCMI). Nuevo León. Mpio: Derribadero; (IV) Common about Los Toros. San Juanito to San Miguel, *C. H. Muller 2424* (MEXU). Mpio: Santiago; (IV) Sierra Rancho Nuevo, 39 Km al O de Villa de Santiago, *V. Valdéz Tomes 698* (ENCB). Mpio: Zaragoza; (IV) San Antonio Peña Nevada, *J. Hinton 17455* (ENCB); (V, V) camino al aserradero La Encantada, *J. Pansini y M. F. Robert 6327, 6328* (ENCB, MEXU); (V) El Cedral, *s/lector y s/número* (ENCB). Mpio: Galeana; (IV, V) Cerro El Potosí, *J. Hinton 17267* (ENCB); *J. Hinton et al. 19459*; (V) Puerto de Agua Sarca, *s/lector y s/número* (MEXU); (V) Sierra Madre Oriental Taray to Alamar, about 15 miles SO of Galeana, *C. H. Muller y M. T. Muller 1102* (MEXU); (V) Sierra Madre Oriental Taray a Alama 16 Km al SO de Galeana, *s/lector y s/número* (MEXU); (IV) Sierra Madre Oriental, San Francisco Canyon, about 15 ml SO of Galeana, *C. H. y M. T. Muller 1283* (MEXU). Oaxaca. Mpio: Istlán; (IV) Distrito de Istlán, Sierra de Juárez, camino de ruta 175 a Camaltepec, *D. H. Lorence 3600* (ENCB). Mpio. desconocido: (III) entre Llano de las Flores y Cerro Machín, *Din. de Istlán, J. Rzedowski 12418* (ENCB); (V) Km 29.5 del camino Zaachila-Santa Inés del Monte, *S. C. Solano y M. A. Vora 433* (ENCB). Puebla. Mpio: Chila Honey; (IV) La Cruz de San Miguel Honey, *L. Vela G. 531* (ENCB, INIF); (IV) Honey, *M. Martínez 144* (ENCB). Mpio: Huauclianingo; (IV) Km 15 de la carr. a Cuetzalan, *F. M. Inzunza 125* (CHAPA, ENCB); Mpio: Nanzontla; (IV) Rancho Coatepehua, *F. Simón y A. Colín 146* (ENCB). Mpio: Pabustlán; (V) Camino Xolotla-San Miguel, *E. Turra 2010* (ENCB); (V) Pabustlán, *H. Pulg 5004* (ENCB); (V) arriba de Pabustlán, *F. Miranda 3656* (ENCB, MEXU); Mpio: Tetela de Ocampo; (IV) 20 grados de Tetela de Ocampo, *F. Simón y A. Colín 176* (MEXU). (III) Hueyobustaco, *L. Vela G. 1071* (ENCB); Mpio: Tochimilco; (V) Monte Santa Catalina, Fraccionamiento Tochimilco, *F. Paulín V. 2185* (MEXU). Mpio: Zacoapaosta; (III) Rancho El Manzanal, 40 grados al B de Zacoapaosta, *F. Simón M. y A. Colín N 137* (CHAPA, ENCB, MEXU); (V) 5 Km al S de Zacoapaosta, *F. Simón M. s/n* (CHAPA, ENCB, INIF); (IV) Apulco, cerca de Zacoapaosta, *L. W. Boege 2345* (MEXU). Mpio: Zacatlán; (V) La Cumbre, Zacatlán, *L. Vela G. 1038* (ENCB); (V) Jilotingajo, *M. Martínez-Murillo 112* (FCMB). Mpio: Zaragoza; (V) 5 Km al E de Zaragoza, *R. Palacios s/n* (ENCB). Mpio. desconocido: (V) Cerro Chapultepec, Ahuaztepec, *G. Romero 2136* (MEXU). (IV) Km 145 de la carr. Federal 129, *F. M. Inzunza 55* (ENCB). (III) 5 Km al N de Tlaxiaco, camino a Huastla, *F. Simón M. y A. Colín M. 143* (ENCB). (V) Paso Ancho, Coconyoga Chignahuapan, *A. Hernández 2284* (ENCB, MEXU). Querétaro. Mpio: Landa; (V) Paraje, El Madroño, *J. Avila s/n* (ENCB, MEXU). Mpio: Pinal de Amoles; (IV) 12 Km al SO de Pinal de Amoles, sobre la carr. a Vizarra, *J. Rzedowski 27995* (ENCB); (V) 2 Km al NE de Pinal de Amoles, sobre la carr. a Jalpan, *J. Rzedowski 43110* (ENCB); Mpio: Tancoyuli; (V) La Parada, *H. Pulg 4508* (ENCB). Mpio. desconocido: (V) San Juanito de las Manzanas, *F. Robles G. s/n* (ENCB); (V) alrededores de la zona arqueológica de las Rañas, *J. Rzedowski 42506* (ENCB); (IV) camino entre carr. México y Amecillo, *E. Argüelles 523* (MEXU); (V) camino entre carr. a México y Amecillo Km 18 aprox., *E. Argüelles 745* (MEXU, FCMI). San Luis Potosí. Mpio: Alaquines; (V) 2 Km al SSE de Ojo de Agua, *J. Rzedowski 9639* (ENCB); (V) 2 Km al SSE de Ojo de Agua, *J. Rzedowski 9642* (ENCB, MEXU). Mpio: Ciudad del Maíz; (IV) Los Llanitos, Ciudad del Maíz, *G. Aguilar 2375* (MEXU); (V) Los Llanitos, *G. Aguilar 2378* (MEXU); (V) Km 253 carr. San Luis Potosí- Antigua Morelos, *J. Rzedowski 8348* (ENCB, MEXU). Mpio: Del Catorce; (III) 3 Km al O de Mijercal La Mora, *J. Rzedowski 3176* (ENCB). Mpio: Guadaluazar; (V) Cerro San Cristobal, *E. Elizondo E. et al. s/n* (ENCB); (V) cerro de Las Comadres, 12 Km al NO de Guadaluazar, *J. Rzedowski 6058* (ENCB, MEXU); Mpio: Santa María del Río; (V) 2 Km al NO de Rosa de Castilla, *J. Rzedowski 4536* (MEXU). Mpio: Xilitla; (V) 5 Km al N de Soledad de Zaragoza, *J. Rzedowski 7186* (ENCB). Mpio: Zaragoza; (V) cerro del Orgaño, 20 Km al SE de Zaragoza, *J. Rzedowski 6079* (ENCB, MEXU); (V) 4 Km al SE de Cabrera, *J. Rzedowski 6643* (ENCB, MEXU); (V) 3 Km al SE de Cabrera, *J. Rzedowski 8420* (ENCB); (IV) Sierra de Alvarez, al SE de Cabrera, *J. Rzedowski 45045* (ENCB); (IV) Sierra de Alvarez, *M. Martínez 38* (ENCB, MEXU). Mpio. desconocido: (III) Alameda, Rio Verde, *H. Pulg 672* (ENCB). Tamaulipas. Mpio: Gómez Farías; (V) 2 Km al S de La Pora, *H. Pulg 7030* (ENCB); (V) Sierra de Guatemala, 200 yd. hacia la mina, *J. Rodney S. 509* (ENCB); (IV) Sierra de Guatemala, 275 yd. hacia Mina, *J. Rodney S. 515* (ENCB); (V) aserradero Julito, perfil a través de la Sierra Madre Oriental, *P. S. Martín y C. Saravia 1193* (ENCB); (V) entre Julito y La Hoya de Salas, *P. S. Martín y C. Saravia 1204* (ENCB) (III) camino de Julito a La Hoya de Salas, *P. S. Martín y C. Saravia 1273* (ENCB). Mpio: Jamave; (V) 2.5 Km al E de Loya de Salas, *H. Pulg 7153* (ENCB). Mpio: Villa de Casas; (IV) Villa de Casas San José, *H. Pulg 2797* (MEXU). Mpio. desconocido: (V) Loya de Casas, a 25 Km al NE de La Peña, *F. González Malvano s/n* (MEXU). Veracruz. Mpio: Ahotones; (V) Rancho Rosa, cerca de la planta de Luz, *F. Ventura A. 115* (ENCB). Mpio: Banderilla; (V) Banderillas, *F. Ventura A. 759* (ENCB). Mpio: Chilcoquiaco; (V) Guiterrez Zamora, *C. Guiterrez B. 3200* (MEXU); (V) Huacamaya, *C. Guiterrez B. 312* (MEXU); (IV) Cuesta de la Barranca del Maíz, *C. Guiterrez B. 3236* (MEXU); (V) Sierra de Chilcoquiaco, entre Chilcoquiaco y Misantla, *A. Gómez-Pompa 1117* (MEXU). Mpio: Huayacocotla; (V) La Cumbre, Huayacocotla, *Juan D. Limón A. 2265* (ENCB); (V) 2 Km al O de Huayacocotla, *L. Vela G. 636* (ENCB); (IV) frente a Huayacocotla, *L. Vela G. 706* (ENCB); (III) Cerro Cortobado, *L. Vela G. 714* (ENCB); (III) al S de Huayacocotla, *L. Vela G. 795* (ENCB); (V) Puente de Carpinteros, entre el camino Carpinteros, Hidalgo-Huayacocotla, *L. Vela G. 864* (ENCB); (V) Pulo Bendito, Huayacocotla, *R. Hernández M. 1913* (ENCB, MEXU); (V) La Cruz del Milagro, *s/lector, s/número* (ENCB). Mpio: Jalisco; (V) 5 Km al SE de Jalisco, 32 Km al N de Perote, *C. H. Muller 9372* (MEXU); (IV) Ignacio Allende, *F. Ventura A. 126* (ENCB); (IV) Allende, *F. Ventura A. 14249* (ENCB, MEXU). Mpio: Las Vigas; (V) Las Vigas, *M. Martínez 99* (MEXU) Mpio: Naolinco; (IV) Naolinco, *s/lector, s/número* (ENCB) Mpio: Yecuatla; (V) El Espinazo del Diablón, *C. Guiterrez B. 3173* (MEXU). Mpio. desconocido: (V) entre Los Ootes y Hecloches, *Y. A. Vargas 101* (ENCB); (V) camino Helochos-Tzimintey, *Y. A. Vargas 134* (ENCB).

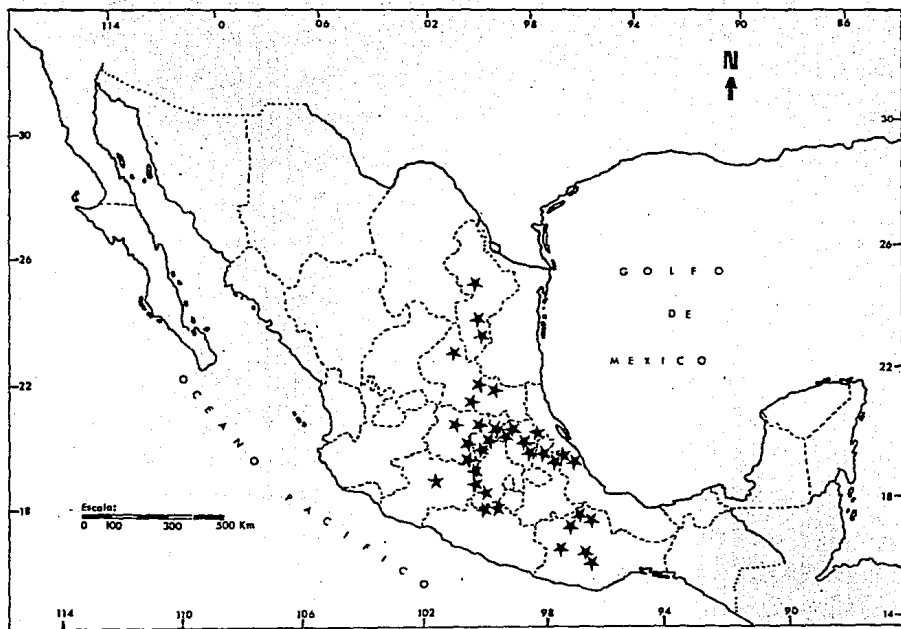


Figura 7.4. Distribución de *Quercus affinis* Scheid.

- 3.- Quercus laurina Humboldt et Bonpland, Pl. Aequinoct. 2:32 pl. 80, 1809. Tipo: Nueva España, [México], [Hidalgo], "sur une montagne connue sous le nom de Cerro de las Nab[sic]ajas (montagne des Rasoirs), juxta Moran. elevación 800 toises [1600 msnm]", *Bonpland 4143* (holotipo, P ↓).
- = Q. lanceolata Humboldt et Bonpland, Pl. Aequinoct. 2:34, pl. 81, 1809. Tipo: Nueva España, [México]: [Hidalgo], "inter Moran et Santa-Rosa, 900 toises [1800 msnm]", *Bonpland s.n.* (holotipo, P ↓).
- = Q. chrysophylla Humboldt et Bonpland, Pl. Aequinoct. 2:42, pl. 87. 1809. Tipo: Nueva España [México], [Hidalgo], "inter Moran et Pachuca, 1400 toises [2800 msnm]", *Bonpland 4062* (holotipo, P ↓).
- = Q. tridens Humboldt et Bonpland, Pl. Aequinoct. 2:56, pl. 96. 1809. Tipo: Nueva España [México], [Hidalgo], "in viciniis Moran, 2600 msnm 1300 toises", *Bonpland s.n.* (holotipo, P ↓).- Q. castanea var. tridens A. DC. Prodr. 16, 2:72. 1864.
- = Q. barbinervis Bentham, Pl. Hartw. 56. 1840. Tipo: México, Hidalgo, [Real del Monte], Real del Monte, *Hartweg 427* (tipos, B, K ↓).- Q. laurina var. barbinervis Wenzig Jahrb. K. Bot. Gart. Berlin, 3:205. 1884.
- = Q. ocoteaefolia Liebmann, Overs. Dansk Vidensk. Selsk. 176. 1854. Tipo: México: Oaxaca, en bosques cerca de Talea, Laguna, altitud 4-5000'. *Liebmann 122-3520* (holotipo, C ↓).- Q. nitens var. ocoteaefolia A. de Candolle in De Candolle Prodr. 16/2:69. 1864. Q. laurina var. ocoteaefolia Wenzig Jahrb. K. Bot. Gart. Berlin. 3:205, 1884.- Q. ocot[sic]laefolia Liebmann-Oersted en Chenes Amér. Trop., pl. E.1869; non Q. ocoteaefolia forma podocarpa Trelease.
- = Q. tlapuxahuensis A. DC., in DC. Prodr. 16, pt. 2:29, 1864. Tipo: México, [Michoacán], "prope Tlapuxahua", *Hartweg 430* (holotipo, B ↓).- Q. salicifolia var. tlapuxahuensis Wenzig, Jahrb. K. Bot. Gart. Berlin., 3:207, 1884.- Q. tlapuxahuensis var. obconica Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:165, pl. 335. 1924. Tipo: México, [Distrito Federal], Valla de México, *Bourgeau 1013* (pro parte) (holotipo, GH ↓).
- = Q. trinitatis Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:143, pl. 277. 1924. Tipo: [México], Hidalgo, Trinidad, septiembre 14, 1904, *Pringle 8888* (holotipo, BP; isotipo: MEXU ↓).
- = Q. caeruleocarpa Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:163, pl. 321. 1924. Tipo: [México], Distrito Federal, Contreras, 2500 m, septiembre, 1906, *Endlich 1365a* (holotipo, B ↓).
- = Q. zempoaltepecana Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:164, pl. 323. 1924. Tipo: México, Oaxaca, "northwest slope of Mt. Zempoaltepec", 10 de julio de 1894, *Nelson 672* (holotipo, US↓).
- = Q. bourgaei Oersted ex Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:168, pl. 336. 1924. Tipo: México, [Distrito Federal], San Nicolás, Valle de México, *Bourgeau 1013* (holotipo, BR↓).- Q. bourgaei var. ilicifolia Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:168, pl. 336. 1924. Tipo: México, Distrito Federal, Contreras,

Pringle 10315 (holotipo, G. J.).

- = *Q. roseovenulosa* Trelease, Mem. Natl. Acad. Sci. 20:182, pl. 366. 1924. Tipo: México, (Distrito Federal), dry hills, Salto del Agua, oct. 1905, *Purpus 1797* (holotipo, US!).
- = *Q. treleaseana* Camus, Bull. Mus. Hist. Natl. Paris, ser. 2, 4:124. 1932. Tipo: [México], [Veracruz], "Ad radices montis Orizabae, loco Alpatlahua", "alt. 7500 p." Liebman s.n. (holotipo, C. J.).- *Q. nitens* var. *major* A. DC., Prodr. 16, pt. 2:69, 1864. *Q. laurina* var. *major* Wenzig. Jahrb. Bot. Gart. Berlin III, p. 205. 1884. *Q. major* (A. DC.) Trelease, Contr. U. S. Natl. Herb. 23:193. 1922.
- =? *Q. malinaltepecana* Trelease, Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 33:318. 1934. Tipo: México, Guerrero, "Western Sierra Madre del Sur, Gipfel des Berges Lucerna in NE von Malinaltepec", "meereshöhe 2949, März 1930", L. Schultze 387 (holotipo, B destruido).

EXPLICACION NOMENCLATORIAL: *Quercus laurina* es descrita por primera vez por Humboldt y Bonpland en 1809 con base en un ejemplar (figura 7.13) colectado en el Cerro de las Navajas [Hidalgo], Esta localidad se visitó y se pudo observar la gran variación morfológica de las hojas de esta especie. Asimismo se determinó la altitud de esta localidad con un rango de 2800 a 3100 msnm por lo que se infiere que debe existir algún error en la altitud proporcionada en la descripción original (800 toises = 1600 msnm). En esta misma publicación Humboldt y Bonpland incluyen otras descripciones de especies de encinos, entre ellas: *Q. lanceolata* (figura 7.14 a), *Q. crveophylla* (figura 7.14 b) y *Q. tridens* (figura 7.14 c) que fueron reducidas a sinónimos de *Q. laurina* por Muller y McVaugh (1972), todas ellas colectadas en Moran o cerca de Moran, Hidalgo, localidad que no fue posible localizar ni en mapas, ni directamente en el estado de Hidalgo.

Más tarde Bentham (1840) publica *Quercus barbinervis* (figura 7.15. a) también del estado de Hidalgo; en páginas posteriores el mismo Bentham reduce a sinónimo de *Q. laurina* la especie que había publicado. En 1884 Wenzig coloca como variedad de *Q. laurina* al taxon *Q. barbinervis* Bentham. Por su parte Trelease (1924) menciona como sinónimo de *Q. barbinervis* a *Q. laurina* var. *barbinervis* de Wenzig.

