



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

**ARQUITECTURA FOLIAR DE DIEZ ESPECIES DE
ENCINOS (*Quercus*, FAGACEAE) DE MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A

ISAAC SAID RODRÍGUEZ RIVERA

**Directora de Tesis:
Dra. Silvia Romero Rancel**



Los Reyes Iztacala, 2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mi madre...

...con el inmenso amor que nos une, con admiración, respeto y porque gracias a tu ejemplo concluyo una etapa sumamente importante en mi desarrollo profesional.

Gracias por el esfuerzo, paciencia, apoyo y dedicación que siempre has tenido para conmigo. Tu ejemplo fue el camino que me llevó a la meta que ahora cumplo.

A mi padre y hermanos:

por su apoyo mil gracias.

A Gabby...

*...por compartir cuatro años conmigo, esperando sean muchos más.
Por tu ayuda en la redacción, puntuación del trabajo y digitalización del trabajo.
Te amo.*

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Silvia Romero Rangel por el apoyo, paciencia y oportunidad de trabajar bajo su dirección. Por compartir sus conocimientos y guiarme en el difícil pero bello mundo de los encinos, gracias.

Al Laboratorio de Recursos Naturales UBIPRO por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

A los herbarios IZTA y ENCB por el préstamo de sus colecciones.

A la M. en C. Leonor Abundiz por la revisión de este trabajo. Por su valiosa amistad y enseñanzas que me ayudaron a elegir el camino de la Botánica.

A mis sinodales: Dra. Silvia Aguilar, M. en C. Ernesto Aguirre y M. en C. Carlos Rojas por su tiempo y disposición para la revisión de este trabajo, así como por sus acertadas sugerencias y comentarios.

A la bióloga Adriana Bernal Pedreira por la realización de las ilustraciones.

A todos mis profesores de la carrera, en especial al Biól. Gabriel Camarena, Biól. Nicolás Rodríguez, Biól. Felipe de J. Cruz, Biól. Edith López V., Dr. Jaime Barral, Prof. Roberto Rico, Biól. Nicolás Sánchez, Biól, Marcial Pineda y al Dr. Ismael Ledesma.

A mis compañeros del grupo 51 generación 1998-2001, originales y anexos.

INDICE

RESUMEN	.....	1
INTRODUCCIÓN	.....	3
MARCO TEORICO	.....	5
A) Datos Taxonomicos	.....	5
B) Historia Taxonomica del Genero <i>Quercus</i>	.....	6
C) Aspectos Geograficos de los Encinos	.....	10
D) Ecologia de los Encinos	.....	11
E) Utilidad	.....	13
F) Arquitectura Foliar	.....	15
ANTECEDENTES	.....	17
OBJETIVOS	.....	18
METODO	.....	19
A) Revision bibliografica	.....	19
B) Trabajo de herbario	.....	19
C) Trabajo de laboratorio	.....	19
D) Analisis de datos	.....	21
RESULTADOS Y DISCUSION	.....	22
Descripciones morfologicas, distribucion geografica, datos ecologicos, nombres populares y usos	.....	22
<i>Quercus deserticola</i>	.....	22
<i>Quercus eduardii</i>	.....	25
<i>Quercus elliptica</i>	.....	28
<i>Quercus frutex</i>	.....	31
<i>Quercus greggii</i>	.....	34
<i>Quercus obtusata</i>	.....	37
<i>Quercus potosina</i>	.....	40
<i>Quercus repanda</i>	.....	43
<i>Quercus scytophylla</i>	.....	46
<i>Quercus splendens</i>	.....	49
Descripciones de arquitectura foliar	.....	52
<i>Quercus deserticola</i>	.....	52
<i>Quercus eduardii</i>	.....	54
<i>Quercus elliptica</i>	.....	56
<i>Quercus frutex</i>	.....	58

<i>Quercus greggii</i>	.....	60
<i>Quercus obtusata</i>	.....	62
<i>Quercus potosina</i>	.....	64
<i>Quercus repanda</i>	.....	66
<i>Quercus scytophylla</i>	.....	68
<i>Quercus splendens</i>	.....	70
Analisis numerico	.....	72
A) Analisis numerico por ejemplares	.....	72
Analisis de conglomerados	.....	78
Analisis de componentes principales	.....	81
B) Analisis numerico por especie	.....	84
Analisis de conglomerados	.....	88
Analisis de componentes principales	.....	89
Estudio de estomas	.....	93
Caracteres diagnosticos	.....	98
CONCLUSIONES	.....	99
BIBLIOGRAFÍA CITADA	.....	100

RESUMEN

El género *Quercus* es el más grande dentro de la familia Fagaceae. En México está representado en tres subgéneros: *Erytrobalanus* (encinos rojos), *Leucobalanus* (encinos blancos) y *Protobalanus* (encinos intermedios); y se reportan aproximadamente 150 especies, se conocen encinares en todos los estados de la república, con excepción de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

El género es considerado como un grupo taxonómicamente complicado a consecuencia de la gran variabilidad morfológica que presenta en las hojas, lo que incrementa la dificultad de identificación taxonómica.

Por lo anterior y para contribuir en el conocimiento del género se abordó el estudio de la arquitectura foliar de las especies: *Quercus deserticola*, *Q. frutex*, *Q. greggii*, *Q. obtusata*, *Q. potosina*, *Q. repanda* y *Q. splendens* pertenecientes al subgénero *Leucobalanus* y *Q. eduardii*, *Q. elliptica* y *Q. scytophylla* pertenecientes al subgénero *Erytrobalanus*, planteándose los siguientes objetivos: 1) Describir la arquitectura foliar de diez especies. 2) Realizar un análisis numérico con la información obtenida. 3) Determinar el tipo de estomas y el índice estomático. 4) Determinar los caracteres diagnósticos de la arquitectura foliar de las especies estudiadas.

Se revisó la literatura que aportaba información sobre el género *Quercus*. Se revisaron ejemplares de los herbarios IZTA, MEXU y ENCB. Se prepararon muestras para hacer las descripciones de arquitectura foliar y el estudio de estomas. Los datos obtenidos se estudiaron por medio de un análisis fenético y de componentes principales.

Los resultados de los análisis contribuyeron a determinar caracteres de arquitectura foliar que sirvan como diagnósticos para ayudar en la delimitación de las especies.

Se obtuvieron 4 patrones de venación. El tipo semicraspedódroma-captódroma se presentó en las especies *Q. deserticola*, *Q. frutex*, *Q. obtusata*, y *Q. potosina*; el tipo semicraspedódroma en *Q. eduardii*; el tipo captódroma en *Q. elliptica*, *Q. frutex*, *Q. repanda* y *Q. splendens*; y el tipo craspedódroma en *Q. greggii*, *Q. potosina*, *Q. repanda* y *Q. scytophylla*. Se observaron cinco niveles de venación; nueve especies presentan areolas cuadrangulares y sólo *Q. repanda* presenta areolas pentagonales; todas presentan tricomas en el envés.

El análisis numérico de los ejemplares y de las especies mostró que se forman dos grandes grupos, el del subgénero *Leucobalanus* y el del subgénero *Erytrobalanus*. Los caracteres que contribuyeron a la separación de estos fueron la presencia de aristas o mucrones, el tipo de margen y los tipos de tricomas.

Los tipos de estomas que se presentaron fueron: anomocíticos en las especies del subgénero *Leucobalanus*, y ciclicíticos en las especies del subgénero *Erytrobalanus*. Los estomas solo están presentes en el envés de las láminas de la hoja. Los índices estomáticos

obtenidos fueron de 36 a 80 para el subgénero *Leucobalanus* y de 19 a 42 para el subgénero *Erytrobalanus*.

Los caracteres diagnósticos detectados en arquitectura foliar fueron: forma de la lámina, base, forma del margen, margen revuelto, vena media, 2ª vena < de divergencia, variación en el ángulo de las venas secundarias, venas intersecundarias, venación última marginal, tamaño de areolas, forma de tricomas en el envés, número de ramas de tricomas, estípites de los tricomas del haz, tomento, posición de tricomas y pecíolo.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las angiospermas, la familia Fagaceae es importante por su diversidad y abundancia en distintas comunidades a lo largo del hemisferio Norte (Manos y Stanford, 2001). Incluye nueve géneros y aproximadamente 1000 especies de árboles y arbustos monoicos ubicados en dos subfamilias: Castaneoideae y Fagoideae (Crepet & Nixon, 1989).

El género *Quercus* es el más grande dentro de la familia Fagaceae, e incluye alrededor de 500 especies en todo el mundo. En nuestro país el género está representado en tres subgéneros: *Erytrobalanus* (encinos rojos), *Leucobalanus* (encinos blancos) y *Protobalanus* (encinos intermedios) (Nixon, 1993).

Debido a que se han realizado pocos trabajos taxonómicos de *Quercus* en México, se desconoce el número exacto de especies, Trelease (1924) menciona 253, Miranda y Hernández X. (1963) mencionan 250, Martínez (1954) reconoce 350, Rzedowski (1978) menciona que podría haber entre 150 y 200 especies y Nixon (1993) estima que existen de 135-150 especies, de las cuales más de la mitad (86) son endémicas.

Respecto a su distribución, se conocen encinares en todos los estados de la República, con excepción de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, y se localizan desde el nivel del mar hasta los 3100 m s.n.m. (Rzedowski, 1978).

La importancia de los bosques de *Quercus* en México radica principalmente en el hecho de que es el género con mayor cobertura de zonas templadas en el territorio, además por los usos actuales que se le dan a la madera (leña, carbón, corteza) y los potenciales (obtención de celulosa, frutos, reforestación y ornato), hacen del género *Quercus* uno de los grupos taxonómicos de mayor importancia económica en nuestro país (Zavala, 1995).

El género es considerado como un grupo taxonómicamente complicado. Esto es consecuencia de la gran variabilidad morfológica que presenta principalmente en las hojas,

la variabilidad dentro de las especies y la aparente facilidad de hibridación entre éstas, lo que incrementa la dificultad de identificación taxonómica.

Por lo anterior, la posibilidad de catalogar y describir caracteres foliares con precisión, serán de gran ayuda en trabajos taxonómicos. Además un conocimiento más detallado de la arquitectura foliar permite discernir tendencias filogenéticas a partir de las hojas, las cuales son de gran importancia en el estudio de grupos fósiles y actuales, así como para conocer efectos del ambiente en las hojas (Hickey, 1974).

MARCO TEÓRICO

Datos taxonómicos

El género *Quercus* tiene su centro de origen en el sureste de Asia. Actualmente el centro de diversificación más grande a nivel mundial se encuentra probablemente en México, distribuido entre el bosque subtropical caducifolio, el bosque tropical perennifolio, el bosque de pino-encino y el matorral xerófilo (Rzedowski y Equihua, 1987). La familia Fagaceae incluye nueve géneros ubicados en dos subfamilias: Castanoideae que incluye a *Castanea* L., *Lithocarpus* Bl., *Castanopsis* Spach y *Chrysolepis* Hjelmquist; y Fagoideae que incluye a *Formanodendron* (Camus) Nixon & Crepet, *Colombobalanus* (Lozano, Hdz-C. & Henao) Nixon & Crepet, *Trigonobalanus* Forman, *Fagus* L., y *Quercus* L. (Manos, Zhou & Cannon, 2001).

El género *Quercus*, es el más grande dentro de la familia Fagaceae, con un estimado de 300 a 600 especies (Lawrence, 1951; Elías, 1971; Soepadmo, 1972). A nivel mundial, *Quercus* se pueden dividir en dos subgéneros (*Cyclobalanopsis* y *Quercus*) y cinco secciones. En México se pueden encontrar tres secciones pertenecientes al subgénero *Quercus*: *Rubrae* (encinos rojos), *Quercus* (encinos blancos) y *Protobalanus* (encinos intermedios). Las secciones *Rubrae* y *Protobalanus* son endémicos del nuevo mundo, y la sección *Quercus* también esta ampliamente distribuida en Europa y Asia (Nixon, 1993).

Trelease (1924) propone para América la clasificación del género en 131 series, las diez especies estudiadas se ubican de la siguiente manera:

- División** Magnoliophyta
- Clase** Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
- Subclase** Hammamelidae
- Orden** Fagales
- Familia** Fagaceae
- Subfamilia** Quercoideae
- Género** *Quercus*
- Subgénero** *Erythrobalanus*
- Serie** Nectandraefoliae
- Quercus elliptica* Née
- Serie** Scytophyllae

Quercus scytophylla Liebm.

Serie Durifoliae

Quercus eduardii Trel.

Subgénero Leucobalanus

Serie Deserticolae

Quercus deserticola Trel.

Serie Glaucoideae

Quercus splendens Née

Serie Microphyllae

Quercus frutex Trel.

Quercus repanda H & B

Serie Panduratae

Quercus obtusata H & B

Serie Revolutae

Quercus greggii (A. DC) Trel.

Serie Potosinae

Quercus potosina Trel.

Historia taxonómica del género *Quercus*

Nixon (1984) menciona que desde el siglo XVII existen referencias sobre el género *Quercus*, donde Ray y Tournefort reconocían tres géneros en Europa; sin embargo, los nombres no seguían alguna regla de nomenclatura.

Linneo (1753) en su obra “Genera Plantarum” dio a conocer 15 especies de encinos, antes de él, la familia Fagaceae aún era desconocida.

En el año de 1809 se publica el trabajo titulado “Plantae Aequinoctiales”, realizado por Alexander von Humboldt y Aimé Bonpland, en el cual se incluyen las descripciones de veinte especies consideradas como nuevas; aunque en la actualidad aproximadamente la mitad son tratadas como sinónimos.

Engler & Prantl (1897) reconocieron en el género *Quercus* las secciones: *Cyclobalanopsis*, *Erythrobalanus* y *Lepidobalanus*. A esta última la dividieron en ocho grupos.

Schwartz (1936) elevó a nivel genérico los encinos rojos (*Erythrobalanus*); en otro género (*Macrobalanus*) colocó a los encinos blancos de fruto grandes y en un tercer género (*Quercus*) ubicó a los encinos blancos de fruto pequeño. Esta clasificación fue fuertemente criticada por Muller (1942), argumentando que Schwartz no había realizado las investigaciones necesarias.

Camus (1938) en su trabajo ‘Les chenes’ menciona que existen 430 especies a nivel mundial; dividió al género *Quercus* en dos subgéneros: *Cyclobalanopsis*, que contiene 121 especies y *Euquercus* que contiene 304 especies.

A partir del Siglo XIX comenzaron a aparecer las publicaciones relativas al género: André Michaux realizó ‘Les Chenes de l’Amérique Septentrionale’, donde se describen 20 especies, y ‘Sur les arbres forestiers de l’Amérique Septentrionale’, en donde divide a los encinos con base en la maduración de la bellota (Liebmann, 1869; Martínez, 1954).

La primera revisión completa de los encinos de Centroamérica se dio a conocer en el tratado de Alfonso de Candolle en 1864 (Muller, 1942).

Liebmann (1869) en su obra ‘Chenes de l’Amérique Tropicale’ describe 52 especies, de las cuales aproximadamente 16 son nuevas.

Trelease (1924) publicó su trabajo ‘The American Oaks’ donde agrupa en 131 series a 371 especies, además de numerosas formas y variedades. Sin embargo, actualmente la mayoría de las especies se consideran como sinónimos.

En 1974 McVaugh publica ‘Flora Novogaliciana’ la cual trata al género *Quercus* y reporta 41 especies.

A principios del siglo XIX se hacen las primeras descripciones correspondientes a los encinos de México. Louis Née (1801) publicó 16 especies de encinos de México y California, en los Anales de Ciencias Naturales de Madrid.

Schlechtendal y Chamizo (1830) reportaron ocho especies de encinos para México, de las cuales cinco fueron nuevas.

Galeotti y Martens (in Standley, 1922) describen 35 especies de encinos, basados en colecciones hechas por Galeotti durante su viaje a México.

A principios del Siglo XX, Standley (1922) publicó “Trees and Shrubs of México” donde menciona 112 especies de encinos.

Martínez (1954) elaboró la obra llamada “Los encinos de México” publicada en los Anales del Instituto de Biología, donde reporta 260 especies para México.

Soto (1982) dio a conocer el “Estudio Taxonómico del género *Quercus* de la Cuenca del río Zopilote, Guerrero”. En este trabajo reporta 11 especies, de las cuales siete son del subgénero *Erytrobalanus* y cuatro del subgénero *Leucobalanus*.

González (1986) en su trabajo “Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco” reporta 42 especies; 21 *Erytrobalanus* y 21 *Leucobalanus*.

Bello y Labat (1987) hace el estudio de los encinos del estado de Michoacán y reportan 30 especies.

Valencia (1989) en su trabajo “Contribución al conocimiento del género *Quercus* en el estado de Guerrero”, reconoce 30 especies: 12 del subgénero *Leucobalanus* y 18 del *Erytrobalanus*.

De la Cerda (1990) en su trabajo “Los encinos de Aguascalientes” identifica 15 especies de las cuales siete pertenecen al subgénero *Leucobalanus* y ocho al subgénero *Erytrobalanus*.

Vázquez en 1992 realizó el trabajo ‘El género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Puebla’, reportando 32 especies, 17 pertenecientes al subgénero *Leucobalanus* y 15 al subgénero *Erytrobalanus*.

‘El género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de México’ fue elaborado por Romero y col. (2002); en este trabajo reporta 23 especies, 13 especies del subgénero *Erytrobalanus* y 10 especies del subgénero *Leucobalanus*.

En los trabajos realizados para México se encuentran reportadas las especies utilizadas en este trabajo.

Aspectos geográficos de los encinos

Dentro de las fagaceas el género *Quercus* tiene la más amplia distribución. Sus especies se encuentran como elementos dominantes en las zonas templadas. También se les encuentra en regiones tropicales, subtropicales, áridas y semiáridas del hemisferio norte (Jones, 1986).

A nivel mundial existen aproximadamente unas 50 especies en los bosques de China, 19 en Malasia, 46 en Centroamérica y cerca de 90 en Estados Unidos y Canadá (Zavala & García, 1996), y en México un aproximado de 150 a 200 especies (Rzedowski, 1978).

De las especies existentes en México, cerca del 46% son del subgénero *Leucobalanus*, 51% de *Erythrobalanus* y 3% de *Protobalanus*. Más de la mitad de las especies son endémicas del país y otras son de amplia distribución, habitando en Estados Unidos, Canadá y Centroamérica (Zavala, 1989). De las diez especies en estudio nueve son endémicas de México y solo *Quercus elliptica* Née la encontramos en México y Centroamérica.

Se reconocen bosques de *Quercus* en casi todos los estados de la República. Los estados con mayor diversidad de especies de *Quercus* son Nuevo León, Veracruz, Oaxaca, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Chiapas, Chihuahua, Hidalgo y Estado de México, con 40 o más especies; mientras que el estado menos diverso es Tabasco con dos especies. No se tienen reportes de encinos en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Se encuentran desde el nivel del mar hasta 3100 m s.n.m., aunque más del 95% de su extensión se halla en altitudes entre 1200 y 2800 m. Constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son comunes en la Sierra Madre Occidental, en el Eje Volcánico Transversal, en la Sierra Madre del Sur, en las sierras del norte de Oaxaca y en las de Chiapas y de Baja California (Rzedowski, 1978).

Ecología de los encinos

Se calcula que en México los encinares ocupan el 5.5% de la superficie del país y además se asigna el 13.7% a los bosques de pino-encino (Flores *et al.*, 1971).

De acuerdo con Rzedowski (1978) los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades características de las zonas montañosas de México, y junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo.

Los encinares prosperan en condiciones de clima templado subhúmedo, pero también se extienden hacia los cálidos húmedos y secos. La precipitación media anual varía de 350 mm a más de 2000 mm. Las temperaturas medias anuales tienen una amplitud de 10 a 26° C y más frecuentemente de 12 a 20 °C. La mayoría de los encinares se halla entre las isoyetas de 600 y 1200 mm.

Se les ha observado sobre diversas clases de roca madre, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, así como en suelos profundos de terrenos aluviales planos. No toleran deficiencias de drenaje, aunque pueden crecer en tierra permanentemente húmeda. Típicamente el suelo es de reacción ácida moderada (pH 5.5 a 6.5), con abundante hojarasca y materia orgánica. La textura puede variar de arcilla a arena al igual que la coloración, que frecuentemente es roja, aunque puede ser amarilla, negra, café o gris.

Los individuos de encino miden desde 0.40 a 40 m de alto, forman principalmente comunidades de tipo cerrado, aunque los hay abiertos y muy abiertos. Varían de totalmente caducifolios a totalmente perennifolios y el tamaño de las hojas de las especies dominantes de nanófilas a megafilas. Pueden formar masas puras, pero es más frecuente que la dominancia se reparta entre varias especies del mismo género y a menudo admiten la compañía de pinos, así como de otros árboles.