Liebmann en 1854 publica *Quercus ocoteaefolia* (figura 7.15. b) como una especie nueva de Oaxaca. Trelease (1924) cita como sinónimos de esta especie a *Q. nitens* var. *ocoteaefolia* A.DC. a *Q. laurina ocoteaefolia* Wenzig y a *Q. ocot(sic)aefolia* Liebmann en Oersted. Estos sinónimos permiten ver que el o los ejemplares en los que se basa la descripción de este grupo presentan características mezcladas entre *Q. affinis* y *Q. laurina* que condujeron a A. DeCandolle (1864) a situarlo cerca de *Q. nitens* (= *Q. affinis*) y a Wenzig (1884) y a Muller y McVaugh (1972) como *Q. laurina*. Por su parte Liebmann (1854) en el protólogo sitúa este taxon cerca de *Q. depressa*. La fotografía del tipo que presenta Trelease (1924),

desde mi punto de vista si presenta características mezcladas entre las dos especies que nos ocupan.

En 1864 A. DeCandolle publica Quercus tlapuxahuensis (figura 7.16 a) como especie nueva y coloca como sinónimo de la misma al ejemplar de Q. salicifolia que Benthham citó (Pl. Hartw. pág. 56) y que aparentemente no corresponde a la especie típica de Née. Más tarde esta especie fue considerada como una variedad de Q. salicifolia Née por Wenzig (1884). En 1924 Trelease considera como válida a Q. tlapuxahuensis y propone como sinónimo de la misma a Q. salicifolia var. tlapuxahuensis Wenzig. El ejemplar en el que se basó Wenzig, para esta descripción se desconoce quizá los caracteres en los que reconoció Wenzig para ubicarla como una variedad de Q. salicifolia sean los que ésta comparte con Q. laurina como son: forma de la hoja, margen entero ocasionalmente dentado hacia el ápice, hojas glabras o casi glabras y fruto de maduración bianual que pudieron confundir a Wenzig. Q. laurina y Q. salicifolia se pueden distinguir porque ésta última presenta hojas más angostas, un número de venas mayor que la primera, una consistencia papiro-coriácea y se localiza en altitudes menores que Q. laurina. Un aspecto que también pudo conducir a Wenzig a ubicar a Q. tlapuxahuensis como una variedad de Q. salicifolia fue la influencia de DeCandolle que consideró a Q. salicifolia de Benthham como sinónimo de Q. tlapuxahuensis.

En 1972 Quercus tlapuxahuensis es considerada como sinónimo de Q. laurina por Muller y McVaugh. Trelease en 1924 incluye una variedad para Q. tlapuxahuensis, Q. tlapuxahuensis var. obconica (figura 7.16 b), que en este trabajo se propone como sinónimo de Q. laurina.

En 1924 Trelease publica, entre otras especies de encinos, cinco: Quercus trinitatis (figura 7.17), Q. zempoaltepecana (figura 7.18. b), Q. caeruleocarpa (figura 7.18. a), Q. bourgaei (figura 7.19 a y b) y Q. roseovenulosa (figura 7.20 b). Las dos primeras, se proponen en este trabajo como sinónimos de Q. laurina, mientras que las tres últimas se habían propuesto ya en 1972 como sinónimos del mismo taxon por Muller y McVaugh. En este trabajo se apoya tal propuesta y se adiere a la sinonimia la variedad que Trelease (1924) cita para Q. bourgaei, Q. bourgaei var. ilicifolia (figura 7.20 a).

Camus (1932) realiza una revisión de algunas especies de encinos y propone el cambio de nombre de Quercus major a Q. treleaseana ya que el primero se había utilizado con anterioridad por Nakai en 1915 para denominar a un encino japonés. Anteriormente Wenzig (1884) ya había ubicado a Q. nitens var. major A. DC. como una variedad de Q. laurina (Q. laurina var. major); más tarde Trelease (1924) eleva a especie la variedad de Q. nitens var. major A. DC. llamandola Q. major y tomando como tipo para esta especie el mismo que tipificara a la variedad (figura 7.21 A). En 1972 Muller y McVaugh reducen a Q. treleaseana, Q. nitens var. major y Q. major

a sinónimos de Q. laurina. Las características observadas en el tipo de Q. major citado por Trelease (1924), recuerdan más a la forma de Q. affinis que a la de Q. laurina, pero debido a que no se tuvo acceso directamente al ejemplar tipo, y dado que las fotografías no son lo suficientemente fieles, se decidió dejar este taxon como sinónimo de Q. laurina, tal como lo consideran Muller y McVaugh (1972).

Trelease en 1934 publica 17 taxa nuevos de encinos del estado de Guerrero (México), entre ellos a Quercus malinaltepecana del Cerro de la Lucerna, Malinaltepec. El holotipo de esta especie (Schultze 387) se localizaba en el herbario B, pero fue destuido durante la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, se propone la reducción de esta especie a sinónimo de Q. laurina después de haber revisado la descripción original y de haber visitado la localidad tipo, en donde se colectaron ejemplares (figura 7.21 b) que se analizaron; concluyéndose que lo que Trelease describió como Q. malinaltepecana es muy probable que sea lo mismo que Q. laurina.

DESCRIPCION TAXONOMICA DE Quercus laurina

Arboles de 10-30 (-40) m de alto cuando maduros y 0.5-1 (-1.5) m de diámetro, ocasionalmente arbustos; ramillas de 0.9-2(-4) mm de diámetro, con pocas lenticelas conspicuas o más frecuentemente sin ellas, pubescentes o glabrescentes, con algunos pelos estrellados; yemas ovoides o globosas, rara vez conoidales de 1-3.4 (-4) mm de largo y 0.8-1.7 (-2.5) mm de grueso, escamas color ambar o pardo-rojizas, ovadas o ligeramente triangulares, glabras o con el margen ciliado, estípulas caedizas antes de que las hojas estén maduras. Hojas maduras con pecíolos (1-) 3.6-18 (-36) mm de largo por (0.6-) 0.9-1.9 mm de grueso, glabros o con más frecuencia tomentosos con pelos estrellados; láminas coriáceas, lanceoladas, ovado-lanceoladas, elípticas, elíptico-lanceoladas o elíptico-oblanceoladas de 6-11 (-15.5) cm de largo, por 1-3.5 (-6.5) cm de ancho, de (1.32-) 2.67-3.11 (5.5) veces más larga que ancha, ápice agudo cuspidado, aristado o no, base oblicua, cuneada, obtusa, redondeada, rara vez subcordada, margen cartilaginoso, ligeramente crispado o no, entero o con 1-3 (-5) dientes cortos aristados a cada lado de la hoja, distribuidos aproximadamente en el tercio apical de la hoja, venas secundarias de (4-) 5-9 (-13) a cada lado de la vena media, ascendentes, en su mayoría curvas uniformes, ramificadas y anastomosadas un tercio antes del margen o, las relacionadas con los dientes, continuándose en éstos y prolongándose hasta la arista; haz glabro, excepto la vena media, que conserva pelos estrellados y pubérulo, lustroso, venas media y secundarias ligeramente pálidas y ligeramente prominentes o lisas, venillas menos prominentes que las venas secundarias formando una red fina; envés glabro, excepto en las axilas y proximidades de las venas secundarias que conservan algunos mechones de pelos estipitados y pelos glandulares vermiformes de color ambar, epidermis con papilas ligeramente lustrosas, venas media, secundarias y venillas pálidas, o ligeramente pardas, prominentes formando una red más conspicua que la del haz. Amentos estaminados de 30 (53.2) 120 mm de largo, raquis de 0.5 (0.6) 0.8 mm de grueso,

laxamente pubescente. Flores masculinas regularmente distribuidas a lo largo del raquis, sostenidas por una bracteola anchamente ovada de ca. 2 mm de largo y 1.6 mm de ancho; perianto campanulado a sacciforme de 1.5 (1.95) 2.3 mm de largo, con 3-7 lóbulos de margen finamente ciliado-fimbriado; estambres 3-7 en cada flor, de 2.3(3.5) 3.8 mm de largo, anteras exertas de 1.1 (1.46) 1.9 mm de largo, cortamente mucronadas en el ápice. Amentos femeninos sosteniendo de 1-4 flores sobre un pedúnculo de 10.7-16.4 mm de largo por ca. 2 mm de grueso, flores femeninas con los estigmas largos, pilosos y curvados al exterior, ocasionalmente rodeados por el perianto fusionado. Fruto solitario o en grupos de 2-3, sobre un pedúnculo de 1.6-8.4 (-13) mm de largo por 0.9-3.4 mm de grueso; copa hemisférica o ligeramente obcónica, 5-11.5 mm de alto por 10.5-15.4 (-17) mm de diámetro y 6.2-8.5 mm de profundidad, borde recto, escamas deltoides con el ápice redondeado, base ensanchada a manera de alas, las basales más anchas que las superiores, las primeras además con la parte media ligeremnte hundida o quilladas, canosas o glabrescentes hacia la parte basal y rojizas hacia el margen y ápice; bellota ovoide, de 10-16 (-20) mm de largo por 8.4-13 mm de grueso, glabra, incluida de un medio a un tercio de su longitud total en la cúpula.

HABITAT. Los individuos de esta especie se desarrollan principalmente en el bosque de coníferas y Quercus, de Quercus y en menor proporción en bosque de Pinus, de Abies, en la transición entre estos dos, en el bosque mesófilo de montaña y ocasionalmente en matorrales alpinos. En laderas de barrancas y sitios protegidos, en climas C(m)big y C(w"o)(w)b(i')g, sobre suelos profundos. Asociados a individuos de los siguientes taxa: Quercus rugosa, Q. crassipes, Q. candicans, Q. martinexii, Q. sideroxylla, Q. castanea, Q. crassifolia, Pinus ayacahuite, P. oocarpa, P. pseudostrobus, P. montezumae, P. michoacana, P. leiophylla, Abies religiosa, Symplocos prionophylla, Ternstroemia pringlei, Clethra mexicana, Styrax ramirezii, Tilia mexicana, Alnus, Arbutus, Prunus, Carpinus, Chiranthodendron pentadactylon, Ostrya.

DISTRIBUCION. Fisiográficamente se localizan en altitudes de (1600) 2860-3065 (3500) de la Sierra Madre del Sur y Eje Nevolcánico Transversal. Los representantes de esta especie solo se conocen para la República Mexicana y estatalmente se encuentran en Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Michoacan, Oaxaca, Puebla, Queretaro, Tlaxcala y Veracruz (Figura 7.5).

FENOLOGIA. FLOECE desde la segunda mitad de febrero y marzo y FRUCTIFICA a partir de la segunda quincena de septiembre y en mayor proporción en noviembre.

Quercus affinis y Q. laurina presentan cierto solapamiento en algunas características, lo que las hace difícil de delimitar en algunos casos. Sin embargo, de manera general, además de lo ya mencionado en Q. affinis, se puede apreciar que

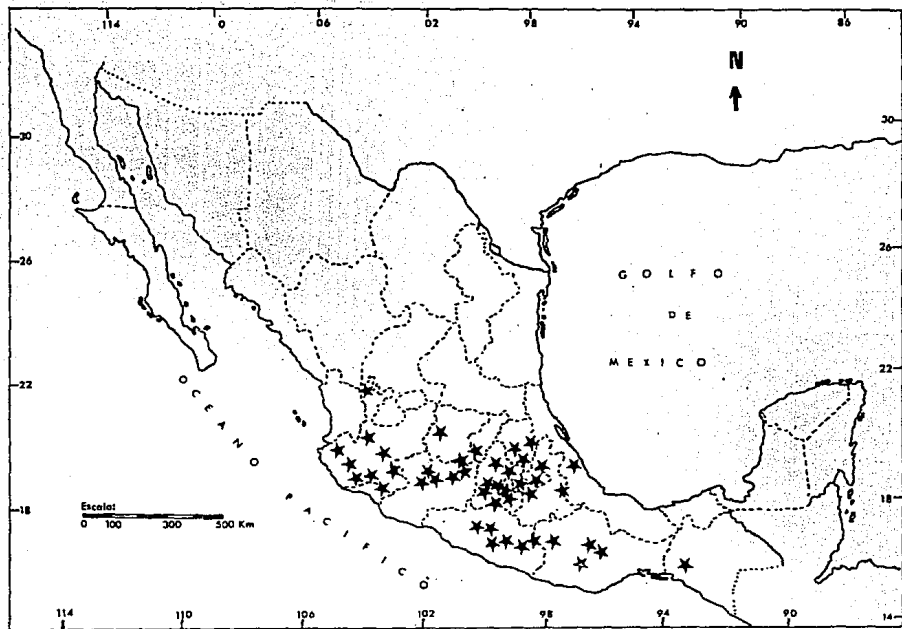


Figura 7.5. Distribución de *Quercus laurina* Humb. et Bonpl.



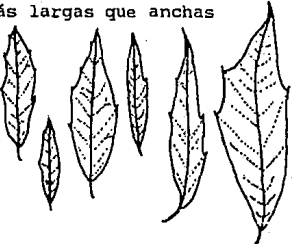
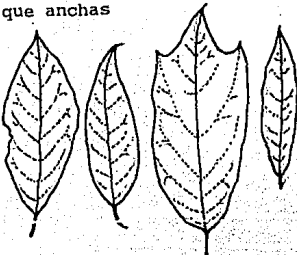

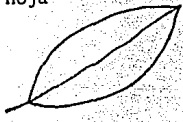
	<u>Q. affinis</u>	<u>Q. laurina</u>
ALTITUD m snm	(1200) 1600-2225 (2800) m, promedio 1990	(1600) 2440-3065 (3650) m, promedio 2710
RAMILLAS	de 1-2.5 (-2.8) mm de diámetro, laxamente pubescentes a casi glabras	de 0.9-2 (-3.7) mm de diámetro, pubescentes o glabrescentes
YEMAS	generalmente conoidales, ovoi- des, 2-4 (-5.5) mm de largo, (0.5-)1-1.5(-2) mm de diámetro 	en su mayoría ovoides o globosas, rara vez conoidales, de (1-)1-53(-4) mm de largo, 1-2(-2.5) mm de diámetro 
HOJAS MADURAS	angostamente lanceoladas, elípticas, estrechamente elíp- ticas o elíptico-lanceoladas, en su mayoría 3.12-3.56 veces más largas que anchas 	lanceoladas u ovado-lanceola- das, elípticas o elíptico-lan- ceoladas, en su mayoría 2.67-3-11 veces más largas que anchas 
GROSORVENA MEDIA	moderado con relación al ancho de la hoja 	delgado con relación al ancho de la hoja 

Figura 7.6. Cuadro comparativo que incluye las características más conspicuas que diferencian a Q. affinis de Q. laurina

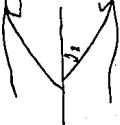




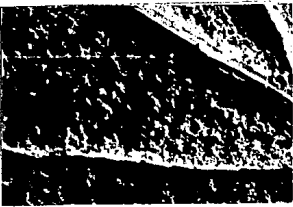

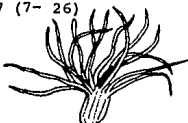
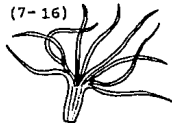
	<i>Q. affinis</i>	<i>Q. laurina</i>
CURSO DE VENAS ANGULO DE DIVERGENCIAS VENAS SECUNDARIAS	<p>agudo-estrecho a moderado</p> 	<p>agudo-amplio</p> 
	<p>recto u ocasionalmente curvo abrupto</p> 	<p>curvo uniforme</p> 
glandulas	<p>sin pelos glandulares vermiformes</p>	<p>ocasionalmente con pelos glandulares vermiformes</p> 
NERVADURAS ENVES	<p>nervaduras secundarias y terciarias planas e inconspicuas</p> 	<p>nervaduras secundarias y terciarias formando un reticulo más o menos conspicuo</p> 
TRICOMAS	<p>número de radios promedio por pelo fasciculado estipitado: 13.7 (7- 26)</p> 	<p>número de radios promedio por pelo fasciculado estipitado: 10.7 (7-16)</p> 

Figura 7.6. (Continuación)

los rangos en altura de individuos, tamaños de hojas, de flores y de frutos maduros, son mayores en Q. laurina que los que se presentan en Q. affinis, siendo, en general, mayores las tallas en todos los caracteres que puede alcanzar la primera especie.

Como ya se mencionó, el solapamiento frecuente de algunos de estos caracteres, pueden conducir a problemas y para tratar de minimizar éstos, se ofrece a continuación un cuadro comparativo ilustrado, que permite conocer con mayor detalle las características más útiles en la separación de estos dos taxa (figura 7.6)

EJEMPLARES REVISADOS. A continuación se enlistan los ejemplares revisados para Quercus laurina en los diferentes herbarios consultados; se indica al inicio de cada localidad (con número romano, en negritas y entre paréntesis) el número del tipo asignado en el capítulo cinco CARACTERÍSTICAS FOLIARES al ejemplar de herbario correspondiente.