Los bosques de *Quercus* de estatura baja no tienen sino un solo estrato arbóreo, mientras que en los más altos pueden distinguirse dos o tres. También existen uno o dos

estratos arbustivos, característicamente bien desarrollados y cubriendo bastante espacio. El herbáceo varía mucho en importancia, pues desempeña un papel importante en los encinares abiertos, mientras que en los más densos disminuye su participación y sólo se encuentra bien representado en los claros de bosque.

Los encinos se reconocen como buenos hospederos de epifitas, que varían desde líquenes, musgos y fanerógamas. La abundancia y diversidad de epifitas está relacionada con el clima, sobre todo con la humedad atmosférica y sus variaciones a lo largo del año.

Hay indicios de que en todos los bosques de *Quercus* de México existan relaciones micorrícicas ectotróficas

Los encinares presentan en su composición florística una mezcla de elementos neotropicales y holárticos en partes más o menos equivalentes y con participación importante de géneros autóctonos. La proporción de los holárticos aumenta en general de sur a norte y según aumenta la altitud, mientras que los neotropicales aumentan de norte a sur y la importancia de los terceros se incrementa con la aridez.

La flora de los encinares es rica en endemismos a nivel de especie, aunque la gran mayoría de los géneros tienen una distribución relativamente vasta que trasciende ampliamente los límites del país. Las especies de la familia Compositae están por lo común muy bien representadas, y en regiones de clima fresco suponen 15 a 20% de la flora a nivel de género; les siguen en importancia las especies de la familia Graminae, pero la participación de ambas familias también disminuye con el aumento de la humedad y de la temperatura (Rzedowski, 1978).

Utilidad

La gran importancia que los encinos tienen en el aspecto ecológico y por su importante aprovechamiento que se les da en México, se les considera como especies prioritarias para su estudio y adecuada explotación (Romero, 1993).

Históricamente, los encinos han sido una importante fuente de combustible, alimento y materiales para construcción. Dentro de los productos que se aprovechan de los encinos están la corteza, hojas, pigmentos y taninos, estos dos últimos utilizados para curtir pieles. También se sabe que las bellotas fueron una fuente importante de alimento para los pueblos indígenas de Norteamérica, América Central, Europa y Asia (Nixon, 1997).

En México su uso se ha restringido principalmente a la elaboración de leña y carbón para combustible, sin embargo a escala local se utiliza de diversas formas. Son varios los factores que han limitado el aprovechamiento de los encinos: desconocimiento taxonómico, ecológico y distribución geográfica, escaso conocimiento relacionado con los procesos tecnológicos y desconocimiento casi total de su germinación y propagación (Romero *et al.* 2002).

Actualmente todas las partes o estructuras de los encinos son susceptibles de utilización:

La **madera**, además de su uso generalizado para leña y carbón, se utiliza para postería, pulpa para papel, implementos agrícolas, construcción, curtiduría, cercas, muebles rústicos, bancos, puertas, chapa, redilas, vaquetas para tambor y artesanías.

Las **flores**, según Martínez (1954) y Ponce (1941), se usan como antiespasmódicos, contra los vértigos y la epilepsia. En el caso de *Quercus crassipes*, la flores tiernas se consumen capeadas con huevo (Camacho, 1985).

Las **bellotas** se utilizan como alimento para cerdos, gallinas y conejos, obteniendo un aumento significativo de peso (García, 1976).

En algunas zonas del país se utilizan para elaborar harina para tortillas, pan y galletas. Asimismo la harina se utiliza para tamales, chocolate y atole, para esto se mezcla con maíz (Camacho, 1985), o simplemente se consumen tostadas; también se utilizan para la elaboración de café, para lo que se tuestan y muelen.

La **corteza** de algunos encinos, entre ellos *Quercus castanea*, *Q. elliptica*, *Q. rugosa* y *Q. oleoides*, es utilizada para amacizar los dientes (Bello y Labat, 1987; López, 1988).

Los Tepehuanos en Chihuahua utilizan la corteza de *Q. crassifolia* para aliviar los dolores de las encías y para fermentar bebidas de maíz y agave. También con la corteza de *Q. coccolobifolia* se elabora una bebida refrescante para hacer lavados bucales (Pennington, 1963).

En la medida que se incrementen los estudios de encinos en nuestro país, podrán utilizarse intensivamente para pulpa de papel, mangos de herramientas, cajas para empaque, construcciones navales y terrestres, durmientes, muebles, instrumentos musicales, pilotes, chapa, artesanías, tonelería, combustible, entre otros (Romero, 1993). Así también sería importante realizar estudios etnobotánicos con el fin de corroborar los usos antes mencionados y conservar dicha información.

Arquitectura foliar

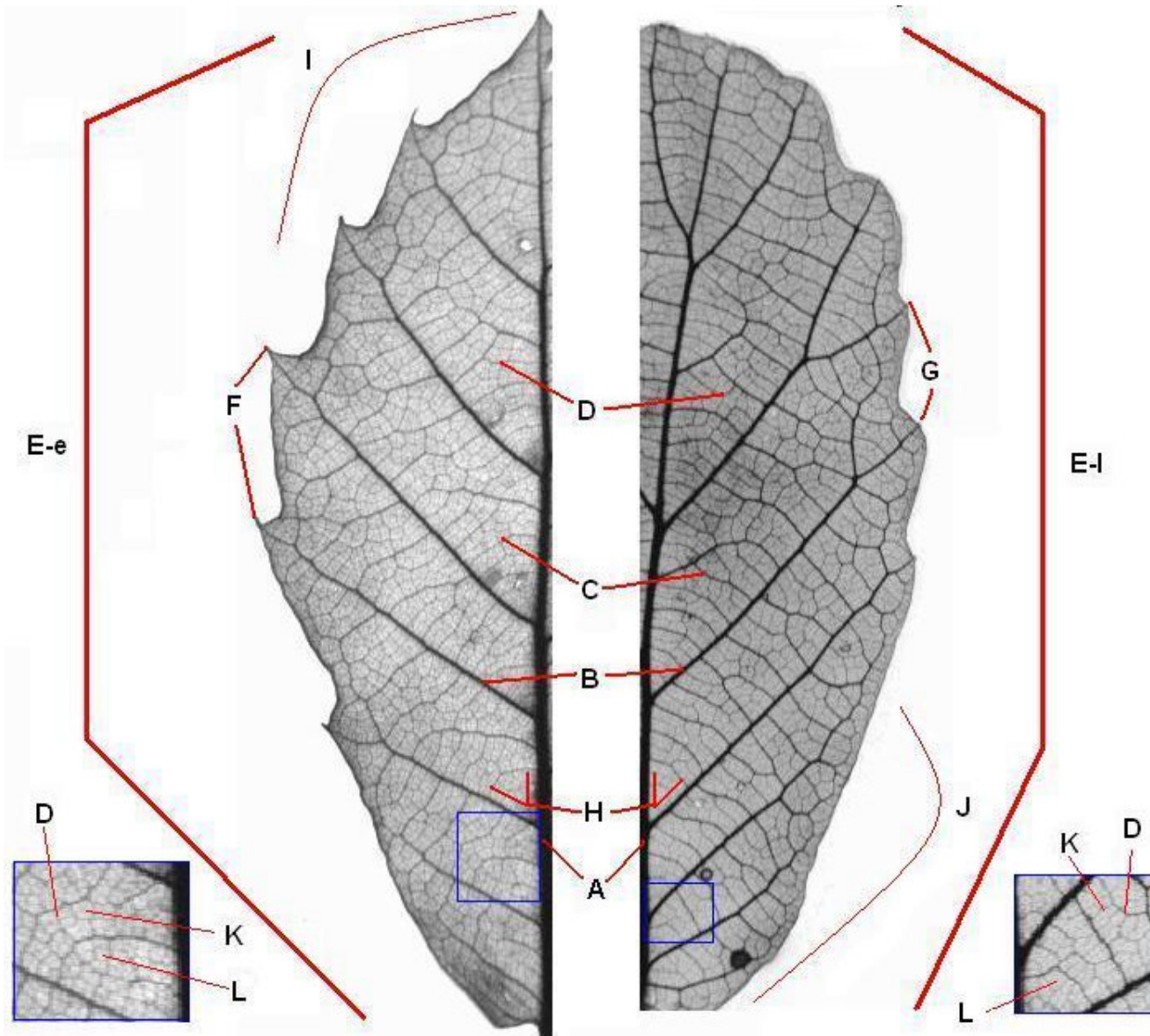
Hickey (1974) utiliza el término arquitectura foliar para designar la ubicación y la forma de aquellos elementos que constituyen la expresión externa de la estructura foliar, incluyendo tipo de venación, configuración marginal, forma de la hoja y posición de las glándulas. Esto se basa en que la mayoría de las familias y géneros poseen modelos de organización arquitectónica consistente y reconocible.

Estudios de plantas actuales y fósiles indican la existencia de patrones de arquitectura foliar con valor importante para determinar las relaciones taxonómicas y filogenéticas entre las angiospermas (Hickey, 1974).

En la mayoría de las hojas la venación está claramente diferenciada en clases. Las venas de una clase particular desarrollan una uniformidad en el curso y un modelo de su distribución en relación a las otras clases y a las características marginales de la hoja. Esto hace que el reconocimiento de órdenes de venación sea esencial al describir la arquitectura foliar. Cabe mencionar, que la descripción de las hojas no sólo se basa en caracteres cualitativos, también en caracteres cuantitativos como la relación largo/ancho (l/a) de la lamina, ángulo formado entre la vena primaria y secundarias, ángulo formado por la base y el ápice (Fig. 1 y 2) (Hickey *et al.*, 1999).

Hickey (1974) menciona que las descripciones morfológicas consideran características superficiales como descripción general de la hoja, margen de la hoja y configuración general de las venas. Esto ha dado un porcentaje excesivamente alto de asignaciones genéricas incorrectas y como resultado la existencia de un número considerable de sinónimos. En este sentido, la arquitectura foliar puede aportar información que ayude a definir los límites taxonómicos entre la especie del género *Quercus*, considerado hasta ahora como un grupo taxonómicamente difícil por su gran variabilidad morfológica.

Figura 1. Arquitectura foliar.



- A. Vena primaria
- B. Vena secundaria
- C. Vena terciaria
- D. Vena cuaternaria
- E-l. Margen crenado
- E-e. Margen serrado
- F. Arista
- G. Mucrón
- H. \angle de divergencia
venas secundarias
- I. Ápice
- J. Base
- K. Vena quinta
- L. Areola

ANTECEDENTES

Hasta el momento existen pocos trabajos de arquitectura foliar, ya que en México es relativamente nuevo y dentro del género *Quercus* es aún menor, y en algunos de ellos sólo se ha considerado el estudio de los tricomas, los cuales han mostrado que son útiles para distinguir especies.

Manos (1993) basa el estudio de los tricomas para reconocer cinco especies de la sección *Protobalanus* y propone una hipótesis de variación geográfica e hibridación entre pares de especies en esta sección.

Llamas *et al.* (1995) reconocieron, por medio de características de tricomas, ocho especies de encinos en la Península Ibérica y con base en estos caracteres propusieron una clave para la identificación de especies.

Valencia y Delgado (1995) utilizan la arquitectura foliar como una herramienta taxonómica para reconocer individuos de *Quercus affinis* y *Q. laurina*.

Romero (2000) describe y compara los patrones de venación, junto con otros caracteres, de diez especies de la serie *Acutifoliae*; entre los caracteres que toma en cuenta para el análisis de similitud se encuentran la forma de la lamina foliar, base, ápice y margen, así como el número de venas secundarias, lóbulos y dientes, y en algunos casos la abundancia de tricomas.

Martínez (2002) describe los patrones de venación y el tipo de dientes presentes en *Quercus sartorii* y *Q. xalapensis*.

Debido a que los trabajos realizados sobre arquitectura foliar de encinos (*Quercus*) son limitados es que se aboca uno a cumplir con los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivo General:

- ∞ Contribuir al conocimiento de la arquitectura foliar de diez especies mexicanas de *Quercus*.

Objetivos Particulares:

1. Describir la arquitectura foliar de diez especies de *Quercus* pertenecientes a los subgéneros *Leucobalanus* y *Erytrobalanus*.
2. Determinar el nivel de similitud entre las especies, a través de un análisis fenético utilizando las técnicas de Conglomerados y de Componentes Principales.
3. Determinar el tipo de estomas y el índice estomático de las diez especies.
4. Determinar cuales son los caracteres diagnósticos de la arquitectura foliar que ayuden a la delimitación taxonómica de las especies estudiadas.

MÉTODO

Revisión bibliográfica:

Se hizo la revisión de la literatura que aporta información sobre el género *Quercus* y las especies estudiadas. Las descripciones morfológicas, datos ecológicos, distribución, nombres populares y usos se basaron en: Romero *et al.* (2002), González (1986) y Bello y Labat (1987).

Trabajo de herbario:

Se revisaron los ejemplares depositados en los herbarios de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (IZTA) de la UNAM, del Instituto de Biología (MEXU) de la UNAM y de las Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del IPN; y fueron seleccionados 124 ejemplares, aproximadamente 12 por especie, que presentaran características representativas de las especies y que abarcaran el mayor número posible de entidades de la república mexicana.

Trabajo de laboratorio:

Se eligieron dos hojas maduras de ejemplares de cada especie. Una hoja se utilizó para obtener las características de arquitectura foliar y la otra para determinar el tipo de estomas y obtener el índice estomático.

Para realizar la diafanización y tinción ajustada para los ejemplares de *Quercus*, las hojas seleccionadas se sometieron a un proceso de aclaración, para lo cual se sumergieron en una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 5% y se dejaron hervir durante 10 minutos, después se lavaron en agua corriente y se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 30% caliente hasta que quedaran blancas, enseguida se lavaron con agua corriente. Para realizar la tinción, las hojas aclaradas se colocaron en safranina alcohólica al 1% durante 45 minutos. Después, se hicieron cambios graduales de alcohol de 60%, 70%, 80% y 96% por 15 minutos cada uno, posteriormente se colocaron en xilol hasta lograr el

aclareamiento de la hoja. Las muestras obtenidas se montaron entre dos cristales con resina para microscopia. Las muestras diafanizadas se depositaron en el laboratorio de encinos de la FES Iztacala UNAM

Se obtuvieron imágenes de las características macromorfológicas de la arquitectura foliar con un digitalizador Alpha Innotech. Las características micromorfológicas se obtuvieron con la utilización de los microscopios estereoscópico y óptico.

La descripción de la arquitectura foliar se realizó de acuerdo a Hickey (1974). Los caracteres observados incluyeron forma de la lámina, abarcando aspectos como las formas basales y apicales de las hojas, la presencia o ausencia de dientes en el margen, la forma del pecíolo y la textura de la hoja. Después se examinó la configuración de las venas, comenzando con venas primarias y secundarias que determinan las clases mayores de venación. Posteriormente, se describieron los rasgos de órdenes de venación progresivamente más altos (3°, 4° y 5°), terminando con la descripción de las vénulas y las areolas.

Los caracteres obtenidos para cada una de las especies se corroboraron con la revisión de los 94 ejemplares restantes.

Se determinaron los tipos de estomas (Hickey, 1999) y el Índice Estomático ($IE = \frac{\text{número estomas}}{\text{número estomas} + \text{número de células epidérmicas}} \times 100$).

Para tener un registro de las características micromorfológicas se tomaron fotografías con una cámara Nikon FX-35DX a diferentes aumentos.

Se realizaron las descripciones de la arquitectura foliar de las especies estudiadas, obteniéndose dibujos y fotografías.

Análisis de datos:

Con el paquete “Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System” (NTSYS), versión 2.0 (Rohlf, 1997) se realizó el análisis numérico. Se hicieron dos análisis de similitud, en el primero se consideró como OTU’s a los ejemplares, el cual tuvo como finalidad determinar si éstos se agrupan con base a los caracteres de arquitectura foliar. En el segundo se consideró como OTU’s a las especies, en este caso el fin fue conocer la similitud entre los taxa. En los análisis se emplearon caracteres cualitativos y cuantitativos.

Para hacer el análisis con ejemplares se elaboró una matriz básica de datos formada por 101 estados de carácter (filas) y 30 OTU’s (columnas) (Tabla 3), para el análisis con especies se elaboró una matriz con 101 estados de carácter (filas) y 10 OTU’s (columnas) (Tabla 6). Los caracteres cualitativos se codificaron como binarios (presencia-ausencia); mientras que los caracteres cuantitativos se codificaron con el promedio de los valores obtenidos. Para reducir los errores por las diferencias de escala la matriz se estandarizó por líneas, utilizando la media y la desviación estándar del programa NTSYS.

Para obtener la semimatriz de similitud se utilizó el coeficiente de Distancia Taxonómica, ya que se considera el más apropiado para matrices donde se incluyen datos cuantitativos y cualitativos. Para este coeficiente la medida de semejanza se da en valores entre cero e infinito. La máxima similitud está dada por el valor más cercano a cero y la mínima por los valores más alejados de cero. El método de agrupación que se utilizó fue el de ligamiento promedio no ponderado (UPGMA) (Romesburg, 1984), en el que se seleccionan los valores promedios de similitud o disimilitud entre OTU’s y no se elimina ningún valor.

El análisis de componentes principales (ACP) se realizó con una matriz mixta de 101 estados de caracteres. La finalidad del análisis es reconocer los caracteres que ayudarían a esclarecer los límites taxonómicos entre las especies. Se obtuvieron los fenogramas correspondientes y los gráficos del análisis de componentes principales para su análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan a continuación: a) las descripciones morfológicas de las diez especies, incluyendo su reconocimiento, distribución, hábitat, fenología, nombres populares y usos; b) las descripciones de arquitectura foliar; c) el análisis numérico y d) los resultados del estudio de estomas.

Descripción morfológica de las especies.

1. *Quercus deserticola* Trelease, Mem. Nat. Acad. Sci. 20: 79, pl. 113. 1924. TIPO. México: Desierto, *Uhde 309* (HT: B).

Árbol de 8-10 m de alto; ramillas de 1.5-4 mm de diámetro, densamente pubescentes amarillo tomentosas, el tomento persiste por dos o más temporadas, formado por tricomas estrellados; la corteza gris con lenticelas de hasta 1 mm, blancas, visibles sólo en ramillas viejas; yemas de 2-3.5 mm de largo, ovoides, escamas escariosas con los bordes ciliados; estipulas de 3-5 mm de largo, lineares o filiformes, pilosas, rojizas, persistentes en hojas jóvenes y yemas; hojas jóvenes rojizas, haz verde, con el indumento formado por abundantes tricomas estrellados cortos, estipitados, envés más pálidos, con pubescencia más densa formada también por tricomas estrellados estipitados, pero con las ramas más largas; hojas maduras oblongas, elípticas, elíptico-oblongas u obovadas, subcoriaceas, lámina (2.5-)4-7.5(-8.5) x (1.3-)2-3.5(-4.5) cm, ápice agudo u obtuso, mucronado, base cordada o subcordada, borde entero, revoluto, ondulado o dentado, 2 a 5 dientes mucronados de cada lado, frecuentemente asimétricos; nervaduras de 6-9 de cada lado, que se continúan en el diente; haz verde lustroso con tricomas estrellados cortos, estipitados, uniformemente distribuidos, más abundantes en la nervadura central, nervaduras impresas; envés pálido, con abundantes tricomas estrellados, estipitados, con las ramas más largas que los del haz y tricomas glandulares rojizos sobre la epidermis ampulosa y papilosa, nervaduras elevadas; pecíolos de 2-5(-6) mm de largo, de 0.5-1 mm de diámetro, pubescentes al igual que las ramillas, base engrosada; amentos femeninos con 3 a 10 flores en pedúnculos de hasta 30 mm, densamente pubescentes; fruto anual, solitario o en grupos de 2 o 3 sobre pedúnculos de 2-9 mm de largo; cúpula hemisférica de 14-17(-20) mm de diámetro, las escamas con pubescencia blanca, las de la bases engrosadas, las superiores menos pubescentes, ápices obtusos, ligeramente elevados; bellota ovoide, pared interna del

pericarpio glabra, de 11-13(-19) mm de largo, de 11-15 mm de diámetro, un tercio de su largo incluida en la cúpula (Fig. 1).

Reconocimiento. *Quercus deserticola* se reconoce por ser un árbol con las ramillas densamente pubescentes y hojas de hasta 7.5 cm de largo con bordes revolutos y sin aristas.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Estado de México y Distrito Federal. En bosques de *Quercus*, pastizal y matorral xerófilo, se asocia con *Alnus* y *Cupressus*, en altitudes de 2600-2800 m.