MEXICO. Chiapas. Mpio: San Cristóbal Las Casas; (III) Rancho Nuevo, *A. Pineda R.*, 1466 (ENCB). Colima. Mpio. Desconocido; (II) NE slopes of the Nevado de Colima, below Canoas de Leoncito, *R. McVaugh 13462* (MEXU). Distrito Federal. Delegación: Alvaro Obregón; (II) Santa Rosa, *A. Ventura A. 2626* (ENCB); (III) Sector Limbo, *A. Ventura A. 2783* (ENCB, MEXU); (I) Desierto de los Leones, *C. Delgado M. s/n* (MEXU); (III) Desierto de los Leones, *H. Yoshida s/n* (ENCB); (IV) Desierto de los Leones, entre La Venta y el Convento, *J. Espinosa 596* (ENCB); (II) entre La Venta y el Convento, *L. Parry 2639, 2640, 2643* (ENCB); (I) Desierto de los Leones, *M. Martínez 2034*, (ENCB, MEXU). Delegación: Coyoacán; (II) Piedra Suelta Ajusco, *A. May Núñez AM-16* (ENCB, MEXU); (IV) Copilco, *J. Espinosa 477* (ENCB, MEXU); (II) Pedregal de San Angel, cerca del Xitle, *J. Rzedowski 488, 773* (ENCB); (I) cerca de la Vía del Pedregal de San Angel, *J. Rzedowski 862* (ENCB); (I) sobre la ladera S del Xitle, Pedregal de San Angel, *J. Rzedowski 1763, 2950* (ENCB); (I) alrededores de la estación La Cima, Serriana de El Ajusco, *J. Rzedowski 19920* (ENCB); (IV) al NO de el cerro de El Ajusco, *L. Aguilar 111* (ENCB); (III) al S de El Xitle, Pedregal de San Angel, *L. Parry 2304* (ENCB); (I) al S del Xitle, *M. A. Panit Madero s/n* (MEXU); (II) Pedregal de San Angel, *M. D. García C. 26* (MEXU); (IV) La Cima, cerranía del Ajusco, *O. Tapia V. 25* (ENCB). Delegación: Magdalena Contreras; (II) Rancho Pauchita, *A. Ventura A. 3213* (ENCB); (I) Cañada de Contreras, *A. Ventura A. 3447* (ENCB, MEXU); (III) Los Dinamos de Contreras, *A. Ventura A. 3552* (ENCB); (III) cañada above Contreras Station, *C. G. Pringle 10315* (MEXU); (II) Dinamos de Contreras, *E. Matuda 1881, 18682* (MEXU); (II, I) La Venta, Santa Rosa Contreras, *E. Matuda 21261, 21269* (ENCB, MEXU); (III) Magdalena Contreras, *H. Yoshida 205* (ENCB); (II) Magdalena Contreras, *J. Espinosa 6046* (ENCB); (IV) Cañada de Contreras, *J. Espinosa 704* (ENCB); (II) Cañada de Contreras, *J. Rzedowski s/n* (ENCB); (I) cañada de Contreras, *L. Parry 599* (MEXU); (II) Cañada de Contreras, primer Dínamo, *S. Valencia A. 3C, 4C, 74, 755* (FCME). Delegación: Milpa Alta; (II) Cerro de San Miguel, Santa Ana, *A. Ventura A. 813* (ENCB); (II) cerro de Ciluayo, *A. Ventura A. 919* (MEXU); (I) Cerro de Tepetlala, *A. Ventura A. 1112* (ENCB); (I) San Pablo, *A. Ventura A. 2239* (ENCB); (I) San Salvador, *A. Ventura A. 2472* (ENCB, MEXU). Delegación: Tlalpán; (II) salida a Cuernavaca, *COTECOCA 15031* (ENCB); (II) falda del Xitle, *M. R. A. Salinas, 42* (ENCB); (II) al SE del Volcán Xitle, *M. A. Panit Madero 304* (ENCB). Delegación: Xochimilco; (I) Cerro de Esquehuil, San Francisco Tlaxepanilla, *A. Ventura A. 1083* (ENCB); (I) cerro Espihuil, *A. Ventura A. 2799* (MEXU); (II) Santa Cecilia, *A. Ventura A.*, 2577 (ENCB); (II) Xochimilco, *A. Ventura A. 2799* (ENCB). Guanajuato. Mpio. Mesas de Jesús; (I) El Puerto Blanco, *E. López 7060* (MEXU). Mpio. desconocido; (II) 22 Km al O de Xichu, sobre la carr. a San Luis la Paz, *J. Rzedowski 41421*, (ENCB); (II) 53 Km al E de San Luis de La Paz, sobre la carr. a Xichu, *J. Rzedowski 41332* (ENCB); (I) Los Boncos, Sierra de Agustinos, *H. Diaz B y S. Martínez 3696* (ENCB); (I) Cerro Santa Catarina, Valle de México, *O. Sánchez Salmoro* (MEXU); (II, I) Mountains E-SE of San José Iturbide, and about 5 miles west of Cerro Zamorano; wooded canyons in oak forest near summit called Mesa del Gato, *R. McVaugh 10386, 10394* (MEXU); (III) ca. 3 Km east of Santa Rosa, *R. McVaugh 24230* (ENCB); (I) Agua Postera *V. Zúñiga C. s/n* (ENCB); 19 Km al S de el tallo, *H. Quero 2344* (ENCB). Guerrero. Mpio: Atlamajalcingo del Monte; (I, II) 1 Km al SO de La Venta, dev. de Las Peras, *S. Valencia A. 491, 494* (FCME). Mpio: Atzacan de Alvarez; (II) 7 Km al SE de El Jilguero camino Xochipala-Puerto del Gallo, *J. Carmen Soto N.*, et al. 5825 (ENCB). Mpio: Chilpancingo; (I) 3 Km al NO de Omiltemi, en Plan de Potrerillos, *E. Castello 438* (FCME); (I) a 4 Km al O de Omiltemi, *E. Martínez S. 542* (MEXU); (I) al O de Omiltemi, en dirección a Río de Agua Fría, *G. Lecano V. 827* (FCMB); (II) parque estatal Omiltemi, Agua de Tablas, *G. Salazar 960* (FCME); (II) 700 m al S de Omiltemi, por el camino a San Vicente, *J. L. Contreras 1694* (FCME); (I) 5 Km al E de Omiltemi, *J. Rzedowski 15990* (ENCB); (II) 5 Km al E de Omiltemi, *J. Rzedowski 16022* (ENCB); (I) Cerro Alquitrán, cerca de Misatlán, *J. Rzedowski 23650* (ENCB); (II) Agua de Chivo, 4 Km al NO de Omiltemi, *K. Drecksman 53* (FCME); (I) Trancas de San Vicente, *L. Vela 1818* (ENCB); (II) 4 km adelante de Omiltemi, por el camino abandonado que va de Omiltemi-Las Joyas, *M. E. Millán E. 507* (FCME). Mpio: Heliópolis Castillo; (I) aproximadamente 10 km adelante de Puerto Jilguero, Xochipala-Atzacan de Alvarez, *E. Veldquez 261* (FCME); (II) a 1 Km al SE del Jilguero camino Xochipala-Puerto del Gallo; (I) 7 Km sobre la carretera a Atzacan, *J. L. Contreras 867, 869* (FCMB); (I, II) 9 Km después de Yerba Santa carr. Filo de Caballo-Puerto del Gallo, *J. L. Contreras 1167, 1170* (FCMB); (I) 9 Km adelante de Yerba Santa por el camino que va de Carrizal a Puerto del Gallo, *J. L. Contreras 1285* (FCME); (III) Cerro Tlacoatepec, cerca de acerradero de Agua Fría, *J. Rzedowski 18122* (ENCB); (I) Filo del Zancudo, *M. Palacios R.* (MEXU). Mpio: Lenaxardo Bravo; (I) La Vuelta a 3 Km al E de la población de Filo de Caballo, *A. Hernández Reyna AH-2* (ENCB); (I) Puerto Chicó, *A. Hernández Reyna 174* (ENCB); (I) Puerto Pichones, *E. Hernández C. 29* (FCME); (I) 4 Km al E de El Carrizal de Bravo, camino de Filo de Caballo-Chichihualco, *F. Lorea 3123* (FCME); (II) aproximadamente 2 Km al SO de El Jilguero, camino a Puerto del Gallo, *F. Lorea 3150* (FCME); (I) Puerto Pichones 72 Km al E de Chilpancingo por la carr. Chichihualco-Filo de Caballo, *J. L. Contreras 266* (FCME); (I) asfadero Km 191 Atzacan-Xochipala,

Laboratorio Biogeografía 101 (FCME); (I) Puerto Pichones 1 Km antes de la deriv. a Atoyac, carr. Chilpancingo-Filo de Caballo, L.K.E. 78 (FCME); (II) Puerto Pichones, L. Soto 290 (FCME); (I) Las Pastillas, carr. Mezcala-Filo de Caballo adelante de Filo de Caballo, L. Soto 448 (FCME); (II) Puerto Pichones, carretera Filo de Caballo antes de Las Pastillas, L. Soto 452 (FCME); (I) 1 Km antes de Carrizal, después de Filodo Caballo, desviación Mezcala-Chilpancingo, L. Soto 498 (FCME); (I) 3.5 Km al SE de la deriv. a Atoyac, sobre la carr. Filo de Caballo-Chilchihualco, M. Antonio Montes s/n (FCME); (I) 7 Km adelante de Yerba Santa, rumbo a Puerto del Gallo, R. M. Fonseca 641 (FCME); (II) Puerto Pichones, carretera Mezcala-Filo de Caballo, entre Filo de Caballo y Las Pastillas, R. M. Fonseca s.n. (FCME); (III) 1 Km adelante de La Vuella, rumbo a Puerto del Gallo, R. M. Fonseca 648 (FCME); (II) 4 km al O de La Vuella, R. M. Fonseca 656 (FCME); (II) aproximadamente 2 Km adelante de La Vuella, rumbo a Puerto del Gallo, R. M. Fonseca 998 (FCME); (I) 1 km al S de Tres Caminos, S. Valencia A. 762, 763 (FCME); Mpio. Malinaltepec; (I) al NE de Malinaltepec, Cerro de La Laceria, S. Valencia A. 475, 482 (FCME); Mpio. Pedro Ascencio; (II) aproximadamente 6 km de Puerto Oscuro por la carretera de regreso a Taxco, S. Valencia A. 27 (FCME); (I), I, II, Puerto Oscuro, S. Valencia A. 97, 98, 99 (FCME); Mpio. Taxco de Alarcón; (II, II) aproximadamente 15 km al NE de Taxco, camino a Puerto Oscuro, F. Lorea 3363, 3368 (FCME); (II) 500 m al SE de la entrada al Parque Cerro del Huizteco, S. Torres y E. Castelo 2021 (FCME); (III) Parque Cerro del Huizteco, S. Valencia A. 2 (FCME); Mpio. Tototapan; (I) La Gallina, L. Vela 1857 (ENCB, INIF); (I) El Baul, L. Vela 1869 (ENCB); (I) Toro Muerto, L. Vela 1877 (ENCB, INIF); (I) Piedra Arriba, L. Vela y 1919 (ENCB). Hidalgo. Mpio. El Chico; (II) Parque Nacional El Chico, E. Ortega s/n (ENCB); (I) Presa de Jaramillo, Parque Nacional El Chico, F. García D. 80 (ENCB, MEXU); (I) El Chico, F. Miranda 404 (MEXU); (II) cerca de Las Ventanas, I. García G. 274 (ENCB); (I) al SO de El Cerro de las Ventanas, Parque Nacional El Chico, J. Magaña 1183 (ENCB); (III) Cerro Partido, Parque Nacional El Chico, J. Roca 2204 (MEXU); (I) Cerro de Las Ventanas, 7 Km al N de Pachuca, J. Rzedowski 31567 (ENCB); (II) Parque Natural El Parque, M. Chazaro B y P. Pallua 2005 (MEXU); (I) El Chien, al N de Pachuca, M. Martínez 552 (ENCB, MEXU); (II, III) 2 Km de la desviación a El Chico, M. Martínez 2112, 2117 (ENCB, MEXU); (II) Cañada El Salto, 5 Km al N de Pachuca, M. Medina 303 (ENCB); (II) Presa Jaramillo, 1.5 Km al N de Pachuca, M. Medina 1066 (ENCB); (I) 1 Km al OSO de Las Ventanas, M. Medina 1436 (ENCB); (I) Llanos Grandes, 2 Km al SE de Las Ventanas, M. Medina 1742 (ENCB, MEXU); (I) Cerro de Las Ventanas, 6 Km al N de Pachuca, M. Rodríguez s/n (ENCB); (III) 5 Km al O de Real del Monte, sobre la carr. a El Chico, R. Palacios s/n (ENCB); (III) 5 Km al NNE de Pachuca, R. Sánchez O. 212 (ENCB); Mpio. Epazoyucan; (I, II) 4.5 Km al E de Real del Monte, L. González Quintero 1945, 1950 (MEXU); (II) 1.5 Km al NE de Nopallito, M. Medina C. 1924 (ENCB, MEXU); Mpio. Molango; (II) Molango, M. Martínez 156 (MEXU); Mpio. Pachuca; (III) sobre Cerro Hitoche y Real del Monte, C. H. Muller 9131 (ENCB); (II, II, I) Hitoche, M. Martínez 2040, 2041 2600 (MEXU); Mpio. Real del Monte; (II) hills 3-4 Km SO de Real del Monte toward Pachuca, C. H. Muller 9125 (ENCB); (II) Real del Monte E. Matuda 2635 (MEXU); (I) Cerca de Tezuantla, J. Espinosa 416 (MEXU); (II) 4 Km al SE de Real del Monte, J. Rzedowski 17169 (ENCB); (II) 2 Km al NO de Real del Monte, J. Rzedowski 28644 (ENCB); (III) 4.5 Km al E de Real del Monte, L. González O. 1959 (MEXU); (III) entre San Pedro y Acazochitlan, L. Vela 415 (ENCB); (I) 4 Km al SSO de Real del Monte, M. Medina 1080 (ENCB, MEXU); (I, II) La Cruz Gorda, cerca de Tezuantla, M. Medina 1904, 1905 (ENCB, MEXU); (I) 2 Km al OSO de Real del Monte, M. Medina 2042 (ENCB); (I) Cerro Coronillas (19 44' N, 98 22' O) de hacienda Huebuecho, 10 Km ENE de Apan, E y N, 98 32' O) 10 Km NE de Apan, R. C. West G. 40 (ENCB); Mpio. Tepeapulco; (III) Cerro de Santa Ana, A. Ventura A. 321 (ENCB, MEXU); (I) Cerro de Xibutingo, A. Ventura A. 655, 1052 (ENCB, MEXU); (II, I) Cerro Xibutingo, A. Ventura A. 1050, 1052 (ENCB, MEXU); Mpio. Zacualtipán; (II) 9 Km S of Zacualtipán, C. H. Muller 9334C (MEXU); Mpio. desconocido; (I) entre Velázquez y hacienda del Carmen, H. Sánchez Mejorado y C. Chávez 2094 (ENCB); (I, II) San Miguel Regla, F. Miranda 884, 885 (ENCB); (III) Zumaté, arriba de Omiltilán, F. Miranda 887 (MEXU); Jalisco. Mpio. Ciudad Guzmán-Venustiano Carranza; (I) Microdonas Viboras, aproximadamente 8 Km al S de El Floripondio, L. M. González Villarreal 3726 (ENCB); Mpio. Cuauhtlilán; (I) 15 Km al S de Rincon de Manantlán al S de El Chaule, L. M. González Villarreal s/n (ENCB); Mpio. Cuauhtlilán; (III) Cerro Viejo, Cuauhtlilán; (I) C. Díaz Luna 1879 (ENCB); Mpio. Talpa; (II) Mesa de los Gallos, R. González T. 846 (ENCB); Mpio. Tonalitlán; (I) en la barranca de Pueto de La Resbalosa, A. Mancera 362 (ENCB); (II) Sierra de Manantlán, 3 miles W of El Guisar, F. Bouin y F. Brandt 2540 (ENCB, MEXU); (I) 15 Km al E de San Martín de Mazatlán, L. E. Vilalobos López s/n (ENCB); (I) in mountains east of Manantlán about 15 miles S-SE of Autlán by way of Chantre, R. L. y C. R. Wilbur 1698 (MEXU); (II) about 15 mi SE of Autlán; near summits of mountains below El Cuartón, along trail from Chantre, R. McVaugh 10293 (MEXU); (I) Sierra de Manantlán 15-20 miles SE of Autlán, near aserradero El Canton, R. McVaugh 13383 (MEXU); (II) Sierra de Manantlán 25/30 Km SE de Autlán, cerca de La Cumbre lat 19 35' N y long 104 15' O, R. McVaugh 23147 (ENCB, MEXU); Mpio. Tonalitlán; (I) en la barranca del Puerto de la Resbalosa, A. Mincera O. MO-362 (MEXU); Mpio. Tequila; (II, I) Cerro de Tequila, al E de Tequila, C. L. Díaz Luna 635, 5380 (ENCB); (I) Cerro de Tequila, C. L. Díaz Luna 3472 (MEXU); (I, I) 14-18 km southwest of Tequila on Volcán de Tequila, D. E. Bredalove 39245, 39253 (MEXU); (I, I) Cerro de Tequila 20 47' N, 103 50' W a rigged volcanic cone 13 Km due S of Tequila, H. Iltis et al. 1005, 1033 (ENCB, MEXU); (III, II) Volcán Tequila, L. M. González Villarreal 574, 5057 (ENCB); (I, I) Cerro de Tequila, L. M. Villarreal de Puga 6486 s/n (ENCB); (II) tellita del Cerro de Tequila, R. García Mejía 726 (ENCB); (III) Upper slopes of Cerro Tequila, about 10 Km south of Tequila, R. McVaugh 23913 (ENCB); (I) Cerro de Tequila, S. Carvajal Hernández 397 (ENCB); (II) Cerro de Tequila, S. Carvajal Hernández 554 (ENCB); Mpio. Toluquín; (I) Nevado de Colima, C. L. Díaz Luna 3891 (ENCB); (I) Nevado de Colima, abajo de la Joya, F. Bowin 2369 (ENCB); (I) camino de Atequique al Nevado de Colima, J. Rzedowski 19399 (ENCB); (II) Nevado de Colima, L. M. González Villarreal 1938 (ENCB); Mpio. Tuxpan; (II) al SE de La Rodadura, L. M. González Villarreal 1733 (ENCB); (II) Northern slopes of Nevado de Colima, above theesawmill cañol Piedra Ancha and just east of the first great cañon west of the sawmill site, R. McVaugh 11627 (MEXU); (II) SE slopes of Nevado de Colima, along a lumber road which ascends from a point about 11 miles from Atequique on the Tonita road, R. McVaugh 11742 (MEXU); (II, I) NE slopes of the Nevado de Colima, below Canoas de Loonco, J. Rzedowski y R. McVaugh 458 (ENCB); (III) Puerto de Palos Verdes, 13.5 Km del Rancho La Joya, Volcán Nevado, S. Carvajal Hernández 346 (ENCB, MEXU); Mpio. desconocido; (I) 1 km al N de La Mesa de Los Caballos, Sierra de Lalo, A. García Mendoza 3782 (MEXU); México. Mpio. Amatepec; (III) Barranca cerca de San Antonio, H. Ern 159 (ENCB); (II) 1 Km al E de San Antonio, J. Rzedowski 26432 (ENCB); (I) 1 Km al E de San Antonio, base del Inacahuatl, M. S. Xelhuatlán L. 5081 (ENCB); (I) Nevacuaco entre Negros, media faja del Volcán Itzacuatlán, s. collector, s. n. (MEXU); Mpio. Atlautla; (I) Tecomanzaco, camino Atlautla al paraje de Santa Teresa, Marco A. Hernández MaPO-40 (MEXU); Mpio. Calpulhuac; (I) Cerro Xiloiá, 1 Km al O de San Miguel Almaya, A. Rodríguez A y A. C. M. s/n (ENCB, MEXU); Mpio. Colón; (I) Parte más alta del Cerro Zamorano, J. Rzedowski y R. McVaugh 458 (ENCB); Mpio. Chalko; (I) cerca de la Col. Agrícola Manuel Avila Camacho, M. Cabrera s/n (ENCB); Mpio. Chilpancingo; (I, II) 5 Km al E de Coatepec, Enlillo Román 311, 313 (ENCB, MEXU); (I) San Francisco Coatepec, G. Ortega 42 (ENCB); Mpio. Ixtapalapa; (II) Km 47 carr. México-Puebla, E. Matuda 18612 (MEXU); (I) estación experimental de enseñanza e investigación de Zoquiapan, 8 Km de Río Frío, 1-2 Km del entronque del camino 4 y 3, J. L. Magaña M. 1160 (ENCB, MEXU); (I) 6 Km al SO de Río Frío, por el camino viejo 19° 20' N y 98° 40' O, R. Roe, et al. 1440 (ENCB); (II) 3 Km de Río Frío, L. M. García Romero 98 (ENCB); (I) Río Frío, M. Martínez 46 (ENCB); (IV) 7 mi al oeste de Río Frío por el camino 190, P. Cásé et al. 230 (ENCB); (I) 1 Km al NE de Llano Grande, Rivas y Campos 12 (ENCB, MEXU); (III) 1 Km al NE de Llano Grande, Rivas y Campos 13 (ENCB); (II) carretera México-Puebla, Río Frío, R. R. Alcázar 31 (ENCB); (I) entre Tenancingo