Fenología. Florece en abril y fructifica de julio a diciembre.

Nombres populares y usos. Encino tecuz, encino chico, encino prieto, palo chino, encino colorado. Su corteza se utiliza para curar encías, amacizar los dientes y en curtiduría; su madera como leña, pulpa para papel, carbón, cabos para herramientas, horcones, postes para cerca y arados (González, 1986; Bello & Labat, 1987).

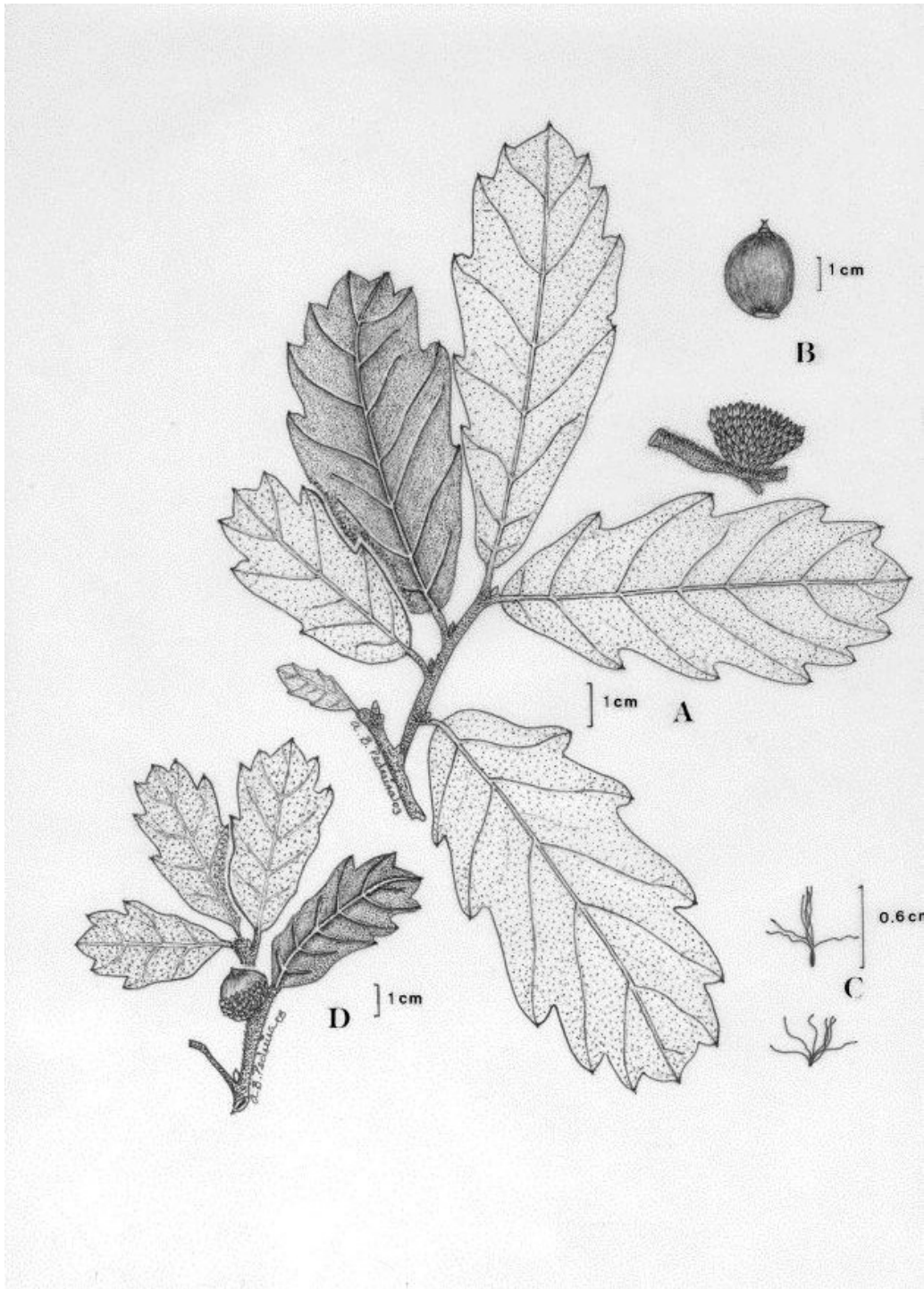


Figura 1. *Quercus deserticola*. A. Rama con hojas. B. Fruto y cúpula. C. Tricomas. D. Ramas con fruto (Díaz B. 2406, ENCB).

2. *Quercus eduardii* Trelease Mem. Nat. Acad. Sci. 20: 121, pl. 219. 1924. TIPO. México: Durango, Cd. Durango, *Palmer 956*

Árbol de 5-10 m de alto, con tronco de 20-45 cm de diámetro, con corteza áspera cuadrículada, negra; en lugares abiertos arbusto de 1 m de alto o menos, a veces árbol de 15-20 m de alto con tronco de 50-60 cm de diámetro; ramillas de 1-1.5 mm de diámetro, ramillas jóvenes (al igual que las hojas jóvenes) tomentosas y cubiertas con pelos glandulares dorados o ámbar, delgadamente pubescente, café rojizo o negro, con numerosas lenticelas claras; yemas ovoides, agudas, de 1.5-3.5 mm de largo, color café, lustrosas, las escamas ciliadas; estípulas 4.5-6 mm de largo, membranosas, pilosas, oblanceoladas, caen en Abril y Mayo antes que sean totalmente cafés, o raramente persistentes; hojas pequeñas, verdes en ambos lados pero usualmente más claras en el envés, coriáceas, oblongo-elípticas a ovadas-lanceoladas, ocasionalmente oblanceoladas u obovadas, 2-4.5(-6.5) cm de largo, (0.6-)1-2(-3) cm de ancho, 1.5-3 (usualmente 2) más larga que ancha, frecuentemente ápice agudo o subagudo, base cordada o subcordada; margen liso o escasamente revoluto, borde cartilaginoso frecuentemente tan grueso como las venas laterales; lámina raramente entera, usualmente dentada serrada, con 1-5 dientes aristados por lado, borde entero solamente cerca de la base o en ocasiones a la mitad de la lámina; venas de 5-8 a cada lado, ascendentes, ramificándose y anastomosándose en el margen; haz lustroso, verde oscuro o verde grisáceo, esencialmente glabrescente o pubescencia persistente cerca de la base, vena media notablemente más clara, venas secundarias claras contrastando con los espacios verdes entre ellas, envés claro uniformemente verde, menos lustroso, cubierto por pelos estrellados con forma de mechón, pelos estrellados largos en las axilas de las venas, vena media más prominente que en el haz; pecíolos de 2-4 (-7) mm de largo; flores pistiladas 1(-2), en un pedúnculo de 1-4 mm de largo; fruto anual, sésil, cúpula de 10 mm de diámetro, 6 mm de profundidad, escamas delgadas, apresas, redondeada, al principio tomentosas, al final glabrescentes, café; bellota ovoide, 10 mm de largo, con la mitad incluida en la cúpula.

Reconocimiento: *Quercus eduardii* se reconoce por presentar el haz y el envés lustrosos, tricomas estrellados contortos distribuidos uniformemente dando la apariencia de estar punteado.



Distribución y hábitat: Durango, Zacatecas, Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo. Se le encuentra en pastizales y bosques abiertos de *Quercus*, *Pinus-Quercus*, se asocia con *Acacia*, *Mimosa*, y *Opuntia*; en altitudes de 1500-2650 m.

Fenología. Florece junio y julio, fructifica de octubre a noviembre.

Nombres populares y usos: Palo colorado, encino manzano y encino colorado. Se utiliza como leña, horcones y cercas (Romero, 2002).

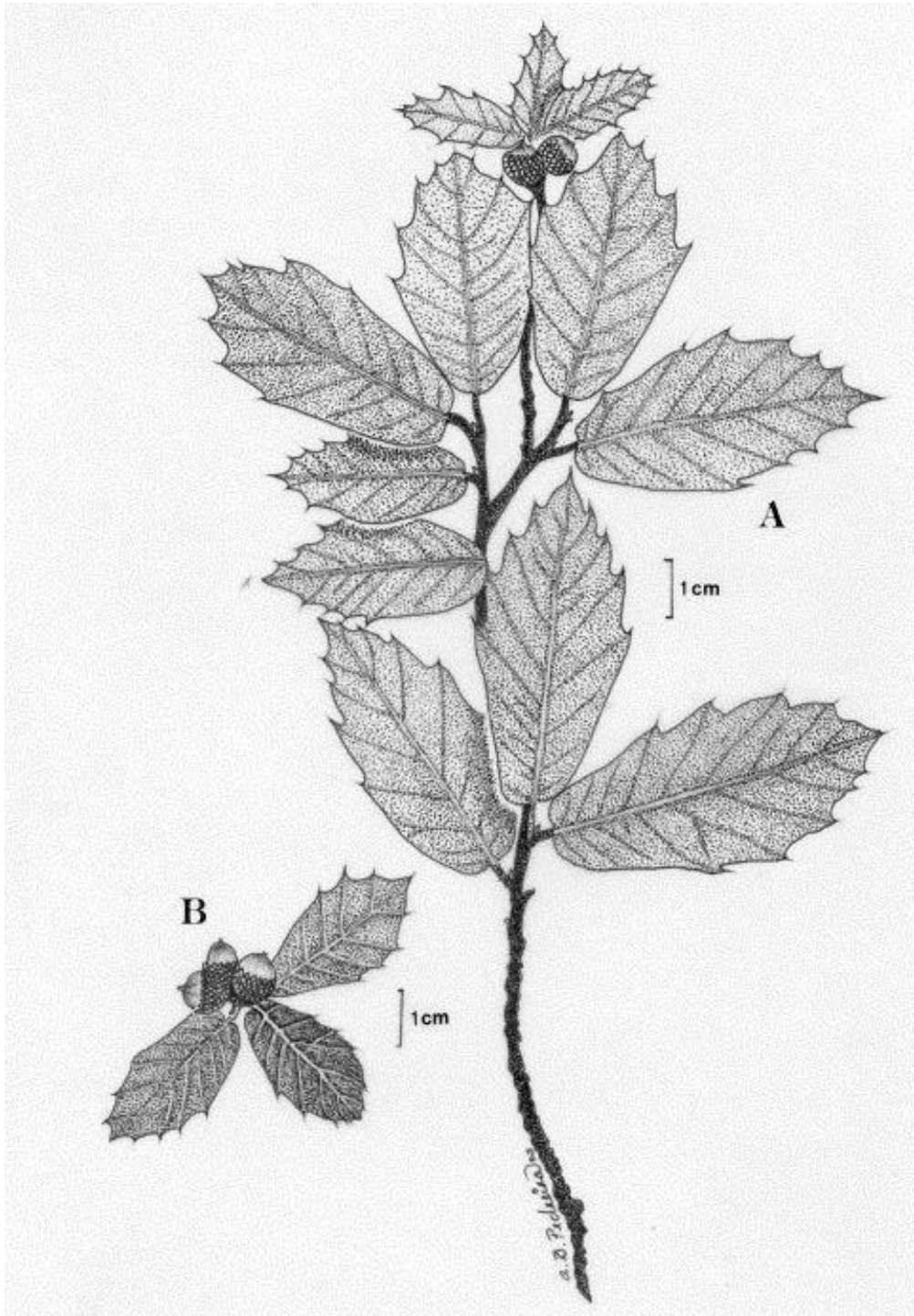


Figura 2. *Quercus eduardii*. **A.** Rama con hojas (Martínez C. 622, IZTA). **B.** Hojas con fruto (R & J. D. Galvan 3950, IZTA).

3. *Quercus elliptica* Née, Anales Ci. Nat. 3: 278. 1801. TIPO. México: Hidalgo, Ixmiquilpan y Zimapán. Née s. n. (P).

Árbol de 8-15 m de alto, con el tronco de 15-70 cm de diámetro, corteza gris oscura; ramillas densamente pubescentes, de 2-3 mm de diámetro, al principio de color amarillo, después se ennegrecen, el indumento formado por tricomas estrellados uno largos y otros cortos, erectos; lenticelas escasas cubiertas por la pubescencia, de hasta 0.5 mm de largo; yemas de 2-4 mm de largo, ovoides, de color castaño oscuro; estípulas de 7-8 mm, oblanceoldas, ciliadas, principalmente en ápice y base, membranosas, escariosas, deciduas; hojas jóvenes y maduras cubiertas con pequeños pelos estrellados, los de la nervadura central más largos, y pelos simples glandulares color ámbar; hojas maduras rígidas, coriáceas, elípticas, lanceoladas u oblanceoladas, lámina (2.1-)4.5-12 x (1.8-)3-5(-6.5) cm, ápice obtuso, agudo o emarginado, cuando es agudo a veces con arista de hasta 2 mm de largo, base redondeada, cordada o auriculada, borde entero, engrosado, cartilaginoso, ligeramente revoluto; nervaduras de 8-16 de cada lado, se ramifican en el borde, forman arcos interconectados; haz verde pálido, lustroso, casi glabro, con pequeños pelos muy dispersos, en la base de la nervadura central se agrupan pelos con los rayos más largos, nervaduras impresas o ligeramente elevadas; envés glabro, a veces con pelos estrellados dispersos sobre la lámina, con aproximadamente 6 rayos cortos extendidos, en las axilas de las nervaduras son más largos, nervaduras elevadas, pálidas, gruesas, epidermis ligeramente ampulosa, papilosa; pecíolo de (3-)4-7 mm de largo, de 1-1.5 mm de diámetro, densamente pubescentes; amentos masculinos de 5-9 cm de largo, de muchas flores en posición alterna, flores sésiles, perianto de 2-4 mm de diámetro, de 1.5-2 mm de largo, lóbulos ciliados, 4 a 7 estambres, anteras oblongo-elipsoidales, de 1-1.5 mm de largo, glabras, filamentos de 1-2 mm de largo, raquis muy pubescente; flores femeninas solitarias, en pares o en grupos de 4 a 5 sobre un pedúnculo pubescente de 1-1.5 cm de largo; frutos de 1-3, sobre un pedúnculo de 2-3 mm de largo; cúpula pateliforme, de 3-4 x 14-15 mm de diámetro, escamas triangulares, no engrosadas en la base, ápice obtuso, pubescente, bordes más oscuros; bellota ancha, pared interna del pericarpo lanosa, ovoide de 13-15 x 14-15 mm de diámetro, incluida en la cúpula menos de una tercera parte (Fig. 3).

Reconocimiento. *Quercus elliptica* se reconoce por sus hojas elípticas, su borde entero y envés glabrescente.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, México, Oaxaca y Veracruz; también en América Central. Habita en bosques de *Pinus-Quercus* y de galería, en altitudes de 1500-1900 m.

Fenología. Florece de febrero a marzo y fructifica en octubre.

Nombres populares y usos. Encino cucharita, encino tapahuite, encino nanche, encino colorado, encino laurel, encino cáscara, encino saucillo. Su madera se usa como leña y para elaborar carbón (González, 1986), también para bancos, muebles rústicos, mangos, cabos de herramientas, vigas de construcción y postes.

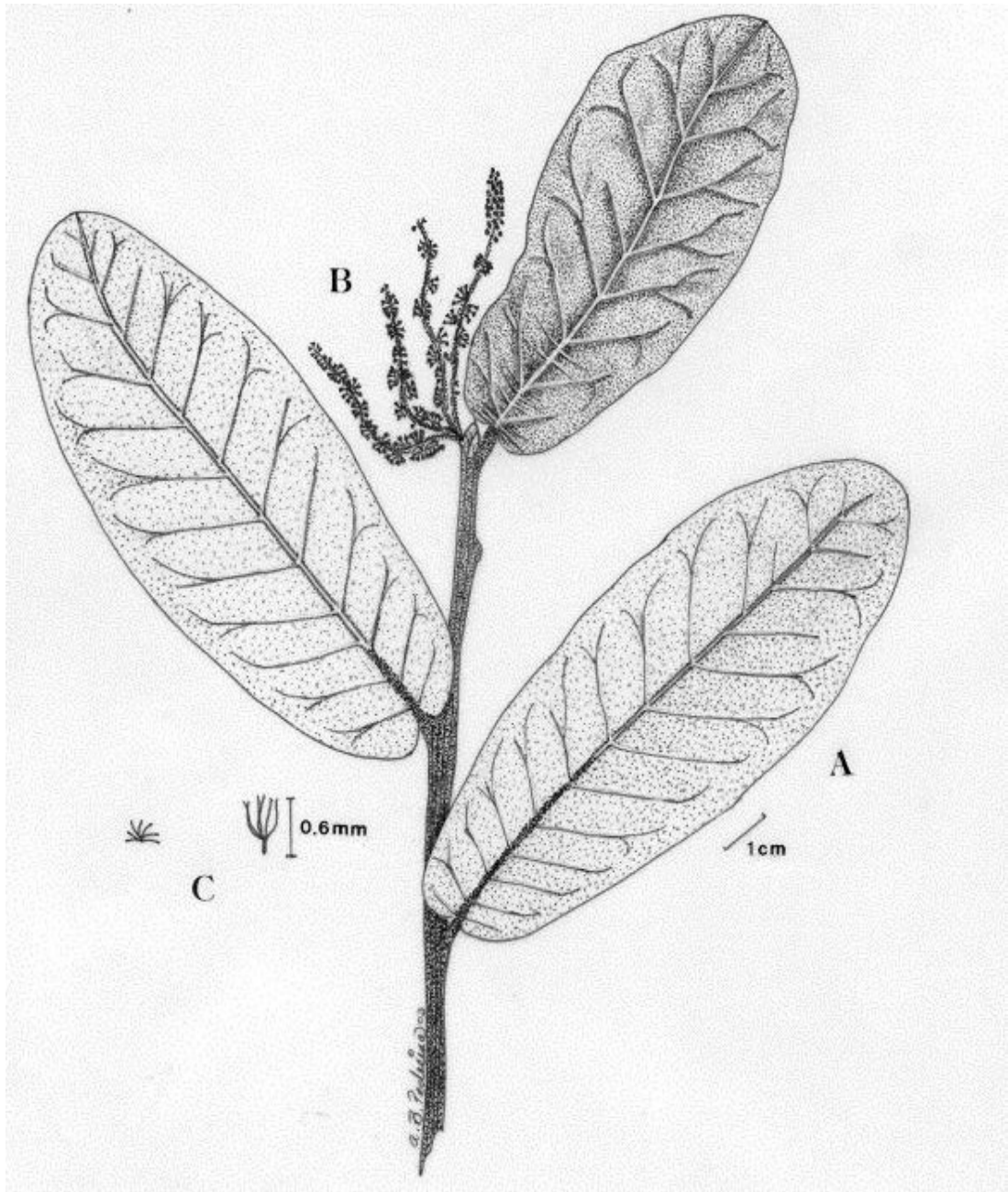


Figura 3 *Quercus elliptica*. A. Rama con hojas. B. Inflorescencia. C. Tricomas (R & R 3956, IZTA).

4. *Quercus frutex* Trelease. Mem. Nat. Acad. Sci. 20: 82, pl. 120. 1924. TIPO. México: México, Bourgeau 68.

Arbusto rizomatoso de 0.40-2.50 m de alto, a veces es un árbol de hasta 7 m de alto; corteza conformada por escamas cuadrangulares, de color gris opaco; ramillas de 1-1.5 mm de diámetro, densamente pubescentes, pubescencia persistente, formada por pelos estrellados, de color amarillento a grisáceo; lenticelas blancas, de hasta 1 mm de largo, a veces protuberante y entonces muy evidentes a través de la pubescencia, yemas esféricas a ovoides, de 1-3 mm de largo, con escamas pilosas en los bordes; estípulas lineares, de 3-5 mm de largo, pilosas principalmente en la base y en el ápice, glabrescentes con la edad, con frecuencia en las hojas maduras; hojas maduras subcoriáceas, elíptico-oblongas, ovado-lanceoladas u oblanceoladas, lámina (1.5-)2-4.5(-6) x (0.5-)1-2(-2.9) cm, ápice redondeado o agudo, mucronado, base redonda o subcordada, borde entero, ondulado o con 2 a 4 dientes en las 2/3 partes superiores, revoluto; nervaduras primarias de 6 a 11 de cada lado; haz lustroso, con pelos estrellados dispersos, abundantes en la nervadura central cerca del pecíolo, nervaduras impresas; envés amarillento, pubescente, indumento formado por pelos estrellados estipitados, con rayos largos extendidos que dejan ver la epidermis ligeramente ampulosa y densamente papilosa; nervaduras elevadas; pecíolos de 1-4 x 0.5-1 mm, pubescentes; amentos masculinos de hasta 1.5 cm de largo, raquis densamente pubescente; perianto sésil, de 2 mm de diámetro, lóbulos ciliados; anteras oblongas de 1 mm de largo, filamentos de 1.5 mm de largo; fruto solitario o en pares, sobre un pedúnculo de 3-10 mm de largo; cúpula hemisférica de 7-13 mm de diámetro, con escamas triangulares, pubescentes, excepto en el dorso superior, engrosadas en la base; bellota ovoide, pared interna del pericapo glabra, de 5-11 mm de diámetro, incluida 1/3 de su largo en la cúpula (Fig. 4).