y Río Frío, s. collector s. n. (MEXU). Mpio. Ixtlahuaca; (I) 7 Km al S de la Guadalupe *M. Reyes Nivó 4* (MEXU). Mpio. Jilotepec; (II) 1 Canaleja, Jilotepec, *E. Manuda et al. 3095J* (ENCB, MEXU). Mpio. Jilotepec; (I) 3 Km de San Luis Ayucan, *R. Fernández M. 36* (ENCB). Mpio. Lerma; (III) cerca de Salazar, *F. A. Villanueva s/n* (ENCB). Mpio. Naulpalcan de Juárez; (II) El Guarda, carr. México-Toluca, *A. L. Herrera 191* (ENCB); (I) Cerro de Tlaloc, *A. Rodríguez A. s/n* (ENCB); (II) 4 Km al N de La Puerta, 2.5 Km al S de Palo Mancomuldo, entre Valle de Bravo y Toluca, *C. H. Muller 9075* (ENCB); (II) carr. México-Toluca (Villa Alpiña), *E. Corona M. s/n* (ENCB); (III) 1, II) San Luis Ayucan, *E. Manuda et al. 28164, 28166, 28167* (ENCB, MEXU); (III) Acaczingo, cerca de Orizaba, *E. Manuda 28969* (MEXU); (I) Cerro de la Bufa, Villa del Carbón, *E. Manuda et al. 29740* (ENCB, MEXU); (I) 5 Km al N de Coatepec, *E. Roman 315* (ENCB); (I) camino a Orizaba a Acaczingo Km 5, *M. A. Hernández POPO-51* (ENCB); (III) 15 Km al N de Coatepec Harinas, sobre el camino a Las Lágrimas, *M. A. Hernández s/n* (ENCB); (III) Villa del Carbón, *Matrimonio Martínez 708* (MEXU); (I) 3 Km al NE de Otatitlán, sobre la carr. a Toluca, *J. Rzedowski 20855* (ENCB); (I) Puerto El Guarda, 6 Km al O de San Francisco Chimalapa, *S. Pérez 102* (ENCB). Mpio. Sultepec; (III) La Cieneguilla, *A. Rodríguez A. y A. C. M. 163* (ENCB); (I) Real de Abajo, *E. Manuda et al. 29162* (ENCB). Mpio. Temascalapa; (II) Cerro Gordo al N de Teotihuacán, *J. Espinosa 635 a* (ENCB, MEXU); (III) cumbre del Cerro Gordo, cerca de San Martín de las Niemiadas, *J. Rzedowski 18810* (ENCB); (II) Cerro Gordo, Temascalapa, *M. Castilla y P. Tejero 603* (ENCB); (II) Cerro Gordo, *M. Castilla y P. Tejero 1143* (ENCB). Mpio. Temascaltepec; (II) comunal de Tequisquiapan, *C. H. Ramos s/n* (ENCB, MEXU); (I) Meson Viejo, Temascaltepec, *G. B. Hinton 3263* (MEXU); (III) camino de Temascaltepec, *J. Huerta et al. 10* (ENCB); (III) comunal de Tequisquiapan, *J. Huerta, C. H. Ramos et al. 111* (ENCB). Mpio. Tezcuco; (I) 8 Km al SE de Tequisquiapan, sobre la brecha a la cima del cerro Tlaloc, 13 Km al SE de Tezcuco, *Ch. M. Perino 3137* (ENCB); (I) Cerro de Chapingo, Tequisquiapan, *E. Manula 29575* (MEXU); (III) Santa Catarina, *E. Vennus 1.388* (ENCB); (II) Santa Catarina del Monte, *E. Ventura V. 1123* (ENCB); (I) Santa María Tecumules, *E. Ventura V. 2103* (ENCB); (II) Cerro Totzabuil, *J. Chávez 2119* (MEXU); (I) 2 Km al SE de San Pablo Ixaoy, *J. Rzedowski 24162* (ENCB); (II) Cañada al SE de San Pablo Ixaoy, *J. Rzedowski 32741* (MEXU). Mpio. Tlaximilco; (I) Cerro Viejo, zona cercana a la cresta, *J. Rzedowski 27562* (ENCB). Mpio. Tlaximilco; (I) 2 Km al NE de Tlaximilco, *A. Pineda R. 695* (ENCB); (II) 3 Km al SO de San Rafael, *E. Román 73* (ENCB); (III) al NE de Tlaximilco, *F. Medellín 227* (ENCB); (III) 3 Km al SO de San Rafael, *L. S. Rodríguez J. 1041* (ENCB); (II) 3 Km al E de San Rafael, *J. Rzedowski 19341* (ENCB); (III) vertiente norte de Tlaximilco, 6 Km al E de San Rafael, *J. Rzedowski 19433* (ENCB); (II) San Rafael, *E. Manuda et al. 28269* (ENCB, MEXU); (III) Zavalca, *M. Avila s/n* (ENCB); (II) 3 Km al S de San Rafael, *V. Ramírez 406* (ENCB); (I) La Cuesta, San Rafael, *X. Madrigal 1635* (ENCB, MEXU). Mpio. Valle de Bravo; (III) Comuna on E flanco de Cerro Gordo, ca. 16 Km S of Valle de Bravo C. H. Muller 9109 (MEXU). Mpio. Villa Guerrero; (III) Cañón 2 Km de Villa Guerrero, *s. collector, s/n* (ENCB). Mpio. Villa Nicolás Romero; (I) 3 Km al NO de Cabuacán, *J. Rzedowski 32625* (ENCB, MEXU). Mpio. Zaouillas; (II) Cerro La Corona, *E. Manuda et al. 30324* (ENCB, MEXU); (I) Zacapulca, *s. collector s. n.* (MEXU). Mpio. desconocido; (III) San Juan Atzingo, *A. Rodríguez 107* (ENCB, MEXU); (I) 4 Km al SO de Amanalco de Becerra, *A. Pineda 1212* (ENCB, MEXU); Laguna Seca, cerca de Putla, relieve E del Nevado de Toluca, *J. Boyas D. 5-41-IV-a* (ENCB). Michoacán. Mpio. Angangucio; (III) 8 Km al NE de Angangucio, camino a Villa Victoria, *J. C. Soto Núñez* (MEXU); (III) a 4 Km al SO del Llano de Las Papas *J. C. Soto N. 6162* (MEXU). Mpio. Cuicatlan; (III) El Varaloso, *A. Alvarez A. 389* (ENCB); (III) Sierra de Torrecillas, *Hinton et al. 13703* (MEXU); (I) cerca del Rancho de La Soledad, *M. L. Aguilar 118* (ENCB); (I) Predio Alboradol, *M. L. Aguilar 128* (ENCB). Mpio. Charo; (II) Cerro La Espadilla, cerca de Las Mesas, *J. Santos Martínez 2123* (ENCB, MEXU). Mpio. Charo; (II) ladera NE del cerro San Marcos, *S. Zamulín 5467* (MEXU). Mpio. Ciudad Hidalgo; (I) 2 km below Pico Gordo, 6 km above Mil Cumbres toward Morelia, *C. H. Muller 9235* (MEXU); (II) Road Morelia, Ciudad Hidalgo por mil Cumbres, entre el Salto y San José Garnica, *D. D. Sogario y C. Compadre s. n.* (MEXU); (I) Cerro de Garnica, 51 Km al NO de Ciudad Hidalgo, *J. C. Soto Núñez, E. Martínez y Guillermina Selva 5470* (MEXU); (III) Ejido de Jaripon, *R. Barrena s/n* (MEXU); (III) Wooded slopes 8-10 miles northwest and west-northwest of Ciudad Hidalgo, among mountains west of Cerro San Andrés, 6-7 miles north of village San Pedro Aguayo, *R. McVaugh 8997* (MEXU); (II) Cerro de Garnica, *Unidad Forestal San José 2469* (MEXU); (II, III, II) Ajolotes, *Unidad Forestal San José 3, 2482, 2483* (MEXU); (II) El Chilón, *Unidad Forestal San José 2497A* (MEXU). Mpio. Erongaricuaro; (I) Cerro el Huacipán, *J. Caballero y C. Mapez 425* (MEXU). Mpio. Paracho; (I) cerro Las Hatasas al N de San Francisco Pichitaro, *J. Caballero y C. Mapez 977* (MEXU); (I) Chocacuaro, Quinceo, *X. Madrigal 3085* (ENCB, MEXU); (I) Tianguabato, Quinceo, *X. Madrigal 3088* (MEXU); Cerro El Aguila, 7 km al poniente de Quinceo, *X. Ramos 53* (MEXU). Mpio. Pátzcuaro; (II) Parte alta del Cerro del Burro, cerca de Cuauajón, *H. Díaz Barriga 1040* (MEXU); (II) Pátzcuaro, *H. Díaz Barriga 1640* (ENCB); (I) Cerro de Pátzcuaro, *Pringle C. G. s. n.* (MEXU). Mpio. Queréndaro; (II) cerca del Rancho Las Milpillitas, *J. Santos Martínez 1342* (ENCB). Mpio. Quiroga; (II) Cerro Tzirate, *C. López C. 724* (ENCB); (II) ladera S del Cerro Tzirate, *H. Díaz Barriga 2245* (ENCB). Mpio. Senguio; (I) ridge above Senguio, *Bell Calvert s/n* (MEXU); (I) Cerro Rosa Azul, al E de Chincusa, *J. Santos Martínez 1962* (ENCB). Mpio. Tacámbaro; (II) Loma Ceñida, *X. Madrigal S. 3465* (MEXU). Mpio. Tangancuaro; (III) estribaciones noroccidentales Cerro Patambau, *J. Rzedowski y R. McVaugh 664* (ENCB). Mpio. Uruapan; (II) ca. 5 km E de Angahuan, N of Paricutin, *C. H. Muller 9249* (MEXU); (II) 10 km de la desviación a Angahuan-Paricutin, *F. González M. 17057* (MEXU). Mpio. Villa Madero; (II) 10 km al SE de Villa Madero rumbo a Nocupétzaro, *J. C. Soto Núñez 4747* (MEXU); (II) Cerro de Agua Fria, *s. collector s/n* (ENCB). Mpio. Zináncuaro; (III) Las Perras, 38 Km al E de Morelia (ca. 33 Km air dist.), Km 272 on highway 15 (Ciudad Hidalgo to Morelia), *D. Ugent and R. Flores C. 2010* (ENCB); (II) Mirador de Atzimta, cerca de San José de La Cumbre; 50 km al E de Morelia, *J. Rzedowski 23705* (ENCB, MEXU); (I) Cerro La Laguna, al S de Jeruabuen, *J. Santos Martínez 1355* (ENCB); (II) arroyo El Chino, 2 km al N de Laguna Larga *M. J. Ibarra T. 771* (MEXU); (II) *Oscepe, M. Martínez 476* (ENCB); (II) steep limestone, slopes near summit 8-12 Km SO of Aserradero Dos Aguas and O of Aguililla, *R. McVaugh 22816* (ENCB, MEXU). Mpio. Zináncuaro; (III) Los ahorcados, *Hinton, et al. 13028* (MEXU). Mpio. desconocido; (I) El Puerto Blanco, Mesas del Gato, *E. Ventura y E. López 7800* (MEXU); (II, I) Mountains E-SE of San José Inúrbide, and about 5 miles west of Cerro Zanorano, *R. McVaugh 10386, 10394* (MEXU). Morelos. Mpio. Cuernavaca; (II) desviación a Cuajumulco, Km 57 de la carr. Federal a Cuernavaca, *D. Ortiz C. 9* (MEXU); (III) km 64 carr. Federal México Cuernavaca, *J. M. P. 6* (MEXU); (I) Trea Marías Frías, *L. Vela G. s/n* (ENCB); (I) al Sur de Cuajumulco, autopista México-Cuernavaca, *R. Palacios s/n* (ENCB); (I) al S de Trea Cumbres, autopista México-Cuernavaca, Km 46, *R. Palacios s/n* (ENCB). Mpio. Huixtla; (III, II) Laguna de Zempoala, above, 13 km SO of Trea Cumbres, *C. H. Muller 9206, 9207* (MEXU); (I, III) 3 km O of Huixtla 7 Km E de Laguna de Zempoala, *C. H. Muller 9208, 9209* (MEXU); (II) 9.25 km O of Trea Cumbres (México 95) on the road to Laguna de Zempoala, *D. A. et I. M. Strengbacher 109* (MEXU); (II) Laguna de Zempoala, *L. Ancona s/n* (MEXU). Mpio. Tepoztlán; (II) Sierra de Tepoztlán, cerca de la estación del Parque, *J. Rzedowski 19781* (ENCB). Oaxaca. Mpio. Atlixco; (III) Distrito de Ixtlán, Llano de las Flores, *J. Martín 379* (MEXU). Mpio. Comaltepec; (III) Distrito de Ixtlán, al S de Comaltepec, *L. López López 389* (MEXU). Mpio. Huayapán; (III) Distrito Centro, S slope of Sierra de San Felipe on trail from Estación Microondas Corral de Piedras, *Roy E. Gerau y A. Sáynez V. 2130* (MEXU). Mpio. Ixtexqui; (III) Distrito de Ixtlán, 1.8 mi E de Ruta Nacional 175 a La Cumbre ind trail to Yurilú 17 10 N y 96 35 O, *R. E. Rerera y G. J. Martín 1929* (ENCB). Mpio. Ixtlán; (II, I) entre llano de las Flores y cerro Machín, Distrito de Ixtlán, *J. Rzedowski 12415, 12425* (ENCB); (II) laderas vecinas al Cerro Pelón, 9 Km al N de Campamento Machín, Distrito de Ixtlán, *J. Rzedowski 30574* (ENCB); (I) cerca del cerro Pelón, *J. Rzedowski 32993* (ENCB); (II) Km 73 N de Oaxaca, on road to Tuxtutepec, 15 Km N of Ixtlán,