Reconocimiento. *Quercus frutex* se reconoce por ser un arbusto rizomatoso, con ramillas densamente pubescentes y hojas pequeñas con el ápice mucronado y bordes sin aristas. Puede confundirse con *Quercus microphylla*. Se distinguen porque *Quercus microphylla* posee el envés de las hojas con pelos estrellados sésiles y *Q. frutex* los presenta estipitados.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Jalisco, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Michoacán, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí y Estado de México. Se le encuentra en bosques de *Quercus*, pastizal y formando manchones densos en matorral xerófilo y pastizal. Se asocia con *Pinus*, *Juniperus*,

Cupressus y *Alnus*; también se le encuentra en vegetación perturbada, en altitudes de 2360-3000 m.

Fenología. Florece en junio y fructifica de julio a septiembre.

Nombres populares y usos. Encino, encino compasillo, encino chaparro, encino comalillo. Bello y Labat (1987) mencionan que se utiliza para postes de cercas y como leña.

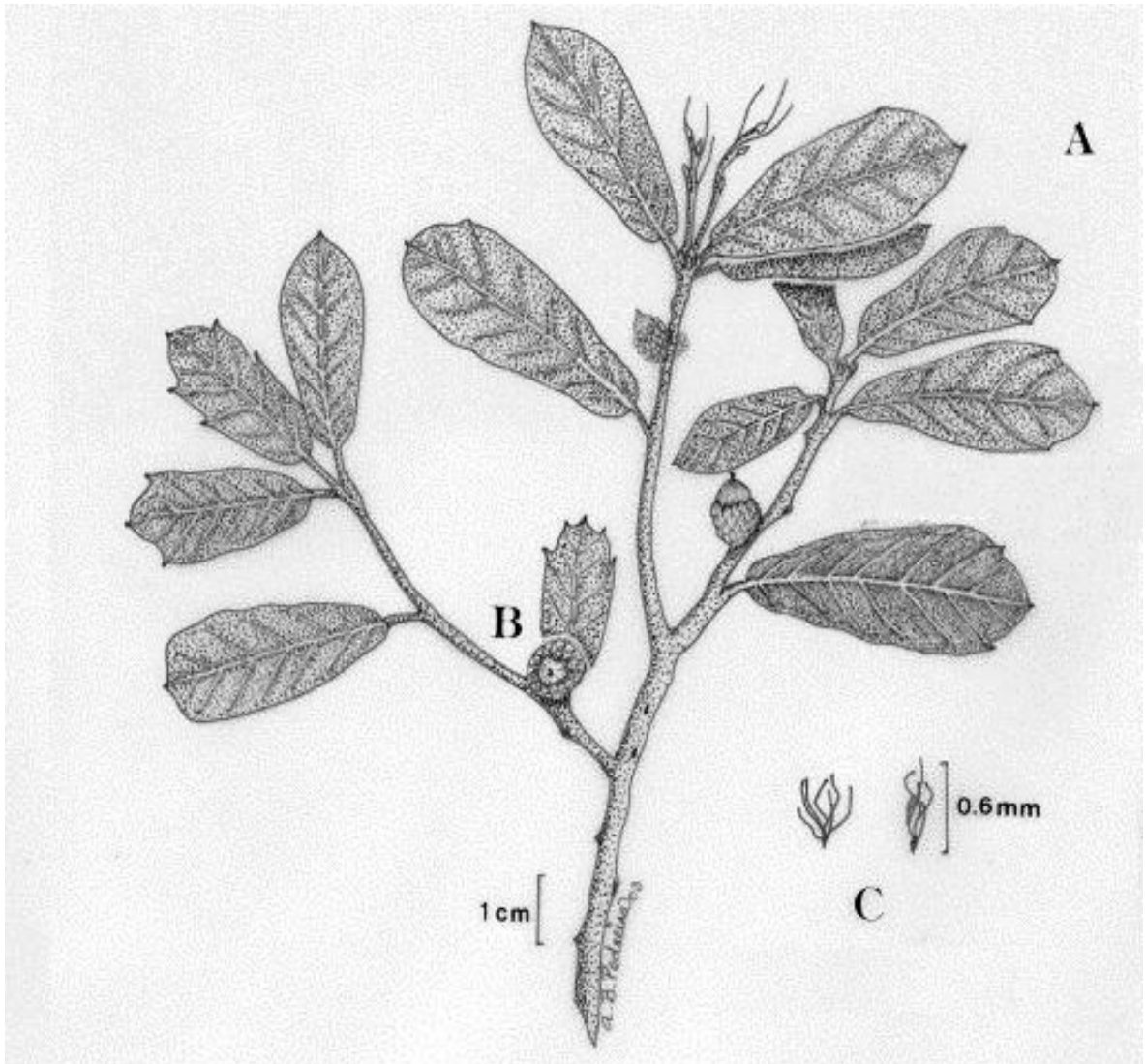


Figura 4. *Quercus frutex*. A. Rama con hojas. B. Fruto. C. Tricomas (Román 622, IZTA).

5. *Quercus greggii* (A. DC) Trelease Mem. Nat. Acad. Sci. 20: 78, pl. 109. 1924. TIPO. México: Coahuila, San Antonio cerca de Saltillo, *Gregg 380* (BG).

Arbusto de 1-4 m de alto; ramillas de la estación (1-)1.5-3.5 mm de diámetro, amarillo-pubescentes o glabrescentes, puberulentas, con tricomas estrellados simples, con escasas a numerosas lenticelas pálidas e inconspicuas; yemas ovoides, pubescentes o casi glabras, de 1-3 mm de largo por 0.8-2 mm de diámetro, escamas ovadas de margen ciliado; estípulas elípticas, oblanceoladas o lineares, de 5-7.2 mm de largo por 0.5-1 mm de ancho, pubescentes, no membranosas, ligeramente rígidas, persistentes en las yemas terminales; hojas maduras sumamente coriáceas, algunas ligeramente cóncavas, elípticas u obovadas, anchamente elípticas, raras veces ovadas, de (1-)3.1-8.8 x (0.7)1.7-4.4 cm; ápice redondeado u obtuso, mucronado o no; base cordada o redondeada, en ocasiones auriculada; margen cartilaginoso y de ligera a fuertemente revoluto, entero a veces ligeramente ondulado; nervaduras primarias (5-)7-10, rectas, ascendentes en ángulos agudos, se anastomosan en el tercio distal o cerca del margen de la hoja; haz verde grisáceo, rugoso, esencialmente glabro excepto en la base de la nervadura principal y las nervaduras primarias, las cuales conservan pubérulo; nervaduras primarias sumamente impresas, secundarias y terciarias poco impresas pero forman retículo; envés de color pardo amarillento, tomentoso a densamente tomentoso, con tricomas estrellados sésiles o con un corto estípite, de aproximadamente 11-15 rayos, ligeramente contortos, superficie inconspicuamente ampulosa o casi lisa, epidermis ligeramente papilosa a papilosa, con numerosos pelos glandulares de color ámbar, con depósitos mucilaginosos de color café, un poco cerosa; nervaduras primarias pálidas y convexas, las secundarias forman un retículo apenas elevado, terciarias cubiertas por el tomento; pecíolos de color pardo-rojizo, pubescentes o glabrescentes, de 3-7 mm de largo por 1-3 mm de diámetro, con tricomas estrellados sésiles, escasamente ensanchados en la base; amentos masculinos de 18-24 mm de largo, raquis pubescente; perianto cupuliforme, laxamente piloso, de 2.5-3.2 mm de diámetro, sobre un pedicelo de hasta 0.5 mm de largo, con 5-7 lóbulos ciliados; estambres 5 a 7 de 2-2.7 mm de largo, anteras elíptico-oblongas de 0.9-1.3 mm de largo; fruto anual, solitario, en pares o en grupos de 3 ó 4, casi sésiles o sobre un pedúnculo glabrescente de 10-35 mm de largo por 1-2.5 mm de diámetro, con escasas lenticelas inconspicuas; cúpula hemisférica, de 9-20 mm de diámetro por 5-11 mm de alto, borde recto, escamas ovado-trianguulares, delgadas, laxamente adpresas, canescentes en la base pero con el margen

rojizo; bellota ovoide o más o menos globosa, de 7-14 mm de diámetro por 6-13 mm de alto, incluida la mitad de su longitud total en la cúpula (Fig. 5).

Reconocimiento. *Quercus greggii* se reconoce por tener el borde marcadamente revoluto, las venas muy marcadas y su tomento pardo.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Coahuila, Durango, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas, Querétaro y Puebla. Se encuentra en matorral xerófilo, asociado con *Rhus* y *Pinus*, en suelos calizos, en altitudes de 2000-2530 m.

Fenología. Florece en abril y fructifica de septiembre a enero.

Nombre populares y usos. Encino. No se han reportado usos (Romero 2002).

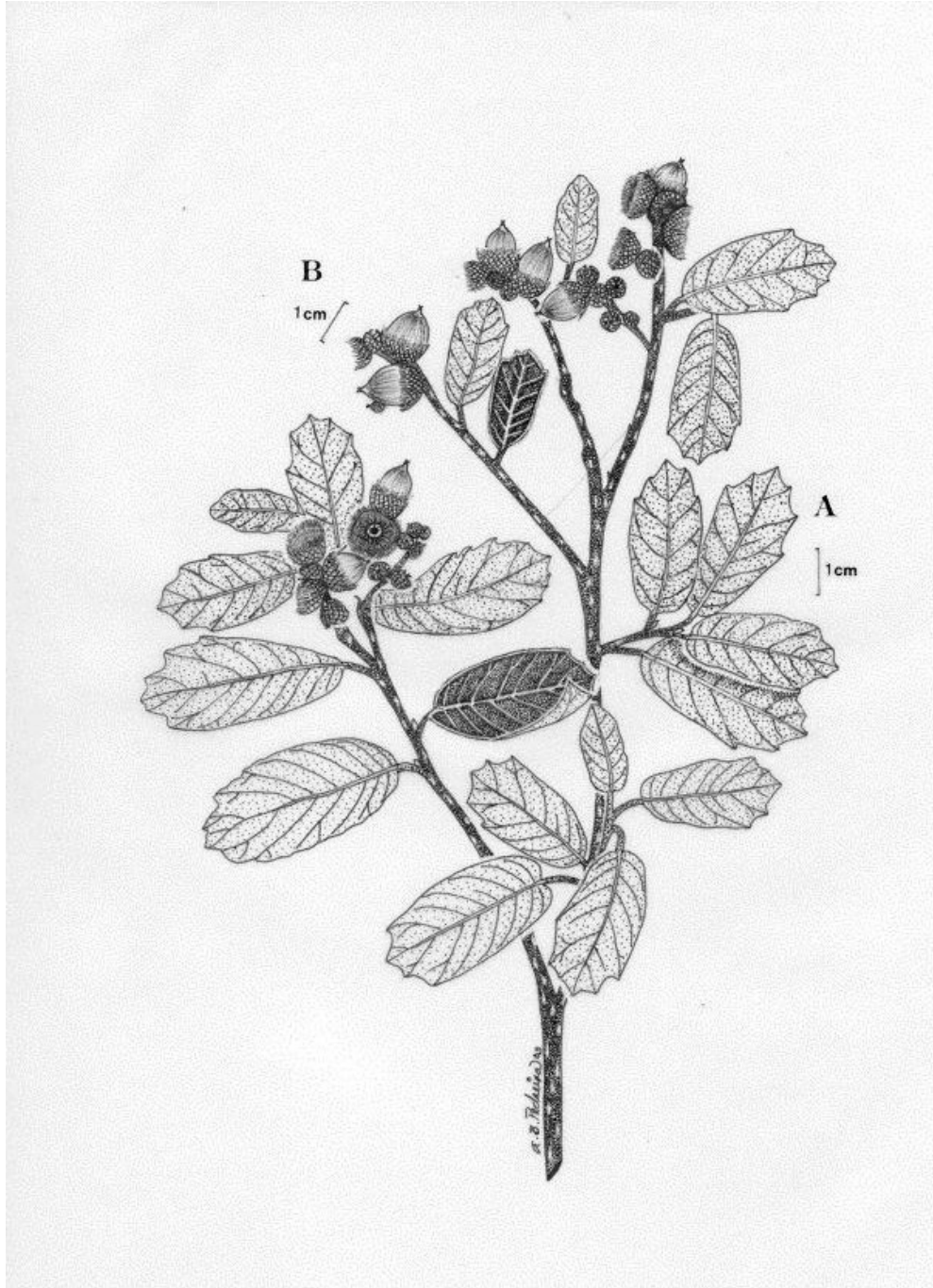


Figura 5. *Quercus greggii*. **A.** Rama con hojas (H. et al. 17442, ENCB). **B.** Fruto (Benítez 46, ENCB).

6. *Quercus obtusata* Humboldt & Bonpland. Pl. Aequinoct. 2: (26). Pl. 76. 1809. TIPO. México: Michoacán, Ario de Rosales, *Bonpland 4329* (isotipo, B).

Árbol de 6-20 m de alto, tronco de 40-60 cm de diámetro o más, con la corteza gris, escamosa; ramillas glabrescentes, rojizas a gris o negras, de (1-)2-3 mm de diámetro, indumento formado por tricomas glandulares y estrellados, lenticleas pálidas, de hasta 2 mm de largo; yemas ovoides, de (1.5-)2-4(-5) mm de largo, de color castaño oscuro, con escamas pubescentes en los márgenes; estípulas lineares, de 5-8 mm de largo, membranosas pubescentes; hojas jóvenes con el haz rojizo por la abundancia de tricomas glandulares, envés amarillento, densamente pubescente, indumento formado por tricomas estrellados entrelazados; hojas maduras decíduas, gruesas y coriáceas, rugulosas, obovadas a largamente obovadas o elípticas, lámina (4-)6-17(-22) x (2-)3-8(-11) cm, ápice obtuso o anchamente redondeado, a veces algo agudo, borde engrosado, revoluto, dentado, sinuado o dentado-sinuado, con 3 a 9 dientes u ondulaciones, que frecuentemente se distribuyen desde el ápice hasta la base de la hoja, cada diente u ondulación termina en un mucrón corto, que se dobla junto con el borde revoluto, nervaduras de 7 a 12 en cada lado, ascendentes, rectas o ligeramente curvas, cada nervadura secundaria pasa a formar un mucrón que coincide con el ápice del diente u ondulación, a veces el mucrón se forma entre ondulaciones; haz verde lustroso, glabrescente, con tricomas simples y estrellados, dispersos, más abundantes en la base de la nervadura central, nervaduras primarias impresas o ligeramente protuberantes; envés verde-amarillento, opaco, con pubescencia dispersa formada por tricomas estrellados con estípites muy cortos, a veces muy escasos, de aproximadamente 8 rayos, enredados entre sí o algo extendidos, de pocos a abundantes tricomas glandulares color ámbar o rojizos, a veces se forman gotas de exudado, epidermis ligeramente ampulosa y papilosa; pecíolos glabrescentes de (3-)4-11(-15) mm de largo, de 1-2 mm de diámetro, a veces de color oscuro; amentos masculinos de 3 cm de largo, con muchas flores distribuidas a lo largo del raquis, perianto de 2 mm de diámetro, largamente pubescente, 6 estambres, anteras de 1 mm de largo, filamento de 1 mm de largo; amentos femeninos de 3-6 o más flores distribuidas en la mitad distal de un pedúnculo de 2-3.5 cm de largo, pubescentes; fruto anual, solitario o en grupos de 2 ó 3 o más, pedúnculos de 1.8-3.5 mm de largo; cúpulas hemisféricas, de poco a muy profundas, de 12-18 mm de diámetro, escamas muy pubescentes, ápice agudo, bases engrosadas; bellota globosa, a veces cilíndrico-ovoide, con

la pared interna del pericarpo glabra, de 6-20 mm de largo, de 11-19 mm de diámetro hasta un tercio de su largo incluida en la cúpula (Fig. 6).

Reconocimiento. *Quercus obtusata* se reconoce por sus hojas obovadas, con mucrones robustos que se doblan hacia el envés, éste con abundantes tricomas glandulares y escasos tricomas estrellados con las ramas enredadas entre sí; las bellotas son globosas. *Quercus obtusata* muestra similitud con *Quercus laeta* la cual se reconoce por sus hojas con el borde mucronado y envés con pubescencia formada por escasos tricomas glandulares y abundantes tricomas estrellados con las ramas extendidas y estípites cortos.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas y el Distrito Federal. En bosque de *Pinus*, *Quercus* y *Pinus-Quercus*, se asocia con *Pinus leiophylla*,

P. montezumae, *P. michoacana*, *Cupressus*, *Quercus candicans*, *Q. urbanii* y *Q. glaucooides*; también se le encuentra en bosque mesófilo de montaña y pastizal con matorral xerófilo de *Acacia* y *Opuntia*. Es frecuente en encinares perturbados, en altitudes de 1430-2850 m.

Fenología. Florece de abril a mayo y fructifica de agosto a octubre.

Nombres populares y usos. Roble, encino, encino prieto, encino calicahuac, encino negro, encino casahuicahuatl, encino blanco, encino roble, encino rojo, encino chino, toczu, uricua, charari, roble prieto. Se utiliza para leña, carbón, postes para cerca, arados, horcones, cabos para herramienta, curtiduría, material para construcción, medicinal (corteza), toneles, pulpa para papel (Bello y Labat, 1987).

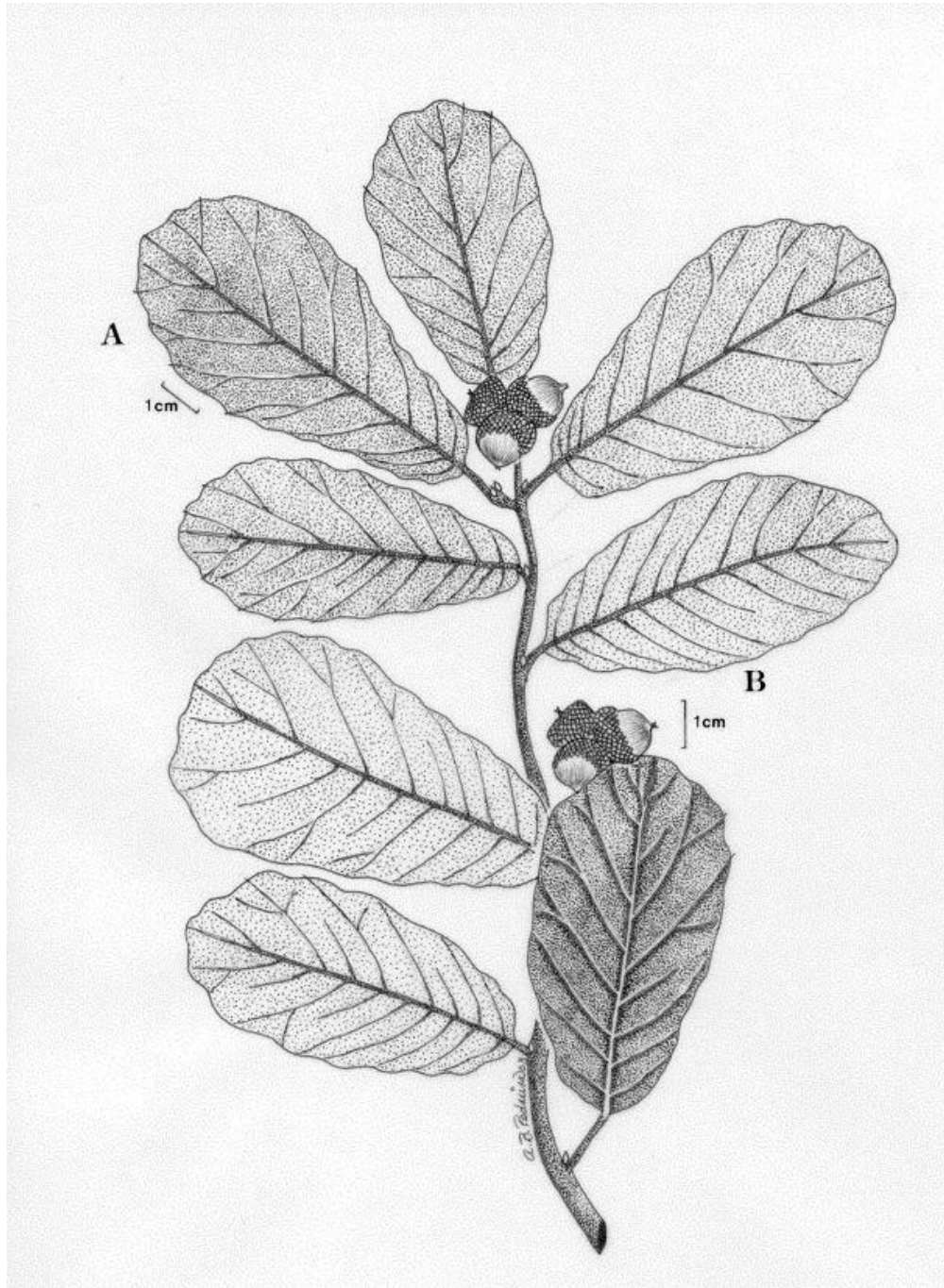


Figura 6. *Quercus obtusata*. **A.** Ramas con hojas (R & J. D. Galván 3985, ENCB). **B.** Fruto (Díaz B. 1094, ENCB).