K. Roe 1933 (ENCB). Mpio. Juquila; (III) Puente Cillo de Lachan, J. Rzedowski 19616 (MEXU). Mpio. Oaxaca; (II) cerro do San Felipe del Agua, A. Snyes 236 (MEXU), Ch. L. Smith 778 (MEXU); (III, I) Rancho Grande Cuauimulco, F. Afrand 1075, 1092 (MEXU). Mpio. Putla; (II) Distrito de Putla, 0.5 Km al NO de San Andrés Chichahuatlán, Región Sierra Sur, G. I. Manzanares 1069 (ENCB); (II, II) 0.5 Km al NO de San Andrés Chichahuatlán, G. I. Manzanares 1069, 1070 (ENCB, MEXU). Mpio. San Jerónimo Coatlán; (II) Esuelas de San Antonio 22.5 Km al SO de San Jerónimo Coatlán, brecha a Piedra Larga, Alvaro Campos 3314 (MEXU); (II) Distrito do Miahuatlán, 10 Km al SO de San Jerónimo Coatlán, brecha a Piedra Larga, Alvaro Campos 4600 (MEXU); Distrito de Miahuatlán, 23 Km al SO de San Juan Coatlán, brecha a Cruz de Honduras, Alvaro Campos 4620 (MEXU). Mpio. San Miguel Peras; (I) 9 Km NO de la desv. de Zaachilán a Peras, Región a Valles Centrales, R. López y P. Sánchez 284 (MEXU). Mpio. San Pablo Ayutla; (I) Cerro al Sur de Ayutla, A. Flores M. 1042 (ENCB, MEXU); Distrito de Mixe, first summit of mountain above (SE of) Autlán, Roy E. Gereau 2042 (MEXU). Mpio. Santiago Nundichí; (II) Allende, Región Mixteca, A. Flores M. 606 (ENCB, MEXU). Mpio. Santiago Tzotzotepéc; (III) Distrito de Etla, región de Valles Centrales, C. Robles P. 10 (MEXU); (II) Santiago Tzotzotepéc, Valles Centrales Distrito de Etla, *collector and número* (ENCB). Mpio. Tepelme; (II) Cerro Barruso, Talancingo, Distrito de Coixtlahuaca, M. Cabrera *s/n* (ENCB); (II) Laguna Prieta de Cerro Negro, Distrito de Coixtlahuaca, R. Cruz Cimeras 2334 (ENCB). Mpio. Totontepec; (II) Distrito de Mixe, rumbo a Villa Alta, 16 Km al O de Totontepec, Elías Ramírez G. 543 (MEXU). Mpio. desconocido; Distrito de Mixe; (II) First summit of mountain above (SE of) Ayutla, in and near dense secondary thicket 19 01 N 9604 O, R. E. Gereau 2942 (ENCB). Distrito de Tepecolocola, (II) San José de Gracia, S. Martínez R. 18 (ENCB). Distrito de Zimatlán; (II, II) 17 Km al NE de El Tlacuache, región de Valles centrales, R. López G. 936, 939 (ENCB, MEXU); (II) a 12 Km de Carrizal, Yolox, A. May Nah 802 (ENCB); (II) El Carrizal, Yolox, A. May Nah 825 (ENCB), Puebla. Mpio. Huasochinango; (I) 1 Km al E de Venta Grande, M. Martínez T. 5 (ENCB). Mpio. Ixtacamitlán; (I) 0.5 Km al NO de La Caldera, J. L. Magaña 1045 (ENCB); (I) Posa Puera, Estacamitlán, R. Ramírez 2283 (ENCB, MEXU). Mpio. Tlahuapán; (II) Río Frío, M. Martínez 46 (MEXU); (II) carr. libre México-Puebla, Km 65.5 ca. 4 Km de Río Frío, R. Weber 769 (ENCB). Mpio. desconocido; (II) entre Totzuitlán y Atempán, H. Em 433 (ENCB). (I) cañada El Llano, hacienda de Almusy, Aquixtla, R. González 2285 (ENCB); (II) 5 Km al N de San Miguel Canoa, L. Vázquez y P. Tenorio 154 (MEXU); (II) Cerro Pinal (E de Malinche), F. Afrand 5201, 5204 (MEXU); (II) Ido N de Pinal, Leghig Wolfgang B. 2144 (MEXU); (II) Monte Santa Catalina, Cuilotepec, Tochimilco, Fernando Padín 2185 (MEXU); (III) Cuatlilpan, Villa Guerrero, Guardia Forestal número (MEXU); (I) Cañada El Llanito, Ex-hacienda de Almohata, Aquixtla, Rosalva Gozález 2285 (MEXU). Querétaro. Mpio. desconocido; (III) Puerto de los Velázquez, Pinal de Amoles, L. Vela G. y J. L. Martínez 1641 (ENCB, MEXU); (II, II, I) camino a Chajete de la Cruz, desde Amecolco, Elizabeth Arguilles 1215, 1217, 3330 (MEXU); (III) cerro El Espolón, Sierra de Serratos, 60 Km al E de Cadereita L. Paray 2362 (MEXU), San Luis Potosí. Mpio. desconocido; (II) Ciudad del Maíz, Gerardo Aguilar 2374 (MEXU). Tlaxcala. Mpio. Nancamilpa; (I) Cerro Huilo, Nancamilpa, X. Madrigal 1269 (ENCB, MEXU). Mpio. San Salvador Tzompantepec; (II) San Juan Quetzalroapan, Heike Vibration 1152 (MEXU). Mpio. Tlaxco; (I) ex-hacienda el Rosario, camino a la Peña del Rosario, Tlaxco, V. Aguilar Barra 8-C-23 (ENCB). Mpio. Torrenate; (II) 4 Km al S de Villarreal, F. Hernández H. *s/n* (ENCB); (I) 1.5 Km al NO de la Col. Villarreal, cam. Villarreal-Torrenate, F. Rubio Ch. y F. Barra I. 7 (ENCB). Veracruz. Mpio. Acuitzingo; (III) Puerto del Aire, L. Vela G. 1328 (ENCB); (I) Acuitzingo, along hwy Mex. 30, 0.5 km from cañada Puebla, border and 0.8 km SSO of Puerto del Aire, M. Nee 33112 (MEXU); (I) Cumbres de Acuitzingo, X. Hernández M. 3 (MEXU); (I, I, I, I) Cumbres de Acuitzingo, Puerto del Aire, S. Valencia A. 497, 498, 499, 800 (FCMB). Mpio. Huayucocotla; (I) El Carbonero, E. Tierra 1316 (ENCB); (I) Ranchería Jarillas, J. Gimete L. 1007 (ENCB). Mpio. Jilotepec; (III) El Equilón, R. Oria O. 512 (MEXU). Mpio. Perote; (I) Cofre de Perote, Barranca del Caracol cerca de Teubladeras, F. Torres A. y F. V. M. *s/n* (ENCB). Mpio. (I) Rafael Lucio; Volcancillo, J. Dorantes 342 (ENCB); (I) Volcancillo, J. Dorantes L. 359 (ENCB). Mpio. Temascaltepec; (II) Temascaltepec, J. Heca C. y H. Ramos T-8 (ENCB). Mpio. Las Vigas; (I) 100 m antes de Aguatulca, P. Zamora C. 1063 (MEXU). Mpio. Zacuapán; (IV) Zacuapán, L. Vela G. 612 (ENCB). Mpio. Desconocido; (I, II) Malpaís de La Joya, L. Vela G. 107, 1252 (ENCB). Zacatecas. Mpio. Desconocido; (I) Villa Carlón, C. H. Muller 692 (MEXU).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El hecho de que el material original y tipo de *Quercus affinis* y *Q. laurina* se hayan colectado precisamente en una zona donde se encuentra una alta variación morfológica de las especies y donde aparentemente existe hibridación, conduce a pensar que aquí se encuentra el origen del problema de la delimitación entre estas dos especies, pues aunque existen individuos con caracteres particulares que inconfundiblemente los incluyen en alguna de las dos especies, también hay otros que es difícil de ubicar en alguno de los dos taxa. Quizá esto se deba a que los tipos no son muy claros y a que las especies son simpátricas y posiblemente con hibridación en las localidades de donde provienen los tipos (Figura 7.2).

El gran número de sinónimos para estas dos especies y sobre todo para *Quercus laurina* demuestra la alta variación morfológica que presentan estos taxa (posiblemente basada en el alto grado de hibridación e introgresión) y que les permite (potencial y realmente) explotar varios hábitats como son cañadas, laderas y cimbras en el caso de *Q. laurina* y encontrarse formando parte de diferentes tipos de vegetación como son el bosque mesófilo de montaña, el bosque de coníferas y *Quercus* y el bosque de *Quercus*.

Asimismo, es necesario notar que existen zonas donde los individuos de las dos especies se distinguen perfectamente (por ejemplo, Sierra Madre Oriental en su porción de Nuevo León para Quercus affinis y Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero para Q. laurina). Mientras que otras regiones como la parte oriental del Eje Neovolcánico Transversal (estado de Hidalgo y Querétaro) y en algunas partes del norte de Oaxaca, la alta variación entre los individuos de estos grupos, aún en individuos de la misma población o de poblaciones cercanas, presenta dificultad en la asignación de un nombre para tales individuos. Un ejemplo de éste último es la localidad de Moran, [Hidalgo] de donde se describieron 4 "especies" de este complejo, la mayoría de los cuales resultaron ser sinónimos de Q. affinis o de Q. laurina.

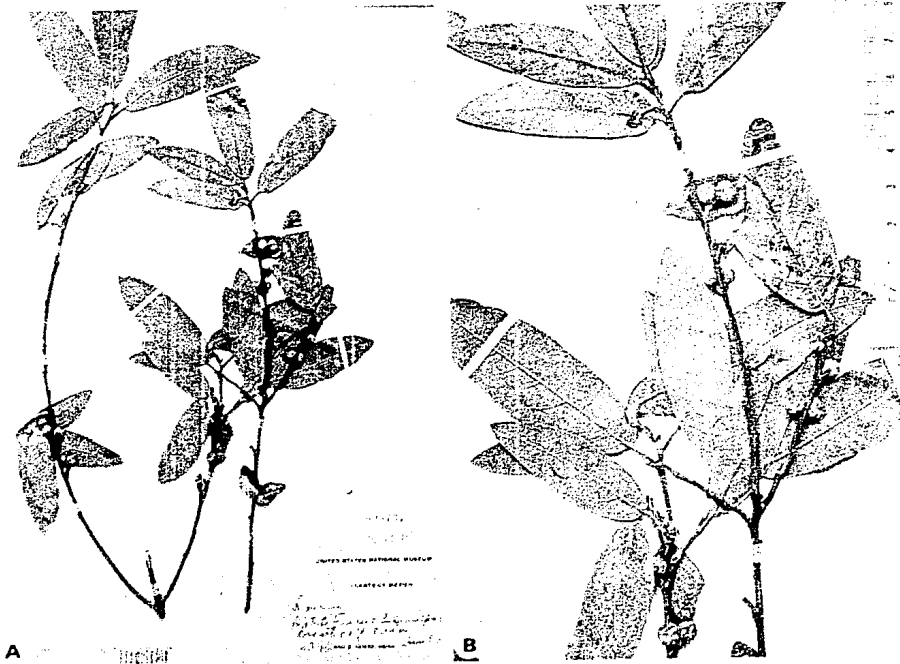
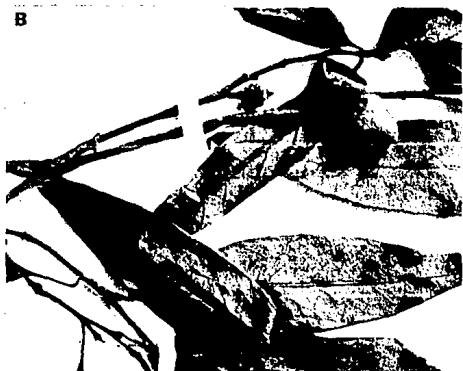


Figura 77

Q. cuajimalpana

A y B. Holotipo de *Q. cuajimalpana*, Arsène, 8866 ! (US)



Q. acatenangensis

Figura 7.8. *Q. acatenangensis*, A. Warscewicz 47; B. Warscewicz 48
(tomados de Trelease, 1924)



Q. affinis

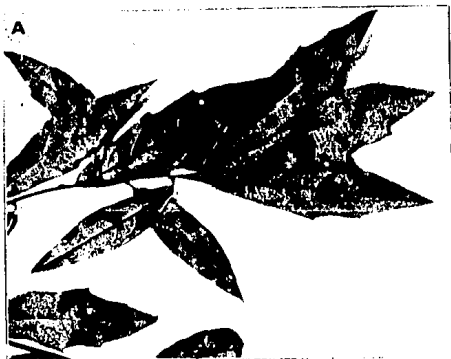
Figura 7.9. Lámina de *Q. affinis* publicada en el protólogo (tomada de Scheidweiler, 1837)



Figura 7.10.

Q. nitens

Holotipo de *Q. nitens*, Galeotti 115 (tomado de Trelease, 1924).



Q. affinis forma *commutata*



Q. affinis forma *subintegra*

Figura 7.11. A. Holotipo de *Q. affinis* forma *commutata* Schiede 18 (tomado de Trelease, 1924).

B. Holotipo de *Q. affinis* forma *subintegra* Hartweg 422 (tomado de Trelease, 1924).



Q. laurina

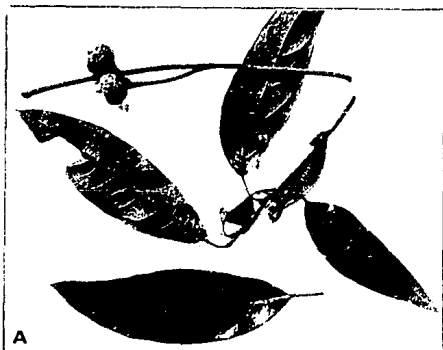
Figura 7.13. Holotipo de *Q. laurina*, fotografía proporcionada por el herbario de París, Francia (P), Bonpland 4143 (P)



A

B

Figura 7.13 (continuación) Isotipos de *Q. laurina* fotografías proporcionadas por el herbario de Paris, Francia (P), Bonpland 4143 (P).



Q. ocoteaefolia forma *podocarpa*



Q. ocoteaefolia forma *confusa*

- Figura 7.12. A. Holotipo de *Q. ocoteaefolia* forma *podocarpa* Liebmann 3441 (tomado de Trelease, 1924).
B. Holotipo de *Q. ocoteaefolia* forma *confusa*, Liebmann s.n. (tomado de Trelease, 1924).



A

Q. lanceolata



B

Q. chrysophylla



C

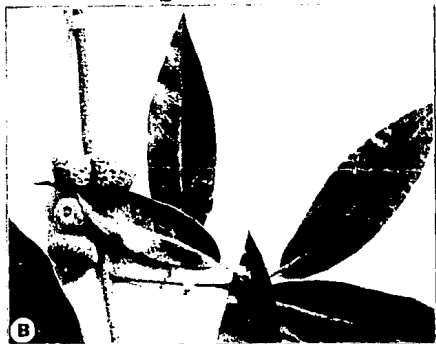
Q. tridens

Figura 7.14. A. Holotipo de *Q. lanceolata*, fotografía proporcionada por el herbario de París, Francia (P).
B: Holotipo de *Q. chrysophylla*, fotografía proporcionada por el herbario de París, Francia (P).
C. Holotipo de *Q. tridens* fotografía proporcionada por el herbario de París, Francia (P).



A

Q. barbinervis



B

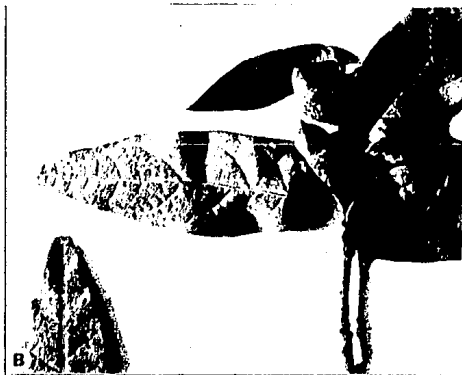
Q. ocoteaefolia

Figura 7.15. A. Tipo de *Q. barbinervis*, Hartweg 427 (tomado de Trelease, 1924)
B. Holotipo de *Q. ocoteaefolia*, Liebmann 122-3520 (tomado de Trelease, 1924).



A

Q. tlapuxahuensis



B

Q. tlapuxahuensis var. *obcónica*

Figura 7.16. A. Holotipo de *Q. tlapuxahuensis*, Hartweg 430 (tomado de Trelease, 1924).
B. Holotipo de *Q. tlapuxahuensis* var. *obcónica*, Bourgeat 1013 (tomado de Trelease, 1924).

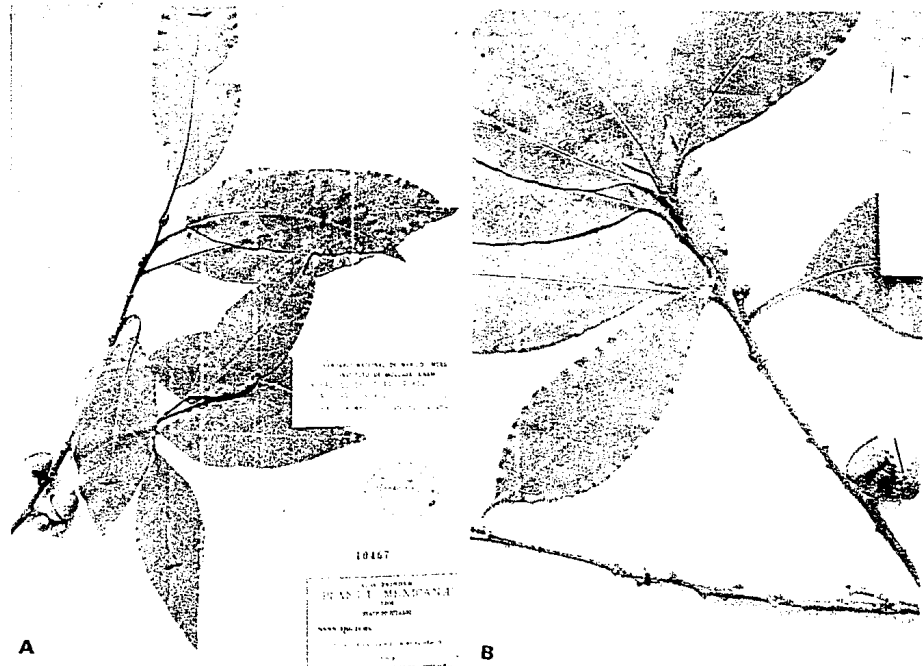


Figura 7.17. A y B. Isotipo de *Q. trinitatis*, Pringle 8888 ! (MEXU).



Q. caeruleocarpa



Q. zempoaltepecana

Figura 7.18.

A. Holotipo de *Q. caeruleocarpa*, Endlich 1365a (tomado de Trelease, 1924).

B. Holotipo de *Q. zempoaltepecana* Nelson 672 ! (US).



Q. bourgaei

Figura 7.19. A y B. Holotipo de *Q. bourgaei*, Bourgeau 1013 ! (BR)



Q. bourgaei var. *ilicifolia*



Q. roseovenulosa

B

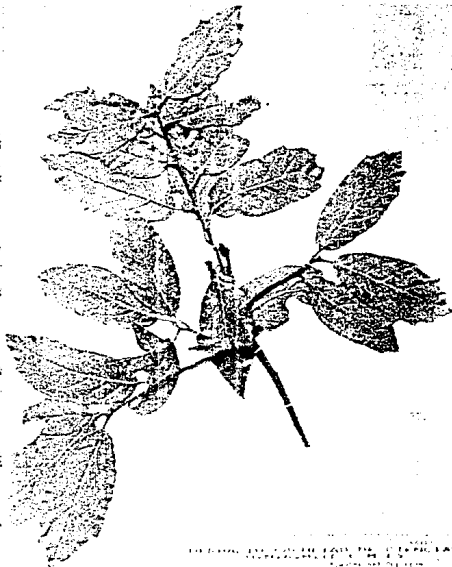
10002
 UNITED STATES NATIONAL MUSEUM
 1977
 1977
 J. L. S. A. G. S.
 1977

Figura 7.20.

- A. Tipo de *Q. bourgaei* var. *ilicifolia*, Pringle 10315 (tomado de Trelease, 1924)
 B. Holotipo de *Q. roseovenulosa*, Purpus 1797 ! (US).



Q. major



Q. laurina

51

Figura 7.21. A. Holotipo de *Q. major*, Liebmann s.n. (tomado de Trelease, 1924)
B. Ejemplar de *Q. laurina* colectado en el Cerro de la Lucerna, Malinaltepec, Guerrero, S. Valencia A. 475.



Q. depressa

Figura 7.22. A. Holotipo de *Q. depressa* fotografía proporcionada por el herbario de Paris, Francia (P), Bonpland s.n.
B. Ejemplar de la colección tipo de *Q. depressa*, (Bonpland s.n.) (tomado de Trelease, 1924).

DISCUSION

CAPITULO OCHO DISCUSION GENERAL

DISCUSION

Aunque el objetivo principal de este trabajo es delimitar taxonómicamente Quercus affinis y Q. laurina, durante el desarrollo de este mismo se pensó modificar el objetivo, ya que los resultados parciales que se iban obteniendo conducían a pensar en dos sentidos:

1. Que el grupo que se trabajaba correspondía a dos especies bien caracterizadas en ciertas zonas de su distribución pero con una zona de alta hibridación o bien,

2. que se trataba en realidad de la misma especie con una alta variabilidad morfológica y que la manifestación de sus características estaban determinadas por las condiciones ambientales en las que se desarrollara y por consecuencia no se podía delimitar taxonómicamente a las dos especies como se dice en el objetivo principal.

Haciendo una evaluación de los resultados finales de los aspectos estudiados en este trabajo se tiene que:

I. El análisis de fenología, ofrece datos que permiten conocer los comportamientos de las poblaciones de Quercus affinis, Q. laurina y Q. acherdophylla, pero ofrecen nulos resultados para esclarecer la relación entre Q. affinis y Q. laurina, pues los resultados obtenidos no pueden ser comparados por el método de muestreo realizado, como ya se indicó en el Capítulo 3.

II. Los caracteres cuantitativos de anatomía de madera permiten apreciar dos grupos extremos localizados en la Sierra Madre Oriental y en el Eje Neovolcánico Transversal en su porción oriental correspondientes a Quercus affinis y a Q. laurina; asimismo se mantiene separado un grupo del occidente del Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra de Taxco, que se considera con características intermedias. En este análisis de caracteres cuantitativos, Q. laurina de Guerrero se ubica en un grupo que incluye muestras colectadas en Taxco.

Por otro lado, los caracteres cualitativos de anatomía de madera permiten apreciar grupos más o menos congruentes con lo que se esperaba, reuniéndose en un grupo a Quercus affinis de Veracruz y en otro a los Q. laurina tanto de Guerrero como de Veracruz, y un tercer grupo con muestras de individuos colectadas en la Sierra de Taxco.

III. Las características foliares en cuanto a:

a) la forma de hoja cuantificada por el índice foliar, es un aspecto que respalda en parte lo que se esperaba, pues las muestras analizadas forman dos grupos definidos y un tercer grupo con las características mezcladas (figura 5.3).

Respecto a la distribución de los tipos de hojas, como se muestra en la figura 5.4, los individuos típicos de Quercus affinis se localizan en la Sierra Madre Oriental, mientras que los típicos de Q. laurina se localizan preferentemente en la Sierra Madre del Sur y oeste del Eje Neovolcánico Transversal; sin embargo, como se mencionó en el capítulo cinco, los individuos que presentan características mezcladas, considerados en este trabajo como híbridos y marcados con el número "3" se ubican en dos zonas principalmente: el este del Eje Neovolcánico Transversal y el norte de Oaxaca, la primera zona aparentemente con mayor área ocupada por individuos intermedios que la segunda.

b) tomando en cuenta los patrones de venación se distinguen seis grupos principales (figura 5.7), dos de ellos incluyen exclusivamente representantes de Quercus affinis de Veracruz (grupos A y D). El grupo B está formado por muestras de individuos colectados en el Eje Neovolcánico Transversal; el grupo F incluye dos muestras asignadas a Q. laurina. Los grupos C y E contienen cada uno a una muestra de Q. laurina y una considerada como intermedia. Esto último puede indicar que las muestras intermedias son más parecidas a Q. laurina que a Q. affinis o bien que tal individuo intermedio más bien puede determinarse como Q. laurina y no como un intermedio.

c) por su parte el análisis de tricomas presenta cierto valor para separar a estas dos especies, atendiendo al número de radios por pelo fasciculado.

IV.- Respecto al análisis del polen, estos grupos presentaron alta variabilidad en cuanto a tamaños (figura 6.2), pues el análisis discriminante no muestra ninguna congruencia con lo que se esperaba. Sin embargo al trabajar los datos estadísticamente mediante análisis de agrupamiento se puede apreciar cierta congruencia del fenograma resultante de los datos de polen (figura 6.6) con el de arquitectura foliar (figura 5.7).

En el fenograma realizado con datos cuantitativos de polen, al igual que en los fenogramas con los datos cualitativos de anatomía de madera y arquitectura foliar, se obtiene un grupo que incluye muestras colectadas en la Sierra de Taxco (Grupo A), otro (grupo B) en el que están únicamente dos muestras determinadas como Quercus laurina y un tercer grupo que también es congruente con los resultados anteriores que incluye a las muestras de Q. affinis (grupo F); el grupo D también es parcialmente congruente con el de arquitectura foliar pues incluye una muestra de una colecta de Puerto del Aire determinada como Q. laurina y dos consideradas originalmente como intermedias de los Dínamos de Contreras en el Distrito Federal.

Por otro lado, los datos obtenidos de las observaciones al MEB sólo muestran diferencias sutiles para Quercus rubramenta y Q. acherdophylla; en cambio, el resto

de las muestras no presentan diferencias para poder distinguir entre Q. laurina y Q. affinis.

La figura 8.1 ofrece los análisis aplicados a los datos de los diferentes aspectos estudiados en este trabajo, así como si resultó congruente o no. En ésta se observa que los análisis de datos realizados fueron siete en total y tres de ellos se muestran congruentes con los que se esperaba, dos de los mismos son sólo parcialmente congruentes y dos no son congruentes.

Considerando los que son congruentes, muestran en general un grupo formado por muestras provenientes del Eje Neovolcánico Transversal que en su mayoría fueron colectadas en la Sierra de Taxco; asimismo, hay una tendencia a formar un grupo de Quercus affinis de Veracruz y uno más que incluye colectas de Q. laurina de Guerrero y Veracruz.

También, se observa que algunas muestras colectadas en la Sierra de Taxco quedan aisladas y se unen por separado a grupos grandes formados por muestras tanto de Quercus laurina como de Q. affinis.

	TIPO DATOS	ANÁLISIS APLICADO	CONGRUENCIA
m a d e r a	Datos cuantitativos	Análisis discriminante	Parcialmente congruente
		Análisis agrupamiento	Parcialmente congruente
	Datos cualitativos	Análisis agrupamiento	Congruente
h c j a	Datos cualitativos	Análisis agrupamiento	Congruente
p o l e n	Datos cuantitativos	Análisis discriminante	No congruente
		Análisis agrupamiento	Congruente
	Datos cualitativos	Simple observaciones	No congruente

Figura 8.1. Tipo de datos obtenidos de los diferentes estudios realizados en este trabajo, análisis aplicado y congruencia de resultados.

Con los resultados anteriores, en donde la mayoría muestran congruencia con lo esperado, es decir, de tratarse en realidad de dos especies, es posible tomar la decisión taxonómica de considerar a los individuos en cuestión muestreados como pertenecientes a dos especies con algunos individuos híbridos y descartar la segunda opción mencionada al principio de este capítulo que dice que se trata de una especie con alta variación morfológica.

Asimismo, es necesario mencionar que los individuos que se consideraron originalmente como Quercus affinis de la Sierra de Taxco resultaron en la mayoría de

los casos más cercanos a Q. laurina que a Q. affinis. Lo mismo sucedió con las muestras de Q. affinis x Q. laurina del Distrito Federal, que morfológicamente se acercan más a Q. laurina que a Q. affinis por lo que se podrían considerar algunos de ellas como Q. laurina y otras como Q. affinis x Q. laurina.

Por otro lado, la mayoría de los análisis en donde se involucraron a Q. acherdophylla y a Q. rubramenta mostraron, que estas dos especies, en la mayoría de los aspectos trabajados, son diferentes a las otras dos especies que nos ocupan.

Es importante mencionar, que aunque no todos los aspectos trabajados en este grupo de encinos resultan congruentes, esto hasta cierto punto era de esperarse en un trabajo de tipo fenético como el aquí presentado, que mezcla diferentes tipos de datos de diferentes partes de individuos sin haberlos seleccionado o ponderado previamente dándoles mayor peso o importancia a unos que a otros. De este modo, como menciona Crisci y López Armengol (1983) los trabajos con enfoque evolucionista o fenético pueden estar expuestos a incongruencia por utilizar caracteres que evolucionan de muy diferente manera, es decir, pueden ser incongruentes debido a fenómenos biológicos como la evolución en mosaico y "El análisis de nuevos caracteres producirá generalmente cambios en los resultados ya obtenidos" (Crisci y López Armengol, 1983).

EXPLICACION DEL COMPLEJO Quercus affinis - Q. laurina

De acuerdo con Hardin (1975) y Grant (1989), cuando es eliminado el aislamiento reproductivo de dos especies por medio de la hibridización, cerrándose así la brecha entre ellas y cuando la hibridización se está dando a gran escala, como en este caso en que casi en todo el Eje Neovolcánico Transversal y en mayor proporción en la parte este del mismo y en el norte de Oaxaca y en donde, aparentemente una alta proporción de poblaciones la presenta (como se puede ver en el mapa de la figura 5.4 en donde se representa a los ejemplares de herbario con características intermedias con el número "3"), entonces se está invirtiendo el proceso de especiación y convirtiendo a las especies en un tiempo distintas y bien delimitadas en semiespecies.

De acuerdo a Nixon (1993), la hibridización entre encinos se puede dar, aún entre especies sin ninguna relación filogenética. Sin embargo se piensa que aunque hay características que separan a estas especies, también hay muchas otras características como quedó de manifiesto en la exposición de los diferentes capítulos de este trabajo, que permiten pensar que estas taxa están muy cercanamente emparentados.

Como se mencionó en la introducción de este trabajo, Grant en 1957 (1989), dice que el conjunto de semiespecies ligadas en la naturaleza por hibridización natural se llama Singameón. En este caso este singameón es de una estructura relativamente sencilla, consistiendo aparentemente de seis semiespecies, Quercus crassifolia, Q.

rubramenta, Q. crassipes, Q. mexicana, Q. affinis y Q. laurina. En los herbarios revisados existen mayor número de ejemplares herborizados con características intermedias entre Q. affinis y Q. laurina que entre el resto de las especies, lo que indica que existe una alta actividad de intercambio genético entre éstas dos últimas (Figura 8.2).

Es necesario aclarar que las afirmaciones expresadas en este trabajo respecto a considerar a las especies de la Figura 8.1 como pertenecientes a un singameón (semiespecies que intercambian material genético), se basan únicamente en la experiencia que la autora tiene con el género y las observaciones de campo y del herbario realizadas durante el desarrollo de este trabajo, quedando explícito que no se realizó ningún tipo de estudio genético que permitiera conocer con seguridad tal afirmación.

De acuerdo con Grant (1989) el comportamiento de un singameón es similar al de una especie biológica (una entidad aislada reproductivamente) pero su estructura interna es compleja y difícil de delimitar en el género Quercus, pues no es comparable al de especies descritas genéticamente para otros grupos (Burger, 1975). Sin embargo en sistemática formal lo correcto es tratar a las entidades que conforman al singameón como especies taxonómicas válidas.

Con esta idea como fundamento se mantienen a los grupos principales del complejo trabajado como dos especies taxonómicas, conservando los nombres de Quercus affinis y Q. laurina respaldado por las diferencias que se mencionaron con anterioridad y las que se presentan en el cuadro de la figura 7.6. Para las formas híbridas que mezclan caracteres se aconseja que respecto a la nomenclatura del grupo ésta se maneje como lo indica el Código Internacional de Nomenclatura Botánica: el nombre de los progenitores en orden alfabético, separados por el signo "X", esto dará idea de que el individuo en cuestión tiene características mezcladas entre estas dos especies.

PROPUESTA PARA EXPLICAR LA DISTRIBUCION Y COMPORTAMIENTO DEL SINGAMEÓN: Quercus laurina - Q. affinis

Existen algunas evidencias que muestran que el género Quercus existió desde Eoceno medio a tardío, un ejemplo de ello, son los granos de polen fósil encontrados en un estudio estratigráfico de Eoceno medio a tardío, en la cuenca de Miguel Alemán en el norte de Tamaulipas, México (Martínez-Hernández, 1980). Sin embargo, la diversidad y abundancia de Quercus en Eoceno fue muy baja, lo cual es indicado por la baja cantidad de muestras de Tricolpopolenites microhenrici y T. macrohenrici, ambos correspondientes a polen fósil de Quercus (E. Martínez, com. pers.).

En Oligoceno se presenta una primera radiación adaptativa del género Quercus, aumentando de manera considerable su diversidad y abundancia y es también en

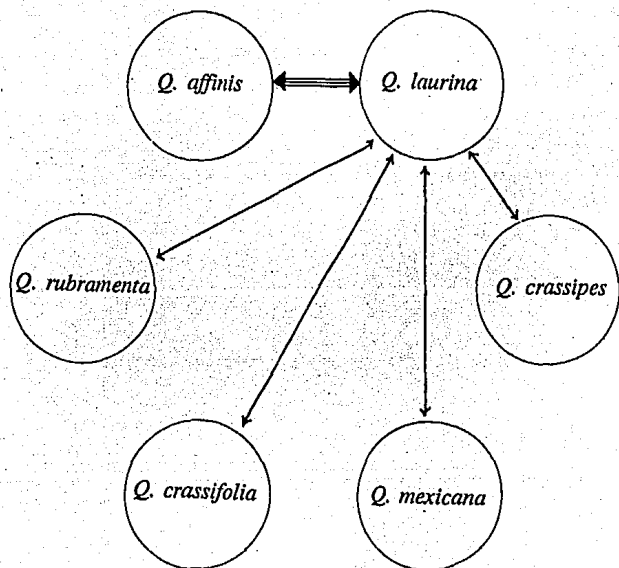


Figura 8.2. Singameon de *Q. laurina*, el intercambio genético se representa con las flechas, la flecha más gruesa indica un mayor intercambio entre *Q. laurina* y *Q. affinis*

Oligoceno, cuando se originan los subgéneros actuales de Quercus (Daghlian y Crepet, 1983). Se supone que en esta época los continentes del hemisferio norte estaban aún unidos (Smith y Briden, 1977), y la temperatura promedio en la parte media de los continentes boreales era de alrededor de 20°C. De esta forma el género Quercus junto con otros elementos boreales mésicos como Pinus, Picea, Platanus, Fagus, Alnus, Betula, Salix y Fraxinus entre otros, se distribuyeron en forma continua formando un cinturón boreal de vegetación en latitudes tan altas como 70-80° en todo el mundo. Esta flora en la que estuvo presente el género Quercus en un casi continuo espacio circumpolar se le llama Flora Arcto-Terciaria (Martin and Harrell, 1957; Axelrod, 1983; Strasburger, et al., 1985). De acuerdo con Axelrod (1983) la conexión boreal de los continentes se extendió hasta el Mioceno.

Durante el Terciario Superior, particularmente el Mioceno, existió en todo el mundo un enfriamiento progresivo que culmina en el Cuaternario (Strasburger, et al., 1985 y Fra-kes, et al., 1992) y al que obedece el desplazamiento de la vegetación hacia el sur, utilizando como corredores las cordilleras que se localizan paralelas a lo largo del continente americano en su porción boreal. Jones (1986) propone que los géneros Quercus y Trigonobalanus llegaron a América del Sur durante el Mioceno, seguramente utilizando estos corredores cuando la temperatura descendió. Por su parte Martin and Harrell (1957) proponen la llegada de los elementos de la Flora Arcto-Terciaria mésicos a México y América Central durante el Terciario.

Quercus affinis tiene una distribución principalmente en la Sierra Madre Oriental y parte del Eje Neovolcánico Transversal, Q. laurina en este último y en la Sierra Madre del Sur; en general el complejo tiene una distribución amplia en la República Mexicana.

Partiendo de que los individuos de Quercus affinis y Q. laurina, se desarrollan en sitios de clima mésico a templado-frío (figura 2.3) y conociendo que el género Quercus es de origen boreal, se propone que el grupo ancestral que originó el complejo Q. affinis - Q. laurina, posiblemente llegó a México durante el Mioceno junto con otros elementos de la Flora Arcto-Terciaria, utilizando como corredor las elevaciones de la Sierra Madre Oriental, la cual de acuerdo a Ferrusquía-Villafranca (1993) surgió desde el Jurásico. Martínez-Hernández (1992) menciona la presencia del género Quercus en el sur de México, en estratos que datan del Mioceno.

La idea de que este grupo tal vez llegó a México por la parte oriental, se fundamenta en el hecho de que el género Quercus estuvo presente en sus formas actuales (con los subgéneros que compranda bien definidos) hasta el Oligoceno (Daghlian y Crepet, 1985), y para este tiempo la aridez y el frío habían comenzado (desde finales del Eoceno) y afectaban principalmente la parte norte y la porción oeste del continente americano, por lo que las biotas mesófilas se desplazaron hacia el sur y hacia el este que conservaban condiciones más favorables de precipitación, humedad

y temperatura (Rosen, 1978).

Si los subgéneros actuales que comprende el género Quercus resultaran de orígenes anteriores, es decir, del Eoceno Medio, o si los individuos de los grupos taxonómicos que nos ocupan fueran xerófilos; posiblemente la llegada a México del grupo ancestral que les dió origen, podría haber sido por el lado occidental como Axelrod (1975) establece para algunas floras xerófilas. Al respecto no se descarta la posible llegada de algunos grupos de encinos por la región occidental del país, pero como ya se indicó, estos debieron ser más xerófilos que mesófilos.

Con las condiciones climáticas imperantes en el Mioceno, y la cordillera oriental como corredor, posiblemente el grupo ancestral de Quercus affinis y Q. laurina (y quizá otros taxa mesófilos), se desplazaron hacia el sur y pudieron alcanzar una distribución casi continua hasta América Central (Chiapas y Guatemala). Con el propósito de apoyar esta teoría se buscaron en el herbario ejemplares con distribución en E. U. A. y en Chiapas y Guatemala que presentaran características de forma similares a la de Q. affinis o Q. laurina.

Para Estados Unidos de Norte América no se encontraron ejemplares que se relacionaran morfológicamente con los de las especies aquí trabajadas. La carencia de especies relacionadas con el grupo que trabajamos puede deberse a que cuando las condiciones climáticas fueron desfavorables en esta zona, la población que ahí permanecía se extinguió.

En la parte sur de México y en norte de América Central se encontró a Quercus acatenangensis Trel. que se distribuye en Chiapas y Guatemala y cuyos ejemplares de herbario presentan gran parecido sobre todo, con los ejemplares de herbario de Q. laurina. Sin embargo, las poblaciones de Q. acatenangensis actualmente están separadas de las de Q. affinis en la Sierra Madre Oriental y de las de Q. laurina de la Sierra Madre del Sur.

Se puede creer que la población ancestral de estos taxa se distribuía en un continuo durante el Mioceno que iba, desde la Sierra Madre Oriental hasta Centro América (Chiapas y Guatemala) (Figura 8.3. a).

Posteriormente para que el grupo ancestral alcanzara la Sierra Madre del Sur se debió dar un período de incremento de temperatura y humedad ligeramente mayor al actual, produciendo así el desplazamiento del ancestro hacia el norte y occidente, utilizando ahora la Sierra Madre del Sur como corredor, en sentido inverso al que utilizó cuando se desplazó por la Sierra Madra Oriental (figura 8.3. b.).

Más tarde tal vez existió una distribución casi continua de las floras de América

Central hasta la Sierra Madre del Sur. Revisando literatura que habla sobre el clima del Cenozoico, no se cita ningún incremento de temperatura prolongado en particular. De manera general se menciona que en Plioceno y Pleistoceno ocurrieron condiciones climáticas pulsantes en las que aumentó y disminuyó tanto la temperatura como la precipitación (Fra-kes, et al., 1993), por lo que quizá desde principios del Plioceno la vegetación de las montañas del sur de México podría haber comenzado su migración hacia el norte utilizando la Sierra Madre del Sur como corredor.