7. *Quercus potosina* Trelease. Mem. Nat. Acad. Sci. 20: 84, pl. 123. 1924. TIPO. México: San Luis Potosí, *Parry & Palmer* 838 (HT: MO).

Árbol pequeño de 3-7 m de alto, de copa redonda, tronco corto de 15-30 cm de diámetro, corteza gris escamosa, en ocasiones arbusto de 2-3 m de alto; ramillas bastante delgadas para el tamaño de la planta, 1.5-3 mm de diámetro, usualmente de color rojizas, bastante áspero y vagamente estelado-tomentoso o piloso, glandular-granular, pelos persistentes más de una temporada; lenticelas inconspicuas en las ramillas oscuras; yemas café-rojizas, apreso-tomentoso, 3-6 mm de largo, ovoides, agudas; estipulas filiformes-subuladas, 6-10 mm de largo, pilosas, escariosas, persistentes en las yemas terminales; hojas jóvenes marcadamente amarillentas en el envés debido a la gran cantidad de pelos glandulares, haz con numerosos pelos estrellados y pelos glandulares rojizos; hojas tardíamente deciduas, los árboles pierden las hojas al final de la estación seca; hojas maduras rígidamente coriáceas, frecuentemente verde amarillentas con venas y pecíolos rojizos, lámina dentada serrada, obovadas a suborbiculadas, oblongas u oblanceoladas, (2-) 3-6 (-9) cm de largo, (0.8-)2-4(-7) cm de ancho, 1.3-2(-2.5) veces más larga que ancha, ápice obtuso redondeado, base marcadamente cordada; margen engrosada y revoluto entre los dientes; 4-13 dientes por lado, extendiéndose desde la base o parte media de la lámina hasta el ápice, todos los dientes o la mayoría de ellos con un mucrón robusto de 0.5 mm de largo; venaciones de 7-10 a cada lado, ascendentes, pasando directamente al diente cuando estos están presentes; usualmente ramificándose a la mitad, mandando ramificaciones a los dientes adyacentes; haz duro y poco lustroso, verde oscuro o verde amarillento, glabrescente con la edad pero mantiene muchos pelos estrellados en lugares esparcidos, lisa o moderadamente rugosa, venas algunas veces impresas, las venas más pequeñas forman una red elevada de color claro; envés poco pálido, epidermis clara, glauca, casi lisa, en ocasiones perceptiblemente papilosa en aumentos de 15x-25x, usualmente con pelos glandulares color ámbar, y apenas cubierta por pelos estrellados, sésiles, severamente ramificados y colapsados o contortos; vena primaria y serie de venas secundarias, elevadas y usualmente conspicuas, venas más pequeñas apenas discernibles; pecíolos 3-6(-9) mm de largo, usualmente rojizos, pilosos o tomentosos, usualmente depresos entre las aurículas de la base de la hoja; amentos estaminados de 3-5 cm de largo o más, interrumpido, tomentoso, el perianto piloso, 3 mm de ancho cuando es expandido, anteras de 1 mm de largo, glabras; flores pistiladas 2-10, dispersas o juntas en un pedúnculo tomentoso de 1-3 cm de largo, 1.5

mm de ancho; fruto anual, solitario o en pares, usualmente de 1 cm o menos de la base al pedúnculo; cúpula hemisférica, de 12-20 mm de diámetro, escamas con bases engrosadas canescentes muy burdo; bellota ovoide, 15-18 mm de largo, con la mitad incluida en la cúpula (Fig. 7).

Reconocimiento.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y San Luis Potosí. Se le encuentra asociada con arbustos, *Juniperus* y otros encinos pequeños, formando manchones con otras especies. En altitudes de 2000-2400 m.

Fenología. Florece en junio y fructifica en octubre.

Nombre popular y usos. Encino. Se utiliza como leña (Romero, 2002).

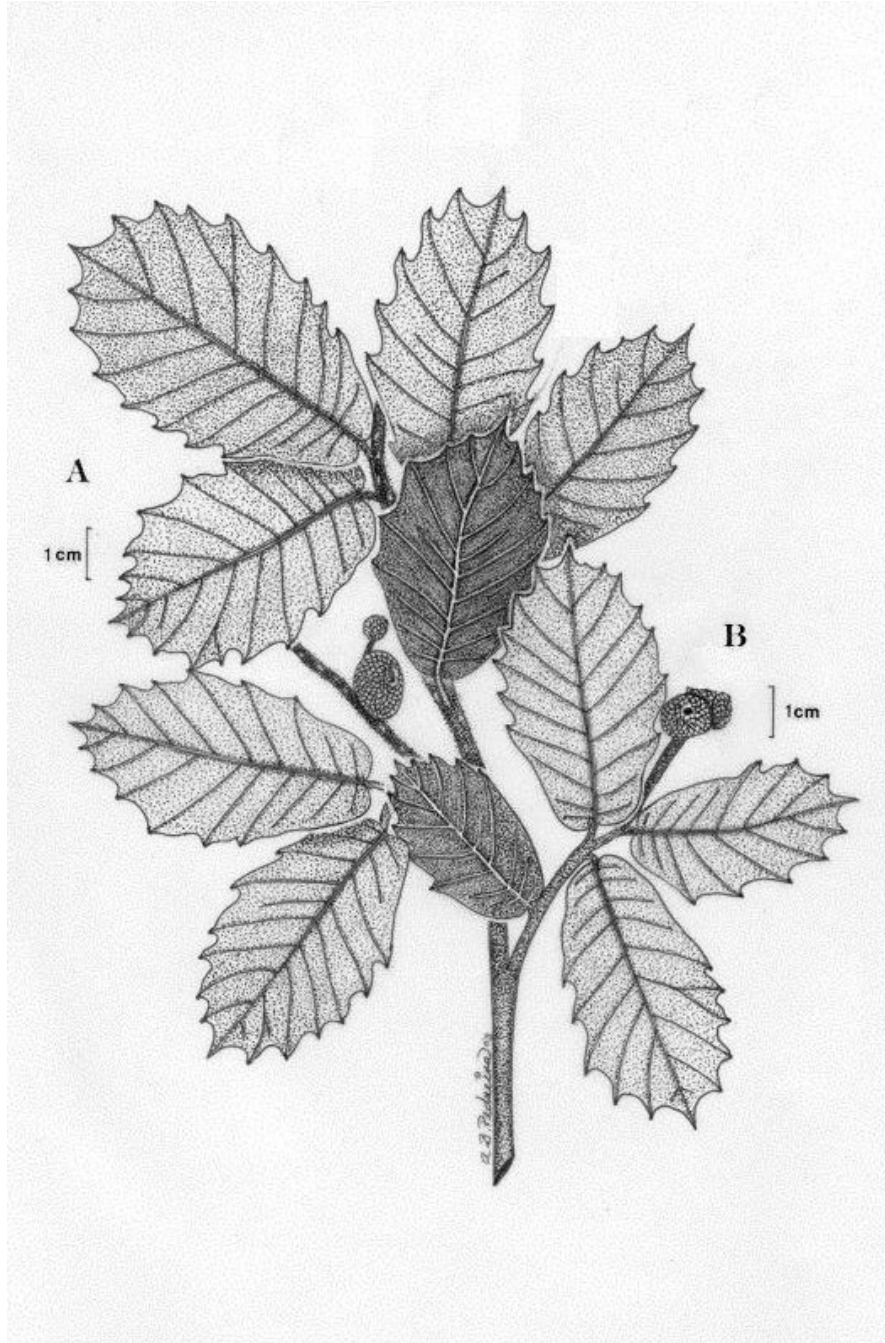


Figura 7. *Quercus potosina*. A. Rama con hojas. B. Fruto (Santana & Arreola 1528, ENCB).

8. *Quercus repanda* Humboldt & Bonpland. TIPO. México: Real del Monte, *Bonpland* 4358 (P).

Generalmente arbusto de 0.25 a 1.2 m de alto, raras veces árbol de 12 m de alto. Ramillas de (0.9-) 1-2.2 (-2.9) mm de diámetro; densamente tomentosas a glabrescentes, a veces casi glabras con tricomas estrellados y a veces con minutos pelos glandulares vermiformes rojizos. Yemas globosas a ovadas, pubescentes en la base, de (0.6-) 1-3 (-4.5) mm de largo por (0.3-) 0.7- 1.7 (-2) mm de diámetro, en ocasiones casi inconspicuas entre el pecíolo y la ramilla, escamas obovadas de margen ciliado. Estipulas lineares filiformes subuladas u oblanceoladas, de 2- 6.5 (-7) mm de largo por 0.1- 0.5 (-0.7) mm de ancho, pilosulas, rígidas, no membranosas, persistentes en las yemas terminales. Hojas maduras coriáceas, elípticas, elíptica-oblonga, elíptico-oblanceoladas, oblanceoladas, elípticas, ovadas, de (0.6-) 0.9-6.5 (-9.5) cm de largo por 0.5- 2 (-5.4) cm de ancho, ápice agudo, obtuso o redondeado, mucronado, base cuneada o redondeada, margen engrosado, fuertemente revoluto, ondulado, entero o con 1-3 dientes distribuidos en el tercio o cuarto distal; nervaduras primarias de 5- 11 (-12), rectas, casi paralelas ascendentes en ángulo de 45-65° o ligeramente curvadas ascendentes pasando hasta los dientes cuando estos están presentes, las inferiores evanescentes, se bifurcan o anastomosan en el tercio distal. Haz verde grisáceo, escasamente lustroso, con numerosos pelos estrellados y en ocasiones con numerosos pelos glandulares vermiformes de color negro, dispersos por todo el haz; nervaduras primarias impresas, secundarias y terciarias inconspicuas, en ocasiones forman un retículo pálido en un fondo verde. Envés pardo amarillento, densamente tomentoso con tricomas estrellados sésiles o cortamente estipitados de 15-21 rayos. Los rayos de hasta 0.7 mm de largo, los tricomas se traslapan y no permiten ver la superficie ligeramente ampulosa y la epidermis no papilosa, puberulenta con abundantes pelos glandulares vermiformes de color ámbar o rojizo. Nervaduras primarias cubiertas por tomento pero se aprecian convexas, secundarias y terciarias totalmente cubiertas por el tomento, pecíolos amarillos tomentosos a glabrescente, de (0.5-) 4-6 (-6.5) mm de largo por 0.5-2 (-2.5) mm de diámetro, un poco ensanchados de la base. Amentos masculinos de 4.-19 mm de largo, raquis tomentoso flores dehiscentes concentradas sobre el raquis; perianto cupuliforme o campanulado de 1.5 mm de diámetro, pilosuloso, con 5 lóbulos ciliados sobre un corto pedicelo de hasta 2 mm de largo. Estambres 5-8, de 1.5 a 2.3 mm de largo, anteras elípticas, de 0.8 a 1.1 mm de largo, flores femeninas ausentes en los ejemplares examinados. Fruto

anual, solitario o en pares, rara vez en grupos de 3, sésil o sobre un pedúnculo tomentoso de 12-17 mm de largo por 1.2-2 mm de diámetro; cúpula hemisférica ligeramente turbinada, turbinado-pateliforme, o conica-pateliforme o pateliforme, de (7-) 8-18 mm de diámetro por (3-) 4-14 mm de alto, borde recto escamas triangulares, las de la mitad superior delgadas, ligeramente pubescentes, con al ápice y mayor glabra y de color rojizo, las escamas de la mitad inferior ovadas de ápice agudo, un poco engrosadas y densamente blanco-tomentoso; bellota ovada, hemisférica-ovoide, hemisférica, en ocasiones globosa de 17-22 mm de largo por 11-14 mm de diámetro, reteniendo escasa pubescencia en el ápice, incluida de un cuarto a un medio de su longitud total en la cúpula (Fig. 8).

Reconocimiento. Se reconoce por tener tricomas sésiles o cortamente estipitados de 16-21 rayos. Puede confundirse con *Q. frutex*.



Distribución. En México en los estados de Tamaulipas, Hidalgo, Veracruz, San Luis Potosí, Querétaro, y Estado de México

Nombre Común y usos. Encino tesmolillo. No se conocen usos para esta especie (Romero, 2002).

Fenología. Florece de abril a junio, fructifica en septiembre.

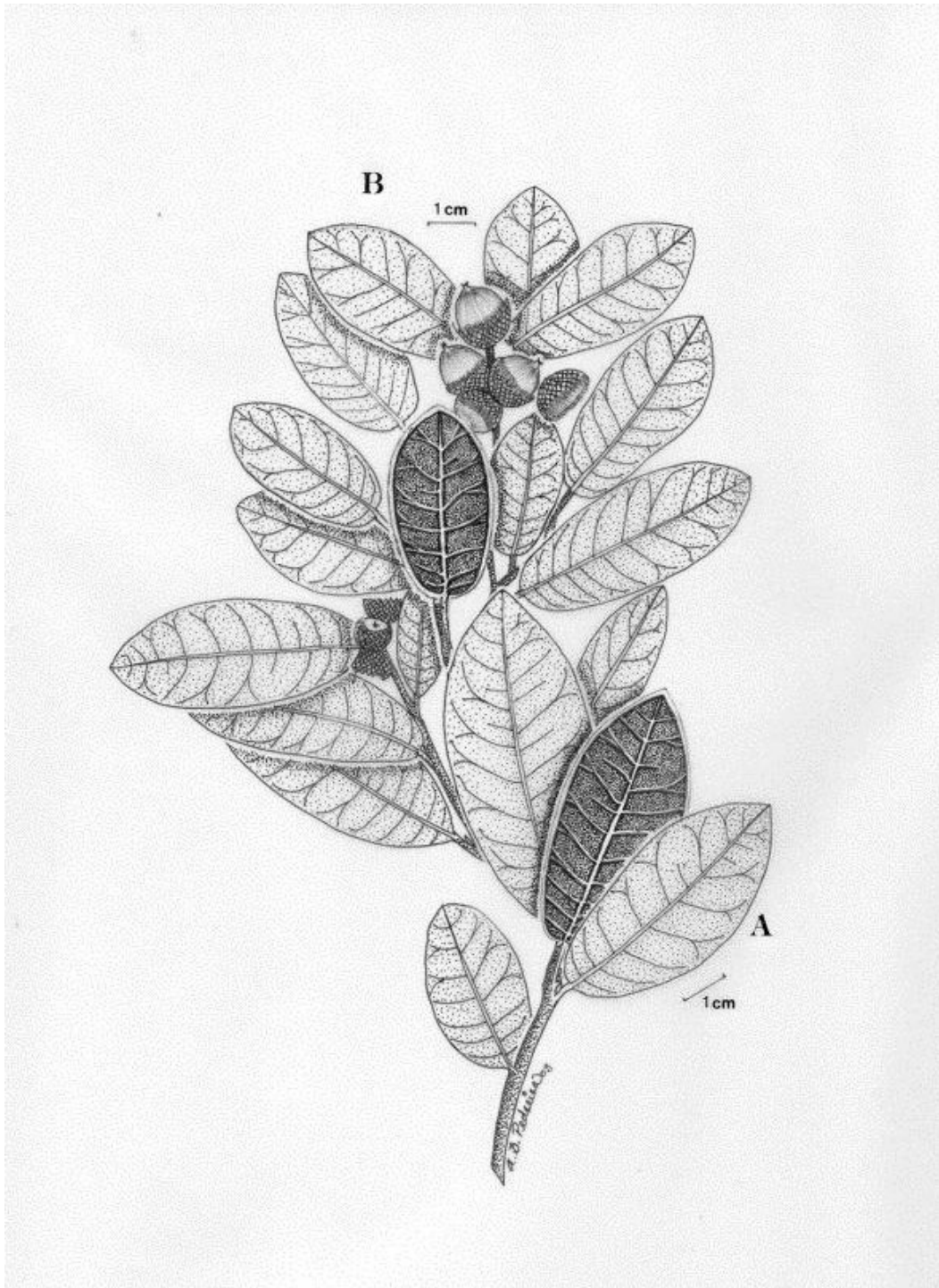


Figura 8. *Quercus repanda*. A. Rama con hojas (Vela 710, ENCB). B. Fruto (J. Rzedowski 22172, ENCB).

9. *Quercus scytophylla* Liebmann, Overs. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Forth. Medlemmers Arbeider: 180. 1854. TIPO: México. Oaxaca: Yalala a Yagochi. *Liebmann 144-6 = 3557 (C)*.

Árbol de 8-20 m de alto, de 30-50 cm de diámetro; ramillas de 1.5-3 mm de diámetro, grises a castaño rojiza o negras, finamente pubescentes, con tricomas pequeños estrellados; lenticelas pálidas, de 0.5-3 mm de largo; yemas de 1-4 mm de largo, ovoides o elípticas, escamas pubescentes con los márgenes ciliados, engrosadas en la base, de color castaño; estípulas lineares, pubescentes, caedizas, membranosas, de hasta 5 mm de largo; hojas jóvenes pubescentes, haz verde amarillento con tonos cafés, con numerosos tricomas pequeños, estrellados, semejantes a los que se observan en las ramillas, tricomas de mayor tamaño se concentran en la nervadura central; hojas maduras coriáceas, generalmente obovadas, elípticas, oblanceoladas o lanceoladas, lámina (6.2-)8-14.5(-19.5) x (2.3-)4-7(-8.5) cm, ápice con un diente alargado, aristado, base obtusa o cuneada, a veces oblicua, borde engrosado, revoluto, cartilaginoso, con 1 a 7 dientes aristados a cada lado, casi desde la base de la hoja, arista hasta de 4 mm de largo; nervaduras 5 a 9 primarias en cada lado, rectas o arqueadas, anastomosándose cerca del borde, pasando directamente al diente y luego a la arista, a veces las divisiones de las primeras lo hacen también; haz verde grisáceo, no lustroso, glabro, excepto en la base de nervadura central, generalmente los tricomas ennegrecidos, nervaduras impresas, el aspecto general es rugoso; envés densamente pubescente, blanquecino, que cambia a amarillento y se ennegrece con el tiempo, indumento formado por tricomas estrellados con más de 10 rayos, sésiles, epidermis ampulosa y papilosa; nervadura central y secundarias conspicuamente elevadas, blancas; pecíolos de (0.7-)1-4 cm de largo, de 1-2 mm de diámetro, se engrosan hacia la base, con fina pubescencia gris; amentos masculinos laxos, perianto de 1.5-2 mm de diámetro, glabros, anteras de 1.5 mm de largo, filamentos de 1.5-2 mm de largo; fruto anual, en grupos de dos, sobre pedúnculos de 5-15 mm de largo; cúpula hemisférica, de 10.12 mm de diámetro, escamas delgadas, pubescentes, largamente ciliadas en los bordes, ápices redondeados a agudos, adpresas; bellota ovoide, de 8-10 mm de diámetro, de 10 mm de largo, incluida de un medio a dos tercios de su largo en la cúpula (Fig. 9).

Reconocimiento. *Quercus scythopylla* se reconoce por sus hojas dentado-aristadas, haz opaco y envés con pubescencia blanca.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Durango, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Sonora. En bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* y bosque mesófilo de montaña, se asocia a *Arbutus*, *Pinus oocarpa*, *Pinus teocote* en altitudes de 900-2500 m.