Según Valencia (1989), el número de especies de encinos que el estado de Guerrero (que comprende buena parte de la Sierra Madre del Sur) comparte con Chiapas es mayor (14 de 30 especies) que el que comparte con los estados del centro, este y noroeste del país, siendo superado únicamente por los estados en los que también se encuentra la Sierra Madre del Sur. Esto apoyaría en que existió un continuo y un intercambio de flora entre esta Sierra y el sur de nuestro país.

Poco tiempo después se pudo haber presentado un evento vicariante (Rosen, 1978) que dejara aisladas por un lado las poblaciones de encinos de este grupo de la Sierra Madre del Sur que especiaron en Quercus laurina. Por otro lado, dejó aisladas las poblaciones de la Sierra Madre Oriental que especió en Q. affinis, y una tercera población aislada fue la del sur de México y norte de América Central que especió en Q. acatenangensis (figura 8.3 c).

El tiempo en que se dió tal evento vicariante se desconoce, sin embargo se infiere que pudo haber sido en Plioceno medio o tardío, es decir; después de que la especie ancestral hubiera alcanzado una distribución amplia (principios del Plioceno) y antes de que las especies ya formadas volvieran a quedar en contacto en el norte de Oaxaca y en el este del Eje Neovolcánico Transversal.

Para Plioceno, los principales eventos geológicos ya habían terminado, por lo que es difícil creer que fue un evento geológico el que actuó como barrera que separó a las poblaciones que dieron origen a Quercus affinis, Q. laurina y Q. acatenangensis. Más factible sería que se hubiera tratado de una barrera de tipo climático, la que separó las poblaciones mencionadas.

Por la presencia en los herbarios de ejemplares de Quercus laurina, que fueron colectados en Chiapas, pareciera que Q. acatenangensis (que se distribuye en Chiapas y Guatemala), no quedó completamente aislada y sería de esperarse, que si las poblaciones de Chiapas de Q. laurina y Q. acatenangensis estuvieran en contacto, existieran híbridos entre ellas debido a su estrecha relación, o bien, como se mencionó en el capítulo anterior en la discusión para Q. acatenangensis, quizá tal especie no esté completamente diferenciada y corresponda a una variación de Q. laurina o de Q. affinis.

Quercus acatenangensis, como se pudo observar en el Capítulo 7, presenta un parecido muy grande con las dos especies que nos ocupan y la visita a las poblaciones y un estudio más detallado de esta especie permitiría corroborar su validez como una especie taxonómica; por el momento se asume su existencia como especie válida y relacionada con el complejo que aquí se trabaja (figura 7.8).

Después de que las poblaciones que especiaron en Quercus laurina aumentan su distribución, pudo darse un primer contacto con las poblaciones que especiaron en Q. affinis en el norte de Oaxaca, quizá al principio de Pleistoceno, produciendo poblaciones híbridas en esta zona (figura 8.3. d). Apoyando esto están los individuos con características mezcladas entre estas dos especies que se encuentran actualmente en el norte de Oaxaca y cuyas muestras se encuentran en los ejemplares de herbarios revisados y que fueron mapeados en la figura 5.4.

Las épocas de Plioceno y Pleistoceno, se caracterizaron por presentar frecuentes pulsaciones climáticas. Así, con los aumentos y disminuciones de temperatura y precipitación y con la fisiografía tan accidentada que presenta la Sierra Madre del Sur, los ambientes se diversificaron, ofreciendo más hábitats para ser poblados por diferentes taxa además de por el grupo que nos ocupa.

De acuerdo a Daghlian y Crepet (1983), los cambios climáticos y la aparición de estacionalidad en Eoceno Superior-Oligoceno, tuvo un importante papel en la evolución de los encinos aumentando considerablemente la abundancia del género y produciéndose en el Oligoceno los subgéneros como los conocemos actualmente. Extrapolando este supuesto a las condiciones ambientales cambiantes del Plioceno - Pleistoceno seguramente también tuvieron repercusión en la diversificación de todo el género Quercus que aparentemente presentó una segunda etapa de radiación adaptativa y diversificación en América (con ubicación principal en México), durante los periodos de clima cambiante de Plioceno y Pleistoceno.

A las condiciones climáticas que han favorecido aparentemente la diversificación de los encinos, se puede sumar la aparición y evolución de los roedores y particularmente ardillas al final del Eoceno, las cuales se presume coevolucionaron con algunos grupos de Fagaceas jugando el papel de dispersoras (Jones, 1986).

Actualmente, la literatura (Martin y Harrell, 1957) cita a una serpiente Storeria occipitomaculata y una ardilla voladora Glaucomys volans que presentan, la primera, una distribución parcialmente similar a la de Quercus affinis, pero la ardilla tiene básicamente la misma distribución en México que el complejo de encinos que nos ocupa (Q. affinis - Q. laurina), alcanzando en la parte oriental de Estados Unidos Americanos una distribución también amplia. De hecho Glaucomys volans es una ardilla que habita preferentemente encinares, y que los árboles que prefiere para

andar (al menos en un estudio realizado en Pinal de Amoles, Qro.) son individuos de Q. laurina (Manzano Fischer, 1993). La estrecha relación que se presenta entre las ardillas voladoras y Q. laurina nos conduce a pensar que posiblemente la distribución de ambas haya tenido alguna relación.

La disponibilidad de hábitats y las pulsantes condiciones climáticas del Pleistoceno pudieron conducir a desplazamientos de las poblaciones de los diferentes grupos hacia latitudes y altitudes mayores y posteriormente hacia latitudes y altitudes menores, aislando y dejando en contacto de manera intermitente, repetidas veces, las poblaciones de Quercus laurina y Q. affinis, produciéndose en los casos de aislamiento una tendencia hacia la especiación como respuesta a las condiciones ambientales a las que estaba sujeta la población, seguida en el caso de contacto, de un incremento en la variabilidad de la especie debida al rompimiento del aislamiento reproductivo.

Cuando las poblaciones de la Sierra Madre del Sur alcanzan las latitudes del Eje Neovolcánico Transversal ya formado en su porción occidental desde el Terciario Medio y durante el Plioceno en la porción oriental (Ferrusquía-Villafranca, 1993) y en un periodo de estabilidad climática de temperatura y precipitación, esta cordillera pudo ser utilizada como corredor en sentido transversal y producirse una distribución casi continua de Quercus laurina que se desplazó de occidente a oriente. Posteriormente y aún durante Pleistoceno, hubo un periodo de mayor precipitación que el actual (Muller, 1952) y Quercus affinis (que se desarrolla mejor en condiciones de mayor pluvialidad), posiblemente aumentó su rango de distribución desplazándose de oriente (Sierra Madre Oriental) a occidente. Las poblaciones de la parte oriental y occidental de Q. affinis y Q. laurina respectivamente, pueden quedar en contacto por segunda vez en esta zona y el aislamiento reproductivo entre las poblaciones de las dos especies es roto una vez más; aumentando así, la variabilidad genética del complejo, la cual se adquirió durante el tiempo en que las poblaciones de las especies estuvieron aisladas, desplazándose y aumentando su distribución (Figura 8.3. d).

El aumento de la distribución de Quercus affinis longitudinalmente, se basa en el hecho que Muller (1952) menciona otras dos especies de encinos en el sur de Estados Unidos, en donde aparentemente se presentó una situación similar. Sin embargo, en México la explicación del problema de Q. affinis y Q. laurina se hace aún más compleja por la accidentada topografía que presenta nuestro territorio.

De esta forma, la especiación que se había dado entre Q. affinis y Q. laurina, la primera con distribución básicamente en la Sierra Madre Oriental y la segunda en la Sierra Madre del Sur, se interrumpe, conduciendo a la alta variabilidad que presenta este complejo de encinos y el que de acuerdo a Grant (1989) debe recibir el nombre de Singameón, equivalente a una especie biológica, pero con validez de poder llamar a sus principales componentes como especies taxonómicas.

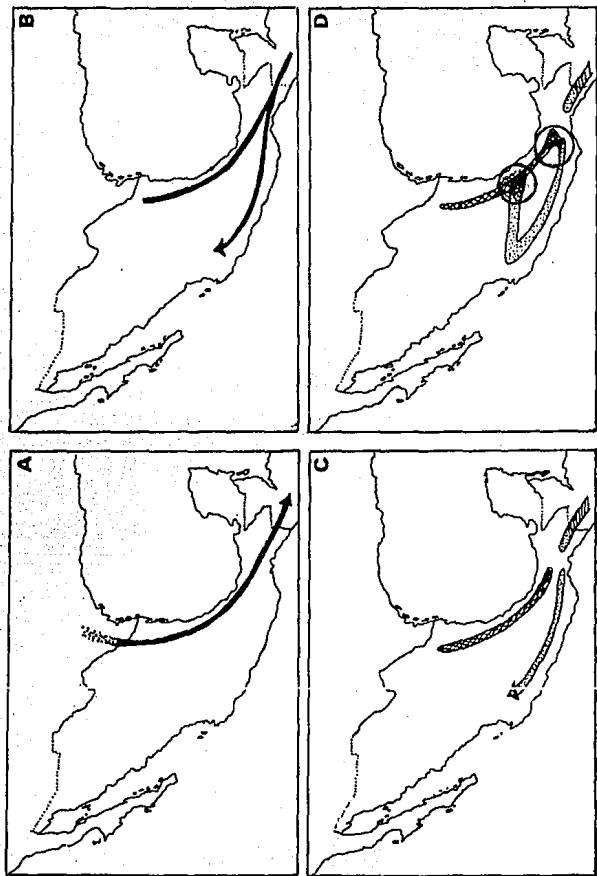


Figura 8.3. Posible ruta de distribución del complejo *O. affinis* *Q. laurina* (y posiblemente de *O. acatanangensis*). A. Llegada del grupo ancestral desde el sureste de Estados Unidos Americanos. B. Migración de poblaciones del grupo ancestral hacia el norte hasta alcanzar el Eje Neovolcánico Transversal. C. Evento vicariante que dejó aisladas las poblaciones que dieron origen a *O. affinis* y *O. laurina*. D. Aumento de distribución de *O. affinis* y *O. acatanangensis* quedando en contacto, primero en el norte de Oaxaca y posteriormente en la parte este del Eje Neovolcánico Transversal.

LA DISTRIBUCION DE Quercus affinis, Q. laurina, y Q. acatenangensis

Al referir la distribución de Quercus affinis, se tiene que ésta presenta una distribución principalmente en la Sierra Madre Oriental y parte del Eje Neovolcánico Transversal, la distribución de Q. laurina es en este último, en la Sierra Madre del Sur y en Chiapas, Q. acatenangensis se localiza en Chiapas y Guatemala, por su parte Q. affinis x laurina se encuentran principalmente en el este del Eje Neovolcánico Transversal y norte de Oaxaca; en general las especies de la Serie Lanceolata (el complejo de Q. affinis - Q. laurina y Q. acatenangensis) tienen una distribución amplia en la República Mexicana (figura 8.4).

ESPECIE	SIERRA M. OCCIDENTAL	SIERRA M. ORIENTAL	SIERRA M. DEL SUR	EJE N. V. TRANSVERSAL	SERRANIAS DE CHIAPAS
<u>Q. affinis x laurina</u>	NO	NO	NO	SI	NO
<u>Q. affinis</u>	NO	SI	NO	SI	NO
<u>Q. laurina</u>	NO	NO	SI	SI	SI
<u>Q. acatenangensis</u>	NO	NO	NO	NO	SI

Figura 8.4. Distribución fisiográfica de las especies de la Serie Lanceolata

Sin embargo un aspecto interesante que llama la atención, es la ausencia de representantes del complejo Quercus affinis - Q. laurina en la región de la Sierra Madre Occidental, lo cual, de acuerdo a Rzedowski (1978), no es exclusivo de estas especies, sino también lo presentan otros taxa como Liquidambar styraciflua, Fagus mexicana, Magnolia ochsedeana, Rhamnus capraeifolia, Taxus globosa y Tilia mexicana entre otras, que tienen representantes en las regiones boreales del sureste de Estados Unidos Americanos y, en México, estos mismos taxa tienen una distribución parcialmente similar a la que presenta Q. affinis, Q. laurina y Q. acatenangensis es decir en la Sierra Madre Oriental, norte de Oaxaca y Chiapas, llegando hasta Guatemala como lo hace Q. acatenangensis.

La carencia de representantes del complejo, pero sobre todo de Quercus laurina (que es la especie con distribución más amplia, que tiene representantes en la región occidental de nuestro territorio y aparentemente con más plasticidad para ocupar diferentes tipos de hábitat) en la Sierra Madre Occidental, quizá se podría deber a alguno de los siguientes tres factores:

1) los individuos de este grupo no han alcanzado la Sierra Madre Occidental, porque el tiempo para desplazarse desde el sur y ocupar algunos hábitats de esta Sierra, aún no ha sido suficiente. Este factor es poco probable, ya que Quercus laurina presenta una distribución amplia en México y considerando que hubo tiempo suficiente desde el Terciario Medio hasta el Plioceno para que la especie colonizara el Eje Neovolcánico Transversal, también fue tiempo suficiente para que la especie alcanzara la Sierra

Madre Occidental;

2) la especie originalmente estuvo presente ahí, pero se extinguió. Este aspecto sería factible si la especie fuera xerófila o parcialmente xerófila, pues de lo contrario, como ya se indicó, se necesitaba que el grupo estuviese diferenciado en Eoceno y existir ya en esta zona, (lo cual no fué así), porque después de este período las condiciones de la zona occidental del país fueron de relativa sequía, y aunque actualmente en la Sierra Madre Occidental existen algunos hábitat con condiciones méxicas, éstos son más secos, que los de la porción oriental de nuestro territorio y posiblemente no adecuados para el establecimiento de Quercus laurina;

3) no hay, ni ha habido sitios con condiciones ambientales favorables para el establecimiento de Quercus laurina en la Sierra Madre Occidental y aunque, ha pasado tiempo suficiente para que Quercus laurina pueda (a partir de la porción sur de la Sierra Madre Occidental) colonizar hábitats de esta Sierra, las condiciones ambientales le son tan adversas que no le han permitido ni le permitirán establecerse mientras las condiciones sean similares a las actuales, o bien;

Actualmente no hay evidencias que permitan conocer cual de los tres es el factor responsable de la ausencia de individuos de Quercus laurina en la Sierra Madre Occidental, pero la hipótesis presentada con anterioridad sobre el origen del complejo Q. affinis - Q. laurina y la alta plasticidad y distribución en diferentes hábitat de Q. laurina, quizá favorezcan la tercera opción. La cual implica que la especie no ha existido en la Sierra Madre Occidental (cuya porción sur es relativamente cercana a la distribución actual de Q. laurina) y que mientras prevalezcan las condiciones ambientales actuales, la especie no llegará a tal región fisiográfica de México, por no estar adecuadamente condicionada para establecerse, ni para competir en esta zona contra otras especies mejor adaptadas.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES GENERALES

En este trabajo se estudiaron aspectos de fenología, anatomía de madera de Quercus affinis, Q. laurina y Q. scherdophylla y de arquitectura foliar y polen además de las especies anteriores, de Q. rubramenta. Estos aspectos ofrecen características cuantitativas que se sobrelapan en los individuos del complejo Q. affinis-Q. laurina, pero algunos caracteres de arquitectura foliar y de anatomía de madera, en su conjunto, permiten diferenciarlos.

Los aspectos fenológicos no pueden utilizarse estrictamente como caracteres para la delimitación de especies, pero ha permitido corroborar el carácter de tiempo de maduración del fruto como bianual tanto para los individuos de Quercus laurina como para los de Q. affinis.

Los caracteres más significativos para anatomía de madera resultaron ser lumen de vasos, longitud de fibras, anchura de radios multiseriados, color de albura, porosidad y delimitación de anillos.

En cuanto a caracteres foliares, los aspectos más significativos son el grosor de la vena media, el ángulo de divergencia de venas secundarias respecto a vena media, curso de venas secundarias y número de radios que forman los pelos fasciculados.

En polen fue posible delimitar a los grupos taxonómicos sólo con base en la estadística de los caracteres cuantitativos ya que los caracteres cualitativos y cuantitativos por separado para un grano de polen en particular no son útiles.

En general se ha podido delimitar a estas dos especies con base en el conjunto de características trabajadas de la anatomía de madera, de características foliares y del polen.

Con los resultados anteriores, se concluye que Quercus affinis y Q. laurina son dos semiespecies pertenecientes a un singameón que aparentemente incluye cuatro semiespecies más, a Q. mexicana, Q. crassipes, Q. crassifolia y Q. rubramenta. Taxonómicamente los integrantes de un singameón pueden considerarse como especies taxonómicas válidas y es la forma como se consideran a Q. affinis y a Q. laurina.

Las semiespecies de este singameon aparentemente intercambian genes, y con base en la cantidad de ejemplares con características intermedias que se presenta entre Quercus affinis y Q. laurina se puede decir que se presenta un alto grado de intercambio genético entre estos dos taxa.

Algunos de los individuos de este complejo que se colectaron en la Sierra de Taxco (Guerrero), se consideran como híbridos de Quercus affinis x Q. laurina y presentan, según los caracteres analizados, mayor parecido con Q. affinis y en otros

casos se parecen más a Q. laurina. Por su parte los individuos colectados en los Dínamos de Contreras (Distrito Federal), resultan más parecidos a Q. laurina incluso la mayoría de ellos se podrían determinar más correctamente como Q. laurina que como intermedios o híbridos.

Al respecto se puede decir que los híbridos tienden a ocupar zonas intermedias respecto a sus progenitores (al menos en lo que a altitud se refiere, como se observó en este estudio). Además, debido a que algunos de los elementos de los individuos, se ven influenciadas en mayor o menor grado por las condiciones del hábitat, éstas condiciones harán que dependiendo de los caracteres analizados, en ocasiones el mismo individuo híbrido, se parezca más a un progenitor (Q. affinis) y en otras ocasiones se parezca más al otro Q. laurina. Asimismo, es de esperarse una alta correlación de las condiciones ambientales con algunas de las características morfológicas y consecuentemente fisiológicas que presentan los híbridos.

Por otro lado, se propone un posible origen del complejo Quercus affinis-Q. laurina, explicando que el grupo ancestral de tal complejo llegó durante el Mioceno a México, por la parte noreste de la República y más tarde, alguna de sus poblaciones dió origen a Q. affinis en la Sierra Madre Oriental; otras especiaron en Q. laurina en la parte sur y suroeste de México y una tercera población originó a Q. acatenangensis en el sur de México y norte de Centro América. Las dos primeras semiespecies, tienen dos zonas de alta hibridización: 1) en la parte este del Eje Neovolcánico Transversal y 2) en el norte de Oaxaca.

Con base en considerar a Quercus affinis y a Q. laurina como dos especies taxonómicas, se presentan los resultados finales de los diferentes aspectos trabajados: descripciones de fenología, anatomía de madera, arquitectura foliar y polen para Q. affinis, Q. laurina y para el complejo.

Se realizó una revisión de sinónimos, de tipos o de fotografías de los mismos y de todas las descripciones originales de los sinónimos y de las especies válidas. Se propone la adición de cinco sinónimos para Quercus affinis y cinco para Q. laurina. Asimismo, la Serie Lanceolatae a la que pertenecen estas dos especies es redescrita pues todos los individuos que incluye presentan frutos de maduración bianual y no anual como lo establece Trelease (1924). También la Serie Lanceolatae es circunscrita, incluyendo sólo individuos arbóreos; con frutos de maduración bianual; con ramillas glabras o glabrescentes, sin estípulas; yemas ovoides, conoidales o globosas; las hojas con pecíolos ligeramente alados, lámina estrechamente elíptica, elíptica, elíptico lanceolada u ovado-lanceolada, de margen entero o con 1-3 dientes cortamente aristados hacia la mitad distal, haz y envés glabro o conservando algunos pelos fasciculados en las axilas de las venas medias de las hojas. Con base en las anteriores características Quercus cuajimalpana se propone como integrante de la Serie Mexicanæ y por otro lado, Q. acatenangensis como perteneciente a la Serie Lanceolatae.

Asimismo se presenta una clave artificial para las especies de la Serie Lanceolatae y descripciones taxonómicas de Quercus affinis y Q. laurina, incluyendo fotografías de los tipos de estas dos especies y de su sinonimia, lo cual da idea de la variación morfológica que presentan estas taxa. Asimismo se incluye un cuadro comparativo entre estas dos especies con los caracteres más accesibles y objetivos que contribuyen en la delimitación taxonómica de estas dos especies.

Por otro lado, Quercus ghesbregthii se mantiene como una especie válida distinta a Q. affinis y Q. laurina pero poco conocida (sólo se conoce el material tipo, es decir, el holotipo e isotipos) y con distribución aparentemente restringida.

Quercus depressa cuyos ejemplares de herbario presentan gran parecido con Q. affinis y Q. laurina, es una especie diferente, con una distribución también restringida y cuya forma de crecimiento arbustiva es la característica principal que la distingue de las dos especies anteriores.

Para las dos especies que se utilizaron como referencia se tiene que Quercus acherdophylla se mantiene como una especie diferente y bien delimitada, con respecto a las del complejo. Esta especie, anteriormente conocida sólo para el Estado de Puebla, aumenta su distribución ahora para Veracruz y Oaxaca; además para esta especie se aportan datos de fenología, anatomía de madera, arquitectura foliar y polen.

Quercus rubramenta es una especie diferente a las del complejo, pero que aparentemente presenta hibridización con Q. laurina en la Sierra Madre del Sur. Para esta especie se aumenta su conocimiento en los aspectos de polen y arquitectura foliar.

De esta forma en el presente trabajo se han revisado diferentes aspectos de algunas especies de encinos rojos: Quercus ghesbregthii, Q. depressa, Q. rubramenta, Q. acherdophylla y principalmente y con mayor detalle de Q. affinis y Q. laurina. Esto, aporta conocimiento para la delimitación taxonómica de estas dos especies, contribuyendo así al conocimiento de los encinos rojos y de manera particular a la delimitación taxonómica de Q. affinis y Q. laurina cumpliendo de esta forma con los objetivos planteados en este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- AXELROD, D. L. 1975. Evolution and biogeography of Medlean-Tethyan sclerophyll vegetation. Ann. Missouri Bot. Gard. 62:280-334.
- _____. 1983. Biogeography of oaks in the Arcto-Tertiary province. Ann. Missouri Bot. Gard. 70:629-657.
- BAILEY, I. W. 1957. The potentialities and limitations of wood anatomy in the study of the phylogeny and classification of angiosperms J. Arnold. Arbor. (38): 243-254.
- BARAJAS-MORALES, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical Forest in México. IAWA, Bull. n.s.; 6(4):355-364
- BENTHAM, G. 1840. Pl. Hartw. E. Societate Linnaeana Londinensi. Londres. United Kingdom 393 pp.
- BENTHAM, G. y J. D. Hooker. 1880. Genera Plantarum. Londres. United Kingdom 3:402-410.
- BURGER, W. C. 1975. The species concept in Quercus. Taxon 24(1):45-50.
- CAMUS, A. 1932. Quelques espèces nouvelles de Chênes. Bull. Mus. Hist. Natl. Paris, ser. 2, 4:124.
- CAMUS, A. 1936. Les Chênes. Monographie du Genre Quercus, Tomo III Paul Lechevalier. Paris.
- CHATTAWAY, M. M. (IAWA). 1932. Proposed standards for numerical values used in describing woods. Trop. Woods. 29:20-28.
- CRISCI, J. V. y M. F. López Armengol. 1983. Introducción a la teoría y practica de la Taxonomía numérica. Secretaria General de la OEA. Washington, D. C. 132 pp.
- CUADRAS, C. M. 1981. Métodos de Análisis Multivariante. Universitaria de Barcelona. EUNIBAR. 3-28, 431-474 y 475-494.
- DAGHLIAN, CH. P. y W. L. Crepet. 1983. Oak catkins, leaves and fruits from the Oligocene Catahoula formation and their evolutionary significance. Amer. J. Bot. 70(5):639-649.
- DECANDOLLE, A. 1864. Systematis universalis Regni Vegetabilis. Prodromus. 16,2:1-69.
- DE LA PAZ PEREZ O., C. y L. Aguilar E. 1978. Diferencias morfológicas externas y anatómicas de la madera de los encinos blancos y rojos. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. No. 59. México. 19 pp.
- DE LA PAZ PEREZ O., C. 1974. Anatomía de la madera de cinco especies de encinos de Durango. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. No. 43. México. 35 pp.
- _____. 1982. Estructura anatómica de cinco especies del género Quercus. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. No. 88. México, 63 pp.
- _____. 1985. Caracteres anatómicos de siete especies del género Quercus. Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. No. 123. México. 72 pp.
- FERRUSQUIA-VILLAFRANCA, I. 1993. Geology of Mexico: A Synopsis. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Biological Diversity of Mexico Origins and Distribution. Oxford University Press. pp 3-107.
- FIGUEROA R., B. L., S. Moreno G. y M. Olvera V. 1992. Fenología de cuatro especies de encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco. En: Valdovinos V., C.P., M. Fischer, O. Ramírez R., J. G. Marmolejo M., J.

- Jiménez P. (Eds.) Resúmenes del III Seminario nacional sobre utilización de encinos. Linares, N.L. México. pp. 30.
- FONT-QUER, P. 1982. Diccionario de Botánica. Labor. México. 1244 pp.
- FRANKS, L. A., J. E. Francis y J. I. Syktus. 1992. Climate Modes of the Phanerozoic. Cambridge University Press. United Kingdom. 274 pp.
- GARCIA, E. 1981. Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª ed. 246 pp.
- GARCIA G., B. A. y F. Guzmán. 1992. Estimación de la caída de hojarasca de una comunidad de Quercus rugosa en el Ajusco, D. F. En: Valdovinos V., C.P., M. Fischer, O. Ramírez R., J. G. Marmolejo M., J. Jiménez P. (Eds.) Resúmenes del III Seminario nacional sobre utilización de encinos. Linares, N.L. México. pp. 31.
- GOMEZ C., M. y D. Ayerda L. 1992. Estudio fenológico de los encinos (Quercus spp.) del municipio de Chilpancingo, Guerrero. En: Valdovinos V., C.P., M. Fischer, O. Ramírez R., J. G. Marmolejo M., J. Jiménez P. (Eds.) Resúmenes del III Seminario nacional sobre utilización de encinos. Linares, N.L. México. pp. 30.
- GONZALEZ Flores, L. G. 1988. Biometría y morfología de algunas especies del género Quercus en México, Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 65 pp.
- GONZALEZ Villarreal, L. M. 1986. Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Instituto de Botánica. Colección Flora de Jalisco. Universidad de Guadalajara, México. 240 pp.
- GRANT, V. 1989. Especiación Vegetal. Noriega Editores. México. pp 253-260.
- HARDIN, J. W. 1975. Hybridization and introgression in Quercus alba. J. Arnold Arb. 56:336-363.
- HARPER, J. L. 1982. After description. En: Newman, E. I. (Ed.) The Plant Community as a working mechanism. Sci. Publ. Oxford. pp 11-25.
- HERNANDEZ, H. M., 1989. Systematics of Zapoteca (Leguminosae). Ann. Missouri Bot. Gard. 76:781-862.
- HICKEY, L. 1973. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. Amer. J. Bot. 60: 17-33.
- HUMBOLDT, A., de y A. Bonpland. 1809. Voyage de Humboldt et Bonpland. Sixieme Partie. Botanique. Pl. Aequinoct. 2:24-58.
- IAWA. 1937. Standard terms of length of vessel members and wood fibers. Trop. Woods. 51:21.
- IAWA. 1939. Standard terms of size for vessel diameter and ray width. Trop. Woods. 59:51-52.
- IVERSEN, J. y Troels-Smith, J. 1950. Pollen morfologiske definitioner and typer. Dann. Geol. Unders. IV rk. 3,8. 54 pp.
- JANE, F. W. 1962. The structure of wood. Adam & Charles Black. London. United Kingdom. 427 pp.
- JENSEN, R. J., S. C. Hokanson, J. G. Isebrands y J. F. Hancock. 1993. Morphometric variation in oaks of the Apostle Islands in Wisconsin: evidence of hybridization between Quercus rubra y Q. ellipsoidalis (Fagaceae). Amer. J. Bot. 80(11):1358-1366.

- JONES, J. H. 1986. Evolution of the Fagaceae: the implications of foliar features. Ann. Missouri Bot. Gard. 73:228-275.
- JONES, S. B. 1987. Sistemática Vegetal. McGraw Hill. México. pp 86-120.
- KAUL, B. R. 1986. Evolution and reproductive biology of inflorescences in Lithocarpus, Castanopsis, Castanea and Quercus (Fagaceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 73:284-296.
- KREMP, G. O. W. 1965. Morphology an international collection of definitions and illustrations of spores and pollen. The University of Arizona Press. Tucson: 186 pp, 38 pl.
- KUKACHKA, B. F. 1977. Sectioning refractory woods for anatomical studies. USDA. For Serv. Res. Note FPL-0236.
- LIEBMANN, F. M. 1854. Overs. Dansk. Vidensk. Selsk. 177-178.
- , 1869. Chenes Amér. Trop. Iconographie des espèces nouvelles ou peu connues. En Oersted, A. S. (Ed.). Paris. 87 pp.
- LONGMAN, K. A. y M. P. Coutts. 1974. Physiology of the oak tree. En: Morris, M. G. and F. H. Perring (Eds.) The British oak its History and Natural History. The Botanical Society of the British Isles. United Kingdom. pp. 194-221.
- MANOS, P. S. 1993. Foliar trichome variation in Quercus section Protobalanus (Fagaceae). Sida 15(3):391-403.
- MANZANO Fischer, P. 1993. Distribución geográfica y selección de habitat de la ardilla voladora (Glaucomis volans) en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 49 pp.
- MARTENS, M. y Galeotti, H. 1843. Enumeratio synoptica plantarum phanerogamicarum ab Henrico Galeotti in regionibus mexicanis collectarum. Bull. Acad. roy Sciences Bruxelles. 10(1): 212-217.
- MARTIN, P. S. and B. E. Harrell. 1957. The Pleistocene history of temperate biotas in México and estern United States. Ecology 38(3):468-480.
- MARTINEZ-HERNANDEZ, E. 1980. Palinología del Eoceno en el noreste de México. Revista Inst. Geología. Universidad Nacional Autónoma de Mexico. 4(2):155-166.
- MARTINEZ-HERNANDEZ, E. 1992. La vegetación y el clima de México. Ciencia 43:69-72.
- MARTINEZ, M. 1951. Los encinos de México y Centro América. I Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. 22(2):351-368.
- MARTINEZ, M. 1974. Los encinos de México. XV. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. 45:21-56.
- McVAUGH, R. 1974. Flora Novo-Galiciana. Contr. Univ. Michigan Herb. 12(3):1-93.
- MEDUS, J. y González Flores, L. G.. 1984. Pollen Morphology of some Mexican oaks. Grana. 23:77-84.
- HETCALFE, C. R. y L. Chalk. 1972. Anatomy of the Dicotyledons, leaves, stems and wood in relation to Taxonomy with notes on economic uses. I and II. Oxford at The Clarendon Press.
- MULLER, C. H. 1942. The Central American species of Quercus. U. S. Dept. Agr. Misc. Publ. 477. pp 1-216.
- , 1952. Ecological control of Hybridization in Quercus: a factor in the mechanism of evolution. Evolution. 6(2):147-161.

- MULLER y R. McVaugh. 1972. The oaks (Quercus) described by Née (1801), and by Humboldt & Bonpland (1809), with comments on related species. Contr. Univ. Michigan Herb. 9(7): 507-522.
- MUNSELL, Soil Color Charts. Soil Survey Manual, Determination of soil. U. S. Dept. Agr., Handbook N° 18.
- NIXON, K. 1993. The Genus Quercus in Mexico. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.) Biological Diversity of Mexico Origins and Distribution. Oxford University Press. 447-458 pp.
- y W. L. Crepet. 1985. Preliminary phylogenetic reconstruction of Quercus at subgeneric and sectional levels. Simposium: Systematics and Evolution of oaks. Amer. J. Bot. 72:934-935.
- PRAGLOWSKI, J. y B. Raj. 1979. On some pollen morphological concepts. Grana 18:109-113.
- PONCE. 1941. Los Encinos en el circuito montañoso del Valle de México. México D. F. Instituto de Biología. Inédito. 45 pp.
- PROCTOR, J. 1983. Tropical forest litter fall problems of data comparison. En: S. L. Sutton, T. C. Whitmore and A. C. Chadwick (Eds.). Tropical Rain Forest: Ecology and Management Backwell Scientific Publications. United Kingdom. pp 267-273.
- ROMERO Rangel, S. 1993. El género Quercus (Fagaceae) en el estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 151 pp.
- ROSEN, D. E. 1978. Vicariant patterns and historical explanation in Biogeography. Syst. Zool. 27(2):159-188.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 pp.
- SCHNEIDWEILER, M. 1837. Chênes de Mexique. L' Horticulteur Belge. Bruselas, Bélgica. 4:321.
- SCHLECHTENDAL, D. F. L. y A. Chamisso. 1831. Plantarum mexicanarum. Linnaea, vol. 5.
- SCHWARZ, O. 1936. Entwurf zu einen natürlichen System der Cupuliferen und der Gattung Quercus L. Notizbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem 8:1-22.
- SHARP, W. M. y H. H. Chisman. 1961. Flowering and fruiting in the white oaks. I. Staminate flowering through pollen dispersal. Ecology 42: 365-372.
- SHARP, W. M. y V. G. Sprague. 1967. Flowering and fruiting in the white oaks, pistillate flowering, acorn development, weather, and yields. Ecology 48: 243-251.
- SMIT, A. 1973. A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the genus Quercus. Acta Bot. Neerl. 22(6):655-665.
- SMITH, A. G. y J. C. Briden. 1977. Mesozoic and Cenozoic paleocontinental maps. Cambridge University Press. United Kingdom. 63 pp.
- SOLOMON, A. M. 1983a. Pollen morphology and plant taxonomy of white oaks in Eastern North America. Amer. J. Bot. 70(40):481-494.
- SOLOMON, A. M. 1983b. Pollen morphology and plant taxonomy of red oaks in eastern North America. Amer. J. Bot. 70(40):495-507.
- SPP. 1981. Carta edafológica, escala 1:1000 000. SPP. México.

- STEBBINS, G. L. Jr. 1967. Variation and Evolution in Plants. Columbia University Press. N. Y., EUA. 643 pp.
- STRASBURGER, E., F. Noll, H. Schenck, y A. F. W. Schimper. 1985. Botánica. Marín, S. A., Barcelona, España. 1098 pp.
- THOMSON, P. M. y R. H. Mohlenbrock. 1979. Foliar trichomes of Quercus in the eastern United States. J. Arnold Arbor. 60(1):350-366.
- TILLSON, A. H. y C. H. Muller. 1942. Anatomical and taxonomic approaches to subgeneric segregation in the american Quercus. Amer. J. Bot. 20(7):523-529.
- TRELEASE, W. 1924. The American Oaks. Mem. Natl. Acad. Sci. 20:1-255, 420 pl.
- TRELEASE, S. F. 1934. Quercus generis species novae mexicanae. Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 33:314-319.
- TUCKER, J. H. 1974. Patterns of parallel evolution of leaf form in new world oaks. Taxon. 23(1):129-154.
- UNAM. 1989. Carta de efectos climáticos, México 1:1000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- VALDEZ, B. y J. Díez. 1988. Aportación de los datos polínicos en taxonomía vegetal. En: G. Blanca, C. Díaz de la Guardia, M. C. Fernández, M. Garrido, M. I. Rodríguez-García y A. T. Romero García (Eds.) 1990. Polen, Esporas y sus aplicaciones, VII Simposio de Palinología (A.P.L.E. Granada, España). pp. 153-165.
- VALENCIA A., S. 1989. Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 183 pp.
- VAN DER GRAAFF, N. A. y P. Baas. 1974. Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. Blumea. 22: 101-121.
- VAN VALEN, L. 1976. Ecological species, multiespecies, and oaks. Taxon 25(2/3):233-239.
- VAZQUEZ Villagran, M. I. 1992. El género Quercus (Fagaceae) en el estado de Puebla, México. Tesis de Licenciatura. ENEP Zaragoza, UNAM. México. 246 pp.
- WENZIG, Th. 1884. Die Eichenarten Amerika s. Jahrb. K. Bot. Gart. Berlin 3:174-219.
- WOODCOCK, D. W., 1989. Climate sensitivity of wood-anatomical features in a ring-porous oak (Q. macrocarpa). Canad. J. Res. 19:639-644.
- WOLFE, J. A., 1989. Leaf-architectural analysis of the Hamamelididae. En: Crane and Blackmore (Eds), Evolution, Systematics, and Fossil History of the Hamamelidae, Volume 1: Introduction and "Lower" Hamamelidae, Systematics Association Special Volume (40 A) 75-104.