Fenología. Florece en febrero y fructifica en octubre

Nombres populares y usos. Encino prieto, encino blanco, encino rosillo, encino yesca. Su madera se utiliza para leña, carbón, postes para cerca, artesanías y celulosa para papel (González, 1986).

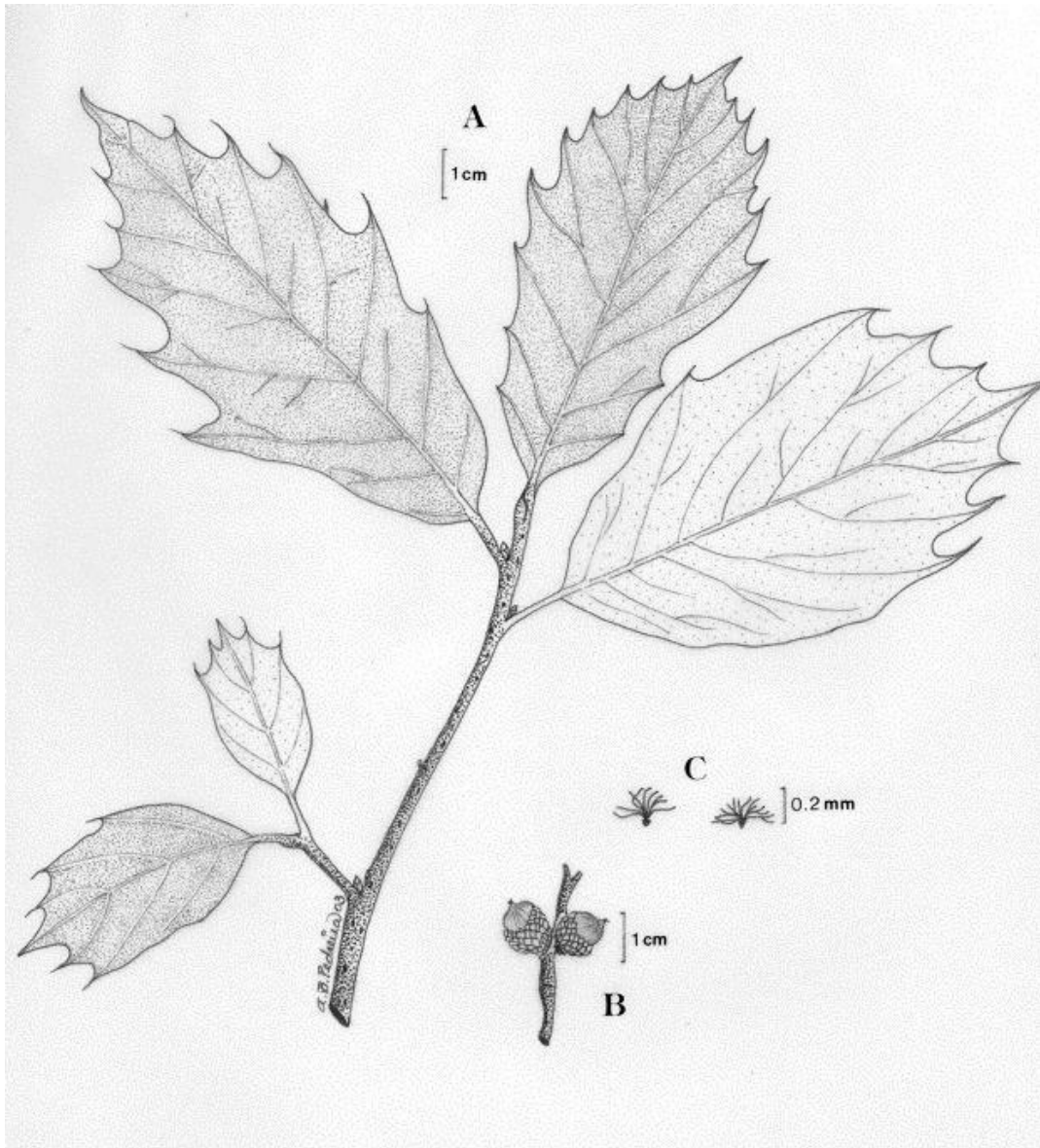


Figura 9. *Quercus scytophylla*. A. Rama con hojas B. Fruto. C. Tricommas (Orozco 49b, IZTA).

10. *Quercus splendens* Née, Anales Ci. Nat. 3: 275. 1801. TIPO. México: Guerrero cerca de Tixtla, *Née s.n.* (MA).

Árbol de 10-15 m de alto, corteza gris; ramillas de 2 mm de diámetro, con la edad cambian a color café claro, con algunos tricomas estrellados cerca de los pecíolos y yemas, con numerosas lenticelas pálidas, de hasta 1 mm de largo; yemas de 2 ó 3 mm de largo, ovoides, de color castaño rojizo; estípulas de 5-8 mm de largo, subuladas, con indumento formado por tricomas largos, persistente en la yema terminal; hojas jóvenes con pubescencia fina, formada de tricomas estrellados dispersos en el haz, envés con tricomas simples y estrellados sobre la nervadura central; hojas maduras decíduas, coriáceas, lanceoladas, elípticas, espatuladas, lámina 7-18 x 2-6 cm, borde ondulado, revoluto, engrosado, cartilaginoso, ápice obtuso o emarginado, base cordada o redondeada; nervaduras de 11-14 de cada lado, ascendentes, ligeramente arqueadas, dividiéndose cerca del borde; haz glabro con las nervaduras impresas; envés con pocos tricomas estrellados pequeños y abundantes tricomas simples adpresos a lo largo de la nervadura central, nervaduras prominentes; epidermis glauco-cerosa, papilosa; pecíolos de 5-9 mm de largo, de 1-2 mm de diámetro en su zona más ancha, rojizos o negros; flores desconocidas; fruto anual, solitario o en grupos de 2 a 3, sésiles; cúpula hemisférica, de 9-16 mm de diámetro, escamas con los ápices triangulares, obtusas, senescentes, engrosadas en la base, sobre todo las basales; bellota oblata, pared interna del pericarpo glabra, de 7-9 m de largo, de 11.15 mm de diámetro incluida en su totalidad en la cúpula (Fig. 10).

Reconocimiento. Se reconoce por sus hojas verde-azulosas, sin aristas y la pubescencia del envés que tiende a concentrarse en la nervadura central.



Distribución y hábitat. En México en los estados de Durango, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Nayarit, Michoacán, Morelos, Sinaloa y Oaxaca. En bosque de *Pinus-Quercus* y bosque tropical caducifolio, en altitudes de 1500-1900 m.

Fenología. Fructifica en julio y agosto.

Nombres populares y usos. Encino. Se utiliza para construcción rural (Romero, 2002).

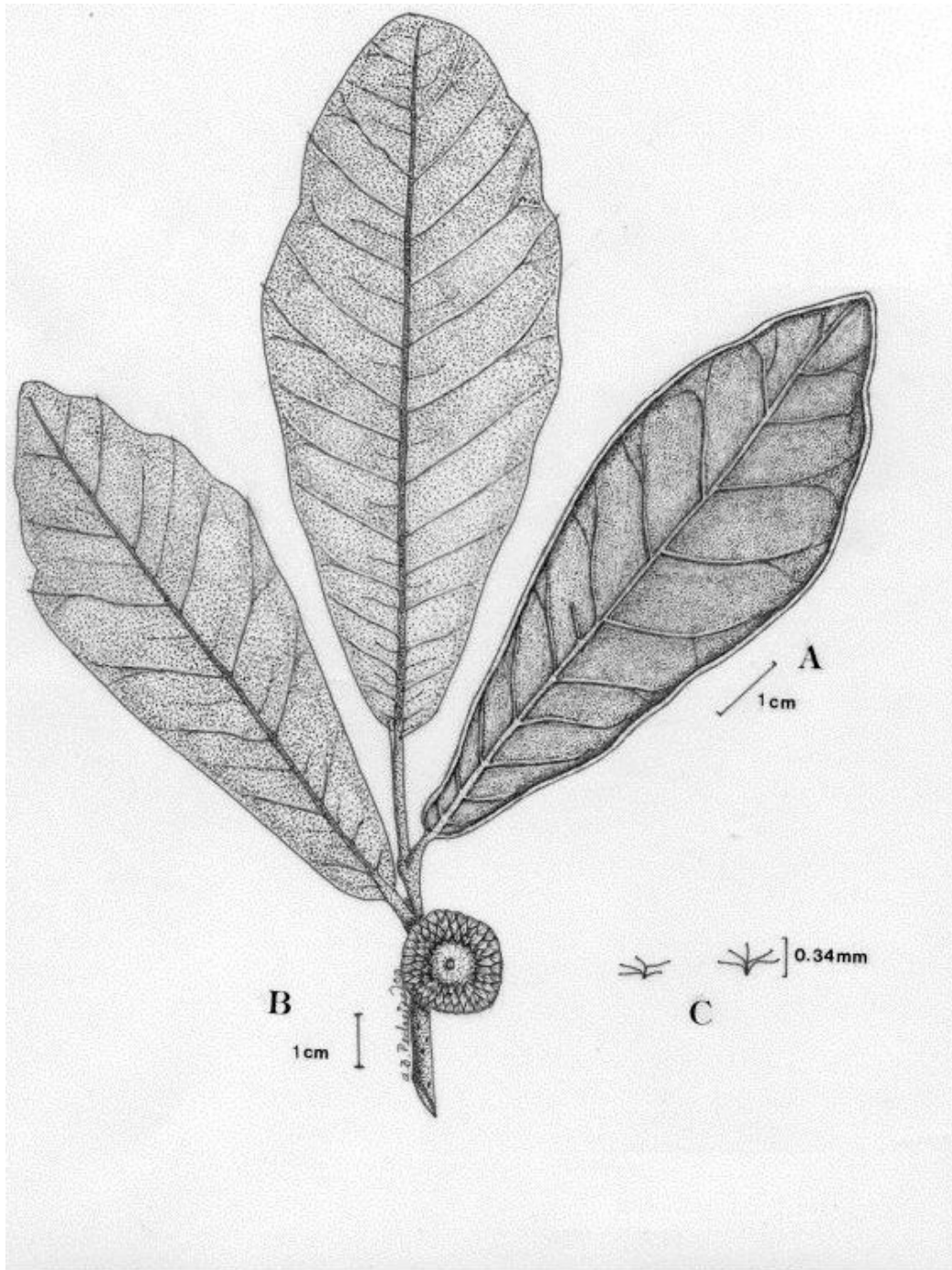


Figura 10. *Quercus splendens*. A. Rama con hojas. B. Fruto. C. Tricomas (Torres 529, IZTA).

Descripciones de arquitectura foliar.

Quercus deserticola Trel.

Hojas maduras forma elíptica-elíptica, elíptica-ancha o elíptica angosta; ápice obtuso convexo, pocas veces redondo; base redonda a veces cordada; borde dentado crenado, revoluto, 2-4 dientes por lado, con mucrones rectos de 0.3-0.5 mm de largo; venación semicraspedódroma-captódroma; vena media fuerte; venas secundarias de grosor moderado y recorrido derecho, divergen de la vena media en ángulo agudo-moderado (45-65°), con 2-4 venas intersecundarias; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo o agudo-recto, de modelo percurrente alterno; venas cuartas de tamaño moderado y trayectoria ortogonal; venas quintas de tamaño fino o moderado y trayectoria ortogonal; venación última marginal incompleta; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, orientadas, de forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz verde lustroso con tricomas estrellados de 7-11 ramas, distribuidos uniformemente; envés pálido con abundantes tricomas estrellados de 7-9 ramas, con estípites largo, presentan tricomas glandulares de color amarillo; los tricomas en el envés forman un tomento delgado amarillento; epidermis papilosa y poco ampulosa; pecíolo de 3-6 mm de largo y 0.9-1.5 mm de diámetro (Fig. 11).

Ejemplares examinados: **Estado de México.** Mpio. Tepetzotlan: Sierra de Alcaparrosa. *Reynoso 1662* (IZTA). Mpio. San Andrés Timilpan: Sierra de San Andrés. *Camacho & Santiago 379* (IZTA). Mpio. Tepetzotlan: Sierra de Alcaparrosa. *Reynoso 1663* (IZTA). Mpio. Tepetzotlan: Sierra de Alcaparrosa. *Rzedowski 29940* (ENCB). **Distrito Federal.** Santa Fe. *Martínez 56* (ENCB). **Jalisco.** Mpio. Atamejac de Brizuela: El Márquez. *González V. 2223* (ENCB). Mpio. Zapotlanejo: Cerro de Santa Fe. *González V. 2134* (ENCB). Mpio. Jocotepec: Sierra de Tecuan. *V. de Puga 679* (ENCB). Mpio. Jocotepec: Sierra de Tecuan. *V. de Puga 673* (ENCB). **Michoacán.** Mpio. Coenco: 2 km. al NE de Bellas Fuentes. *Díaz Barriga 2406* (ENCB). Mpio. La Piedad: Cerro de Cujaruato. *Rzedowdki & McVaugh 500* (ENCB). **Oaxaca.** Mpio. Ocotlan de Morelos: La Garzona. *Robles 42* (ENCB).

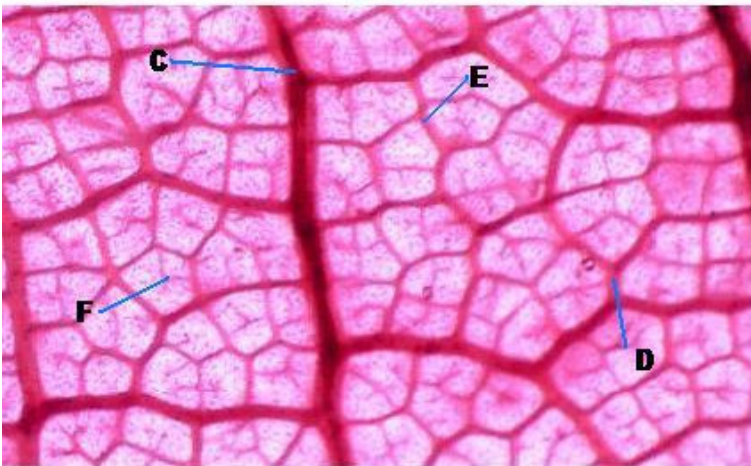
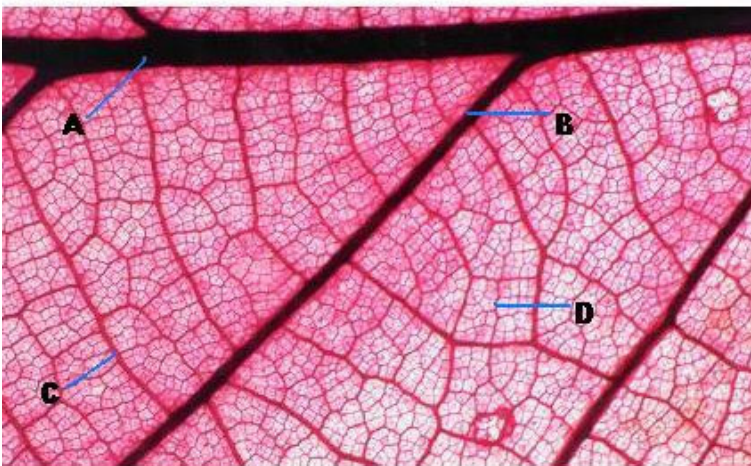
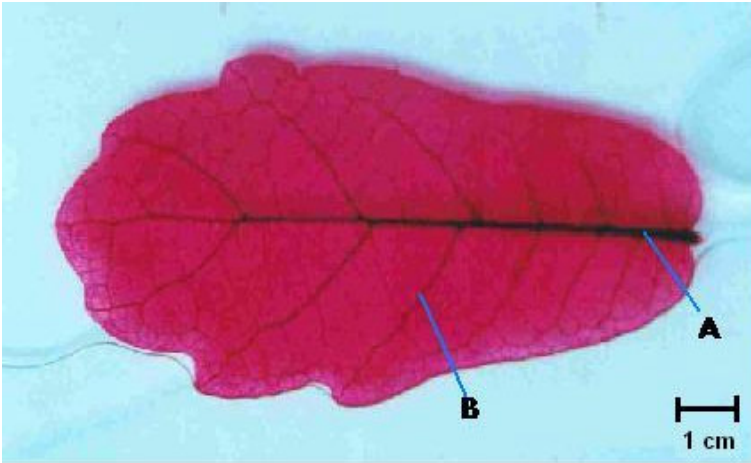


Figura 11. Niveles de venación.

Quercus deserticola.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Quercus eduardii Trel.

Hojas maduras de color verde en ambos lados; de forma elíptica-elíptica o elíptica-angosta; de ápice obtuso convexo; base cordada, de borde plano o revoluto, frecuentemente grueso; margen dentado serrado, 3-5 dientes por lado, con aristas de 0.5-1.2 mm de largo; venación pinada semicraspedodroma; vena media de tamaño fuerte; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo-moderado (45-65°) o agudo-angosto (<45°), presenta de 2-4 venas intersecundarias; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo o agudo-recto y modelo percurrente alterno; venas cuartas de tamaño moderado y trayectoria ortogonal; venas quintas tamaño moderado o fino y trayectoria ortogonal; vena última marginal incompleta; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, orientadas, de forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz lustroso con tricomas estrellados contortos, sésiles, con 14-17 ramas; envés con tricomas estrellados contortos, con 14-17 ramas, sésiles, distribuidos uniformemente, axilas con tricomas estrellados extendidos, de 14-17 ramas y estípites largos, en ocasiones con tricomas glandulares de color amarillo; epidermis lisa; pecíolo de 3-8 mm de largo y 0.6-1.2 mm de diámetro (Fig. 12).

Ejemplares examinados: **Durango.** Mpio. Súchil: La Corraleña. *Acevedo 500* (ENCB). Mpio. Durango: 15 km al S de la ciudad de Durango. *Spellenberg & González 10261* (ENCB). El Alem. *Cortús P-11* (ENCB). **Guanajuato.** Cañada de la Virgen. *Martínez 622* (IZTA). Mpio. Juventino Rosas: 23.5 km al NW de Juventino Rosas. *R & J.D. Galván 3950* (IZTA). Mpio. Dolores Hidalgo: 9 km al E-NE de Santa Rosa. *R & J.D. Galván 4486* (ENCB). Mpio. Guanajuato: Mesa de los Hernández-Peña Colorada. *Mares & Estrada 135* (ENCB). Mpio. Guanajuato: 5 km al E-NE de Guanajuato. *R & J.D. Galván 3546* (ENCB). **Hidalgo.** Mpio. Metztlán: 2 km al NW de Zoquizoquipan. *Martínez 771* (IZTA). Mpio. Tulancingo: 4 km al W de Tulancingo. *Hernández 3315* (ENCB). **Jalisco.** Mpio. Ahualulco de Mercado: La Estanzuela. *González & Mancinas 611* (ENCB). Mpio. Villa Guerrero: 30 km al N de Bolaños. *Luquin, Ornelas y Santana 177* (ENCB). **Querétaro.** Mpio. Tequisquiapan: Sierra de Mastranzo. *Paray 2482* (ENCB). **San Luis Potosí.** Mpio. Mexquitic de Carmona: Rincón del Hormiguero. *Hernández S.I.D.* (ENCB)

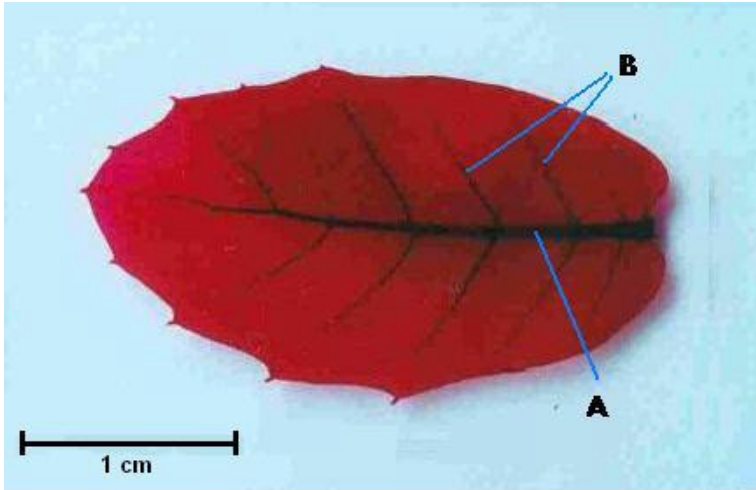
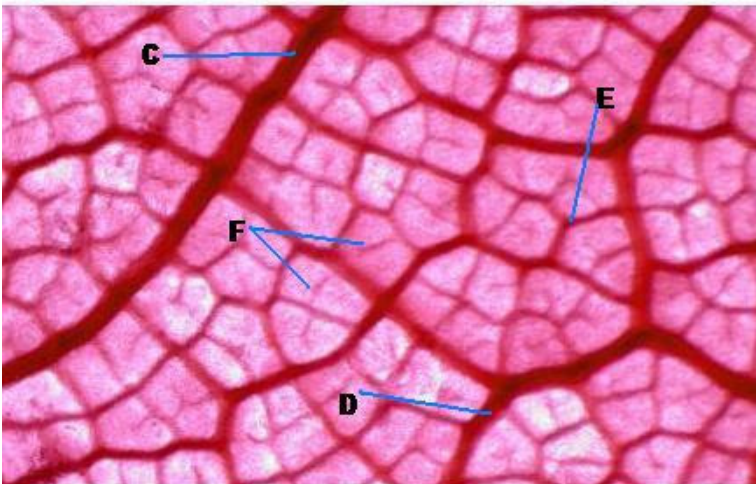
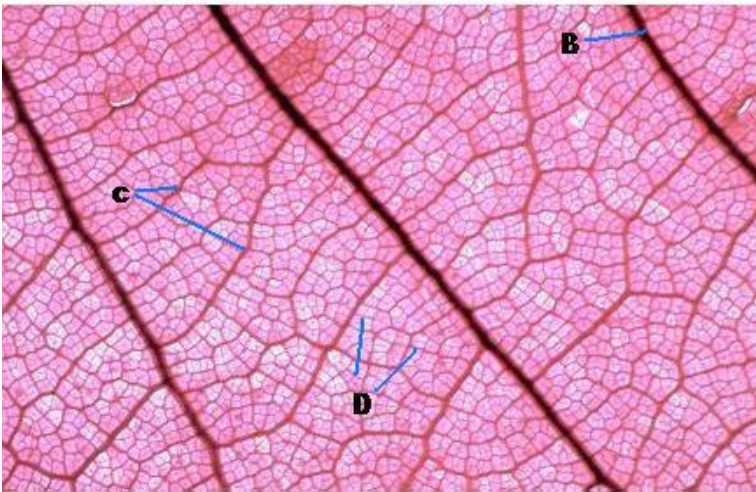


Figura 12. Niveles de venación.

Quercus eduardii.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaris (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas



Quercus elliptica Née

Hojas maduras verdes o cafés, coriáceas, de forma elíptica-elíptica, elíptica-angosta o elíptica-ancha; ápice obtuso redondeado; base cordada; margen entero, borde poco revoluto, no presenta aristas ni mucrones; venación pinada captodroma-broquiodroma; vena media tamaño fuerte; las venas secundarias divergen de la vena media en un ángulo agudo-moderado (45°-65°), en pocas ocasiones mayor, presenta de 10-20 venas intersecundarias; venas terciarias con ángulo de origen agudo-recto o agudo-agudo, modelo percurrente alterno; venas cuartas tamaño moderado, trayectoria al azar; venas quintas de tamaño grueso y trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada, en ocasiones incompleta; vénulas simples; areolas bien desarrolladas con disposición al azar, forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz lustroso, con tricomas estrellados de 5-7 ramas, estípites cortos; envés glabro, a veces con pelos estrellados de 5-7 ramas, con estípites largo, principalmente en las axilas y vena media; epidermis generalmente lisa; pecíolo de 3-5 mm de largo y de 1.5-3 mm de diámetro (Fig. 13).

Ejemplares examinados: **Estado de México.** Mpio. Tejupilco; km 23 El Corupo-Nanchititla. *Rojas & Romero 3956* (IZTA). Mpio. Tejupilco; 12 km El Corupo-Nanchititla. *Rojas & Romero S.I.D.* (IZTA). Mpio. Tejupilco; La Joyita de Cuajinicuiles. *Abundiz 664* (IZTA). **Guerrero.** Mpio. San Miguel Totolapan; Agua Vicente. *Diego 2878* (ENCB). Mpio. San Miguel Totolapan; Cerro de la Vaca. *Rodríguez 31* (ENCB). **Jalisco.** Mpio. Mascota; 25 km al NW de Mascota. *González 1127* (ENCB). Mpio. Puerto Vallarta; 3 km al N de Saucillo. *González 1953* (ENCB). Mpio. Talpa; km 17 brecha Zimapan-Cuale. *González 1096* (ENCB). **Nayarit.** Mpio. El Nayar; 3 km al N de Santa Cruz de Guaybel. *González 3347* (ENCB). **Oaxaca.** Mpio. Santos Reyes Tepejillo; a 16 km de Santiago Juxtlahuaca. *Calzada 21918* (MEXU). Mpio. San Juan Mixtepec; 6 km al E de Independencia. *Salas 206* (ENCB). Mpio. San Juan Mixtepec; 5 km al E de San Juan Mixtepec. *Salas 77* (ENCB). Mpio. San Juan Ñumi; Km 3 San Juan Mixtepec-Santo Domingo Yosoñama. *Sánchez 8* (ENCB). Mpio. Santiago Juxtlahuaca; 5-6 km de El Manzanar. *Calzada 21743* (MEXU). **Sinaloa.** Mpio. Concordia; Potrerillos. *Vega Aviña 1975* (ENCB).

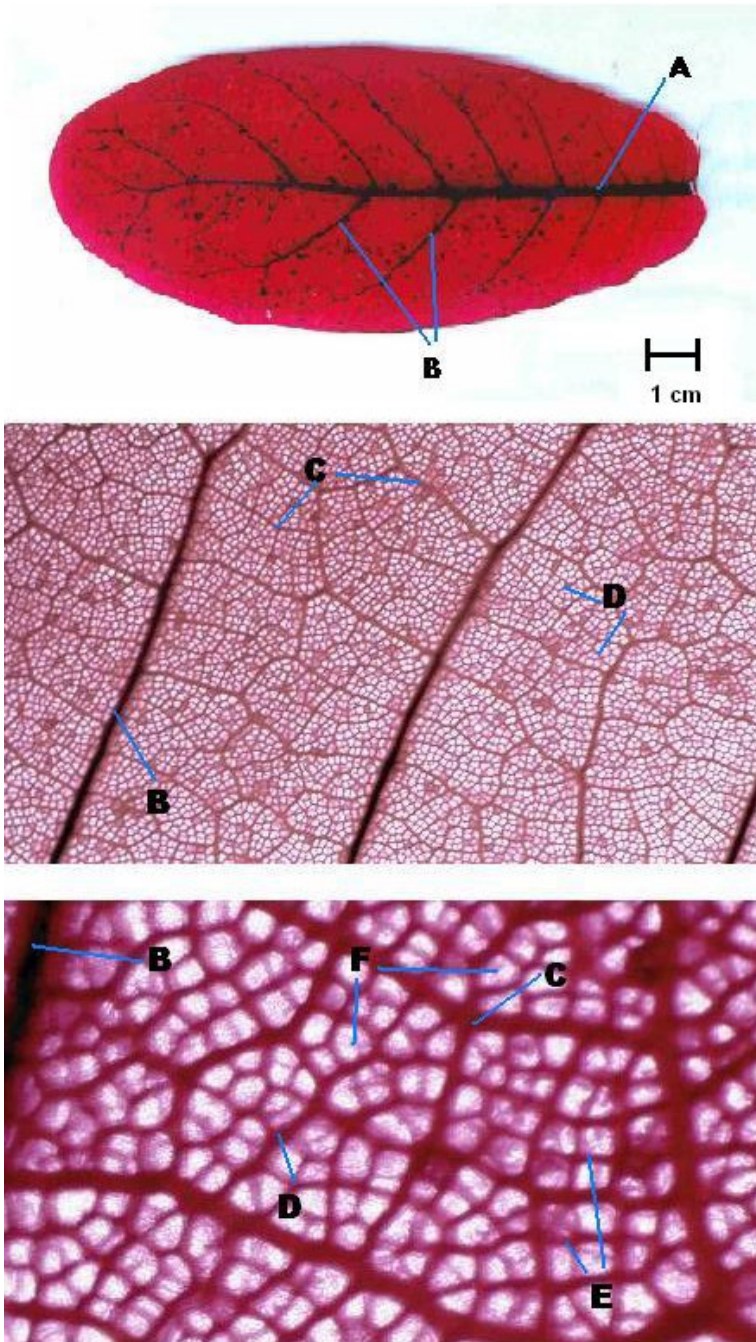


Figura 13. Niveles de venación.

Quercus elliptica.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Quercus frutex Trel.

Hojas maduras coriáceas; forma elíptica-elíptica o elíptica-angosta; lamina simétrica; ápice obtuso convexo, redondo o pocas veces agudo; base simétrica redonda o cordada; margen dentado crenado o entero, borde revoluto, 2-4 dientes por lado cuando los presenta; dientes con mucrones redondos o convexos, de 0.2-0.3 mm de largo; vena media fuerte; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo moderado (45°-65°) y en ocasiones más de 65° sin pasar de 80°, presenta de 2-5 venas intersecundarias; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo, modelo percurrente alterno, recorrido derecho; venas cuartas de tamaño moderado y trayectoria ortogonal; venas quintas tamaño fino, moderado o grueso, trayectoria ortogonal; venación última marginal incompleta; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas con disposición orientada, forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz verde con tricomas estrellados de 6-8 ramas, sesiles; envés amarillento tomentoso, tricomas estrellados de 8 ramas, con estípites largos; epidermis ampulosa o poco ampulosa, papilosa; pecíolo de 2-5 mm de largo y 0.6-1.5 mm de diámetro (Fig. 14).

Ejemplares examinados: **Estado de México.** Mpio. Chicoluapan: 5 km al E de Coatepec. *Roman 622* (IZTA). Mpio. Texcoco: Cerro Tetzcutzingo. *Pulido 466* (ENCB). Mpio. Huehuetoca: Cerro Cincoque. *Rojas & Romero 700* (IZTA). Mpio. Tepotzotlan: Cerro de la Cruz. *Rzedowski 37055* (ENCB). Mpio. Texcoco: 15 km al NE de Texcoco. *Brizuela 273* (ENCB). **Hidalgo.** Mpio. El Oro de Hidalgo: Basoco. *Rojas & Romero 3327* (IZTA). Mpio. Zempoala: San Mateo Tlacomulco. *Ventura 3718* (ENCB). Mpio. Zempoala: Sierra de los Pitos. *Rzedowski 27072* (ENCB). **Querétaro.** Mpio. Amealco: 12 km al E de Coroneo. *Puig 6037* (ENCB).

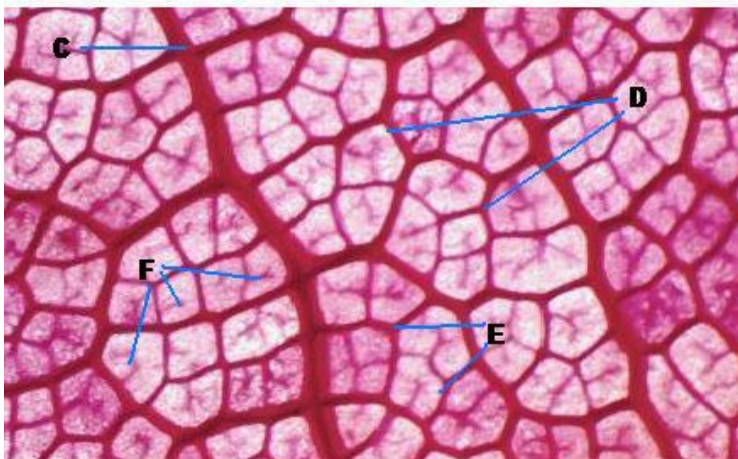
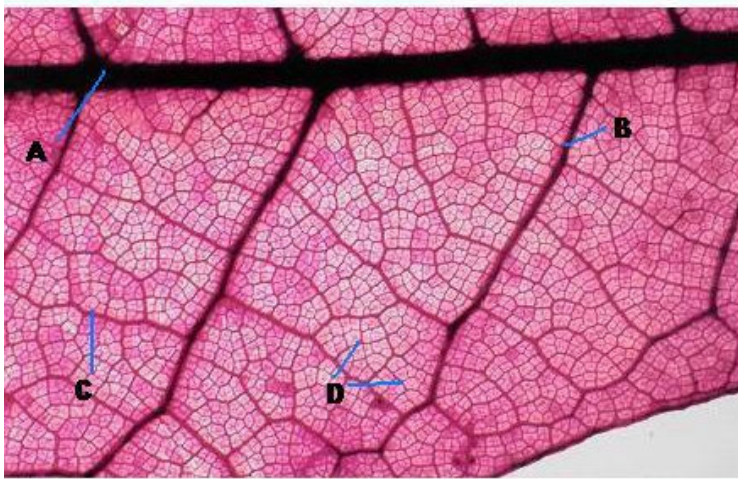
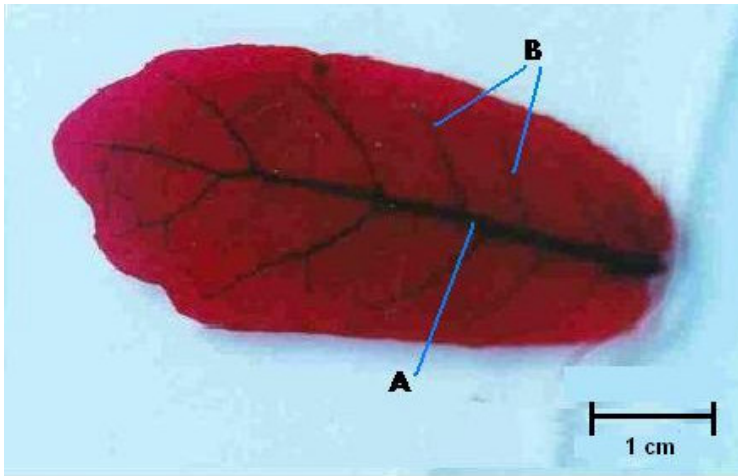


Figura 14. Niveles de venación.

Quercus frutex.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Quercus greggii Trel.

Hojas maduras coriáceas, algunas cóncavas; lamina simétrica de forma elíptica-elíptica o elíptica-ancha; ápice obtuso convexo; base simétrica, obtusa cordada; margen marcadamente revoluto, dentado crenado de 2-3 dientes por lado, pocas veces entero, mucrones de forma recta de 0.2-0.5 mm de largo; venación pinada craspedodroma, venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo moderado (45° - 65°), y en ocasiones agudo-angosto ($>45^{\circ}$), presentan de 2-3 venas intersecundarias simples; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo, modelopercurrente alterno y recorrido derecho; venas cuartas de tamaño fino, trayectoria al azar; venas quintas tamaño grueso y trayectoria ortogonal; venación última marginal incompleta; vénulas simples; areolas bien desarrolladas con disposición al azar, de forma irregular y tamaño pequeño; haz verde grisáceo o café, con las venas muy marcadas, presenta tricomas estrellados de 15 ramas sesiles; envés pardo, tomento delgado, con tricomas estrellados de 15 ramas, sesiles o con estípites cortos; epidermis ampulosa y papilosa con tricomas glandulares color ámbar; pecíolo de 3-7 mm de largo y 1.2-1.8 mm de diámetro (Fig. 15).

Ejemplares examinados: **Coahuila.** Mpio. Arteaga: Cerro de la Viga. *Passini y Robert 6638* (ENCB). **Hidalgo.** Mpio. Epazoyucan: 1 km al W de Nopalillo. *Rzedowski 37217* (ENCB). Pachuca y Real del Monte. *Martínez S.I.D.* (ENCB). Mpio. Zempoala: Sierra de los Pitos. *Rzedowski 31189* (ENCB). Mpio. Zempoala: Sierra de los Pitos. *Benítez 320* (ENCB). Mpio. Epazoyucan: Cerro Grande. *Rzedowski 28955* (ENCB). Mpio. Zempoala: Sierra de los Pitos. *Benítez 46* (ENCB). **Nuevo León.** Mpio. Galeana: Cerro del Potosí. *Gutiérrez 2213* (ENCB). Mpio. Santiago: Sierra Rancho Nuevo. *Valdez 741* (ENCB). Mpio. Zaragoza: San Antonio-Peña Nevada. *H. et al. 17442* (ENCB). Mpio. Galeana: Camino al cerro Potosí. *Dorr y Atkins 2306* (ENCB). **Puebla.** Mpio. Acajete: cerro Pinal al SE de la Malinche. *Ern 215* (ENCB). **Querétaro.** Mpio. Cadereyta: Sierra Peña Azul. *Zamudio 3039* (ENCB). **San Luis Potosí.** Mpio. Cerro de San Pedro: cerros al S de Jesús María. *Rzedowski 7877* (ENCB). Mpio. de Catorce: Sierra de Catorce. *Wendt, Lott, García y Rebolledo 2230* (ENCB) .

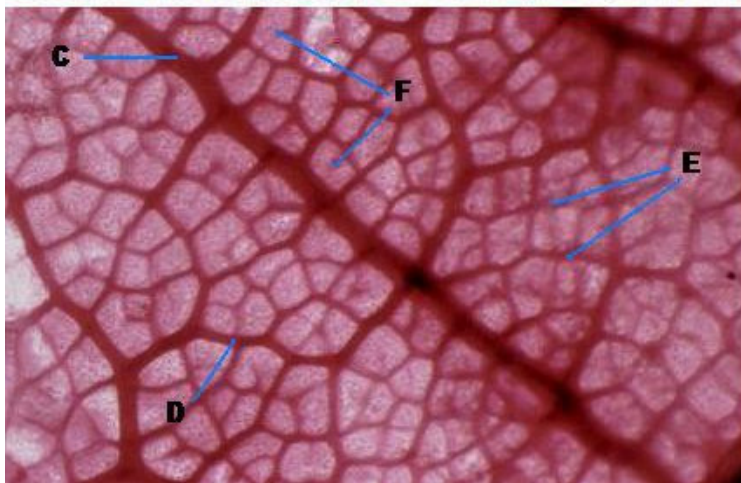
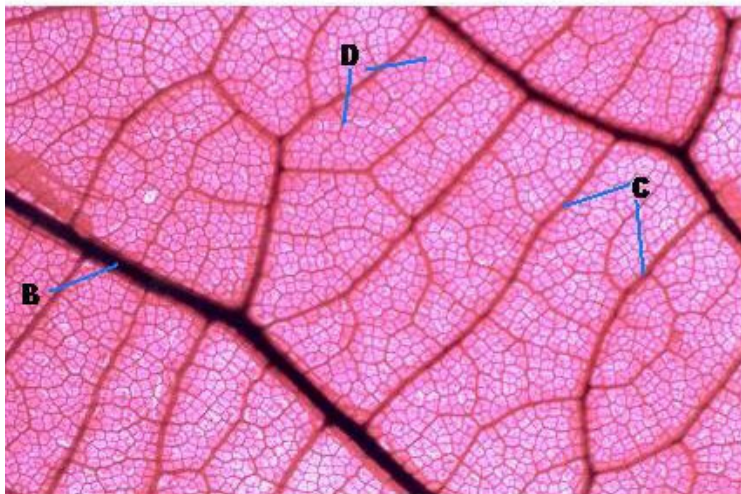
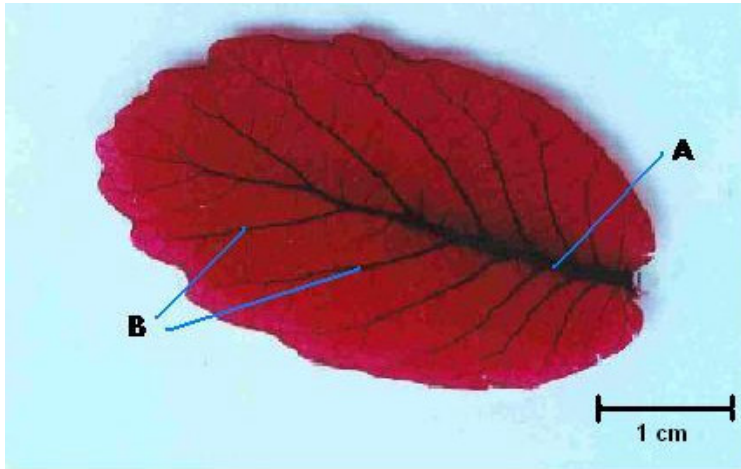


Figura 15. Niveles de venación.

Quercus greggii.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Quercus obtusata Humb. & Bonpl.

Hojas maduras normalmente planas; lamina simétrica de forma obovada-angosta, obovada-ancha o elíptica-elíptica; ápice obtuso convexo o redondeado; base simétrica obtusa redonda o cordada; margen poco revoluto o revoluto, dentado crenado de 3-8 dientes por lado, mucrones en los dientes convexos o extendidos de 0.3-0.4 mm de largo; venación pinada semicraspedodroma-captodroma; vena media de tamaño moderado o fuerte; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo-moderado (45° - 65°) o agudo-angosto ($<45^{\circ}$), presenta de 2-4 venas intersecundarias simples; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo, modelo percurrente alterno y recorrido derecho; venas cuaternarias de tamaño moderado y trayectoria ortogonal; venas quintas de tamaño fino y trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada o incompleta; venulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, disposición al azar, de forma cuadrangular y tamaño mediano; haz lustroso con tricomas estrellados de 6-8 ramas, sésiles o en ocasiones ausentes; envés con tomento delgado verde-amarillento, tricomas estrellados de 8 ramas, sésiles o con estípites cortos, tricomas glandulares de color ámbar o rojo; epidermis papilosa, ampulosa o poco ampulosa; pecíolo de 6-12 mm de largo y 1-1.6 mm de diámetro (Fig. 16).

Ejemplares examinados: **Distrito Federal.** Cañada de Contreras. *Paray 598* (ENCB). **Estado de México.** Mpio. Acambay: cerro Hordingo. *Estrada 1443* (IZTA). Km 16 camino Sultepec-San Miguel Totolmoloya. *Torres 195* (IZTA). Mpio. Tenango del Aire: Rancho San Luis Aculco. *H. et al. 17989* (ENCB). **Guanajuato.** Mpio. Dolores Hidalgo: 7 km al NE de Santa Rosa. *R & J. D. Galván 3985* (ENCB). **Guerrero.** Mpio. Taxco de Alarcón: Puerto de Cucharillo. *Valencia 71* (ENCB). **Hidalgo.** Mpio. Nicolás Flores: Cerro Bando. *Rangel 182* (ENCB). **Jalisco.** Mpio. Talpa de Allende: cerro Don Pedro. *González 3268* (ENCB). **Michoacán.** Mpio. Quiroga: cerro La Acumara. *Díaz 1048* (ENCB). Mpio. Patzcuaro: Cerro del Estribo. *Díaz 1094* (ENCB). **Querétaro.** Camino entre Amealco y Santiago. *Argüelles 2942* (IZTA). Mpio. San Joaquín; Otatal a 10 km de San Joaquín. *Herta X-723* (ENCB).

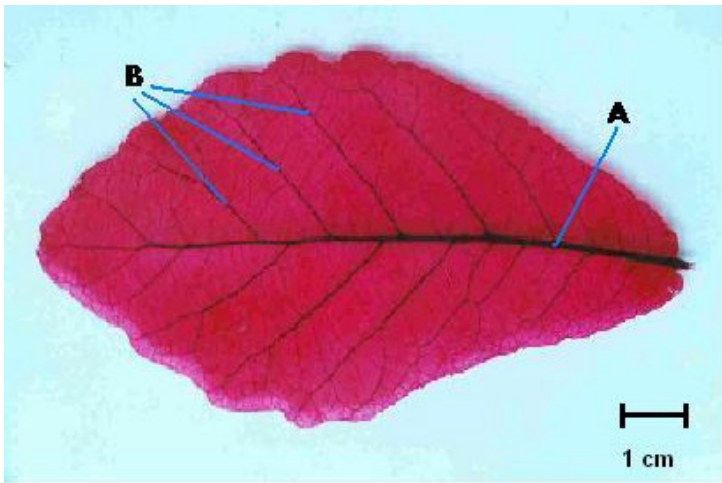
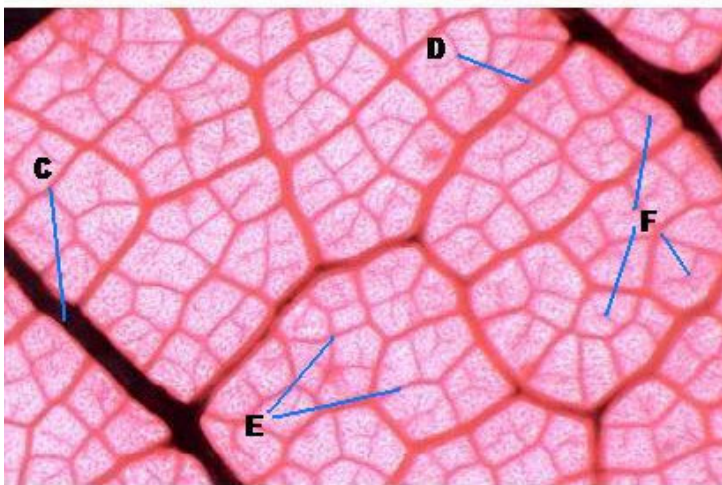
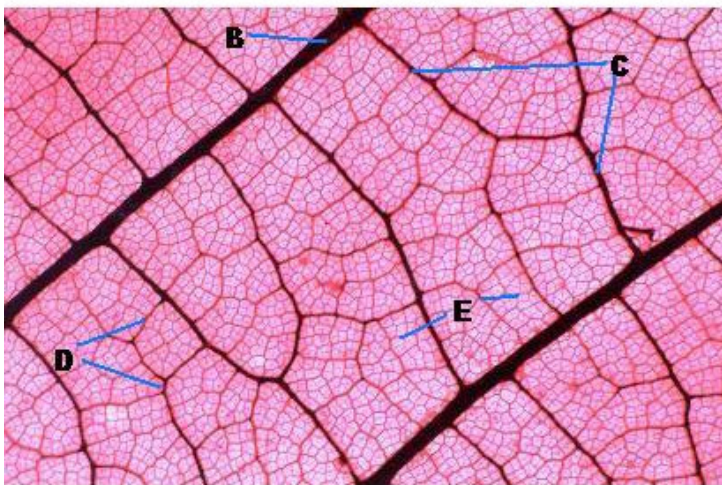


Figura 16. Niveles de venación.

Quercus obtusata.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas



Quercus potosina Trel.

Hojas maduras, coriáceas, de color verde o café; lamina simétrica de forma elíptica-ancha u obovadas; ápice obtuso redondo o convexo; base asimétrica, obtusa cordada; margen dentado crenado, pocas veces entero, borde no revoluto, 1 a 6 dientes por lado, presenta mucrones convexos o rectos de 0.2-0.5 mm de largo; venación pinada semicrspedodroma-captodroma; vena media tamaño fuerte o moderado; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo Agudo-Moderado (45°-65°), presenta 2-6 venas intersecundarias simples; venas terciarias con ángulo de origen Agudo-Agudo, modelo percurrente alterno y recorrido derecho; venas cuaternarias de tamaño fino o moderado y trayectoria ortogonal; venas quintas de tamaño moderado y trayectoria ortogonal; venación ultima marginal incompleta; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas con disposición al azar forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz un tanto lustroso, con tricomas estrellados de 6-8 ramas, sésiles; envés pubescente, con pelos estrellados de 6-8 ramas, sésiles, y tricomas glandulares color ámbar; epidermis ampulosa o poco ampulosa, papilosa; pecíolo de 2-5mm de largo por 0.8-1.5 de diámetro (Fig. 17).

Ejemplares examinados: **Durango.** Mpio. Súchil: arroyo Pito Real. *Alvarado 273* (ENCB). Mpio. Súchil: Sierra de Urica. *González y Acevedo 3627* (ENCB). **Estado de México.** Mpio. Villa Nicolás Romero: La Colmena. *Quintero 28* (IZTA). **Guanajuato.** Mpio. Ocampo: 4 km al S de Santa Bárbara. *Carranza 4323* (IZTA). **Hidalgo.** Mpio. Zempoala: Sierra de los Pitos. *Benítez 38* (ENCB). Mpio. Epazoyuca: Cerro Grande 2 km al S de Epazoyuca. *Rzedowski 28963* (ENCB). Mpio. Epazoyuca: Cerro grande 2 km al NW de Epazoyuca. *Rzedowski 32051* (ENCB). **Jalisco.** Mpio. Ojuelas de Jalisco: 1 km al NW de Los Papás de Arriba. *Santana y Arreola 1528* (ENCB). Mpio. Lagos de Moreno: 3 km al S de El Paso. *González 1389* (ENCB). **Querétaro.** Mpio. Toliman: en Gudiños. *Zamudio 2570* (ENCB).

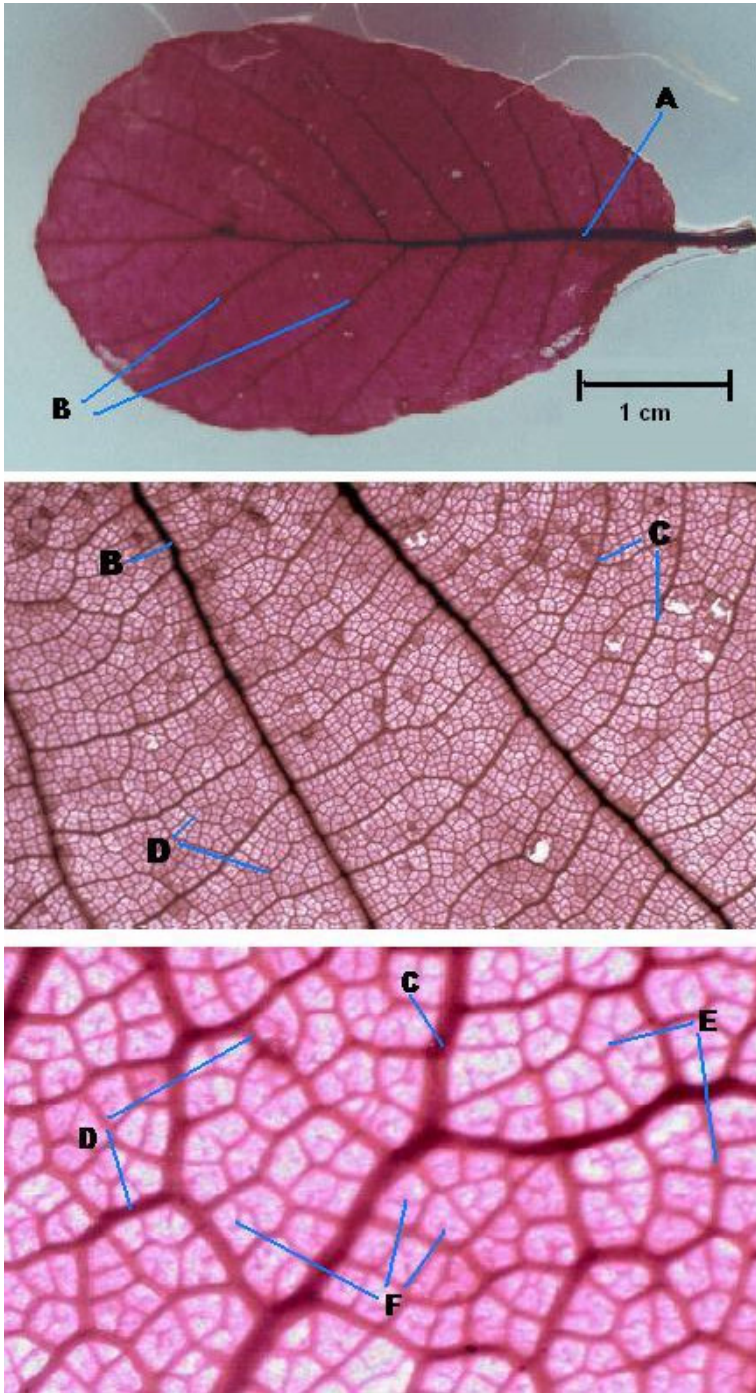


Figura 17. Niveles de venación.

Quercus potosina.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Quercus repanda Humb. & Bonpl.

Hojas maduras coriáceas; de lamina simétrica con forma elíptica-elíptica u obovada-angosta; ápice obtuso convexo, pocas veces redondeado; base simétrica o asimétrica, obtusa redonda; borde revoluto o poco revoluto, margen dentado crenado o entero, presenta mucrones redondos o convexos de 0.2-0.4 cm de largo; vena media tamaño fuerte o masivo; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo-moderado (45° - 65°) y en ocasiones agudo-angosto ($<45^{\circ}$), presenta 2-4 venas intersecundarias simples; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo o agudo-recto, modelo percurrente alterno, recorrido convexo; venas cuaternarias de tamaño fino o moderado, de trayectoria ortogonal; venas quintas de tamaño fino y trayectoria ortogonal; venación ultima marginal incompleta; vénulas simples; areolas bien desarrolladas con disposición orientada, forma irregular o pentagonal, tamaño pequeño; haz verde grisáceo con tricomas estrellados sésiles de 14-16 ramas; envés densamente tomentoso, pardo-amarillento con tricomas estrellados de 16-21 ramas, sesiles o con estípite corto, algunas veces presenta tricomas glandulares color ámbar; epidermis ampulosa y papilosa; pecíolo de 3-7 mm de largo por 1-1.2 mm de diámetro (Fig. 18).

Ejemplares examinados: **Estado de México.** Mpio. Villa Nicolás Romero: 5 km al E de Santiago Tlazala. *Rzedowski 27117* (ENCB). **Hidalgo.** Mpio. Agua Blanca de Iturbide. *Turra 2948* (ENCB). Mpio. Real del Monte: Peñas Largas cerca de Tezoantla. *Rzedowski 22172* (ENCB). Mpio. Epazoyuca: 4.5 km al E de Real del Monte. **González1958** (ENCB). Mpio. Tepepulco: cerro Xihuingo. *Rzedowski 31421* (ENCB). Cerca de Tezuantla. *Espinoza 407* (ENCB). **Querétaro.** Mpio. San Joaquín; Campo Alegre 1 km al S de San Joaquín. *Medina & Barrios 3020* (ENCB). Mpio. Pinal de Amoles; Cerro de la Calentura. *Rzedowski 48239* (ENCB). **San Luis Potosí.** Cerro del Órgano al SW de San Luis Potosí. *Rzedowski 8488* (ENCB). Mpio. Villa de Reyes: Las Ciénegas. *Robert 1183* (ENCB). Cerro Grande al NW de Guadalcázar. *Rzedowski 5980* (ENCB). **Veracruz.** Jarillos, límite de Veracruz e Hidalgo. *Nevling y Gómez-Pompa 1760* (ENCB). Huayacocotla. *Vela 710* (ENCB).

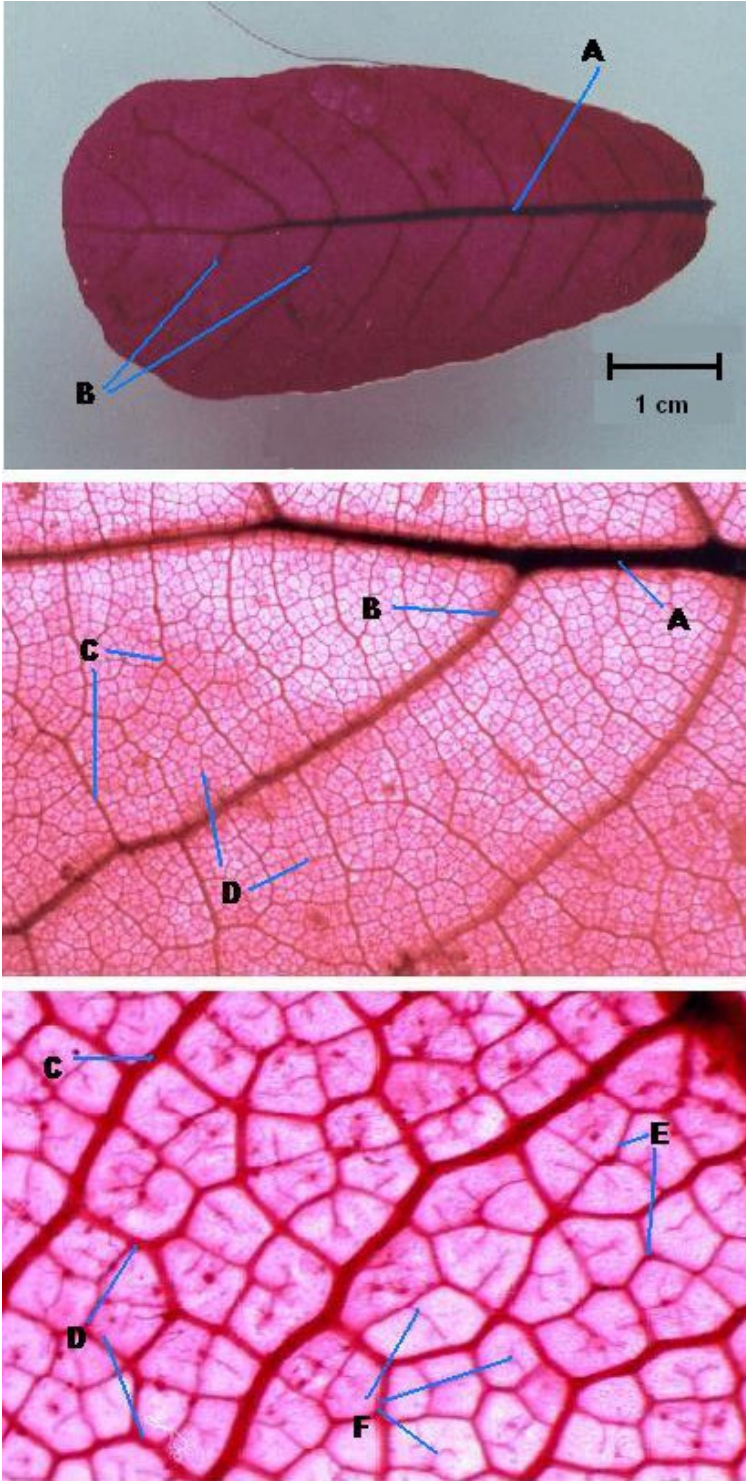


Figura 18. Niveles de venación.

Quercus repanda.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Quercus scytophylla Liebm.

Hojas maduras gruesas y rígidas; lamina simétrica de forma generalmente obovada-angosta, obovada-ancha o elíptica; ápice agudo; base simétrica aguda atenuada, rara vez obtusa redonda; borde revoluto, margen dentado serrado, 3-7 dientes por lado, presenta aristas de 0.5-2.5 cm de largo; venación pinada craspedodroma-captodroma; vena media tamaño moderado o fuerte; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo-moderado (45°-65°) o agudo-angosto (<45°), presenta de 3-12 venas intersecundarias simples; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo, modelo percurrente alterno, recorrido convexo; venas cuaternarias tamaño fino o moderado, trayectoria ortogonal; venas quintas tamaño fino a grueso, trayectoria ortogonal; venación última marginal incompleta; vénulas simples, algunas veces ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, con disposición orientada, forma cuadrangular, tamaño pequeño; haz verde grisáceo, glabro, en ocasiones presenta tricomas estrellados de 14 ramas en la base; envés con tomento denso color blanco, tricomas estrellados sesiles de 14-16 ramas, en ocasiones presenta tricomas glandulares color ámbar; epidermis ampulosa y papilosa; pecíolo de 7-24 mm de largo y de 1.3-2 mm de diámetro (Fig. 19).

Ejemplares examinados: **Oaxaca.** Mpio. San Sebastian Tecomaxtlahuaca: carretera Guadalupe Nundala a 11.6 km de San Sebastián. *Calzada 21882* (MEXU). Mpio. Villa Sola de Vega: 15 km al S de Sola de Vega. *López 801* (ENCB). **Estado de México.** Mpio. Tejupilco: Parque cinegético Nanchichitla. *Abundiz 565* (IZTA). **Guerrero.** Mpio. Leonardo Bravo: km 19 de la desv. Puerto del Gallo-Filo de Caballo. *Valencia 441* (ENCB). Mpio. Leonardo Bravo: 23 km SW Filo de Caballo. *Valencia 440* (ENCB). Mpio. Tuxtla: cerro Xomislo. *Cobián 11* (ENCB). Mpio. Tuxtla: carretera Azoquipa-Duraznos, 2 km de las desviación. *Valencia 150* (ENCB). **Jalisco.** Mpio. Tecatitlan. *Martínez 182* (ENCB). Mpio. Talpa de Allende: cerro Don Pedro. *González y col. 3269* (ENCB). Mpio. Talpa de Allende: montañas 11-12 mi. Al S de Talpa. *McVaugh 21423* (ENCB). **Michoacán.** Mpio. Hidalgo: El Caracol. *Unidad Industrial Forestal "San José" 2466* (ENCB). Mpio. Aguililla: Cerritos de Agua. *McVaugh 17838* (ENCB). Mpio. Aguililla: pie de montañas al NW de Aguililla. *McVaugh 22671* (ENCB). Mpio. Aguililla: montañas al

NW de Aguililla. McVaugh 22689 (ENCB). Puebla. Mpio. Xicotepec: Necaxa. Vela 506 (ENCB).

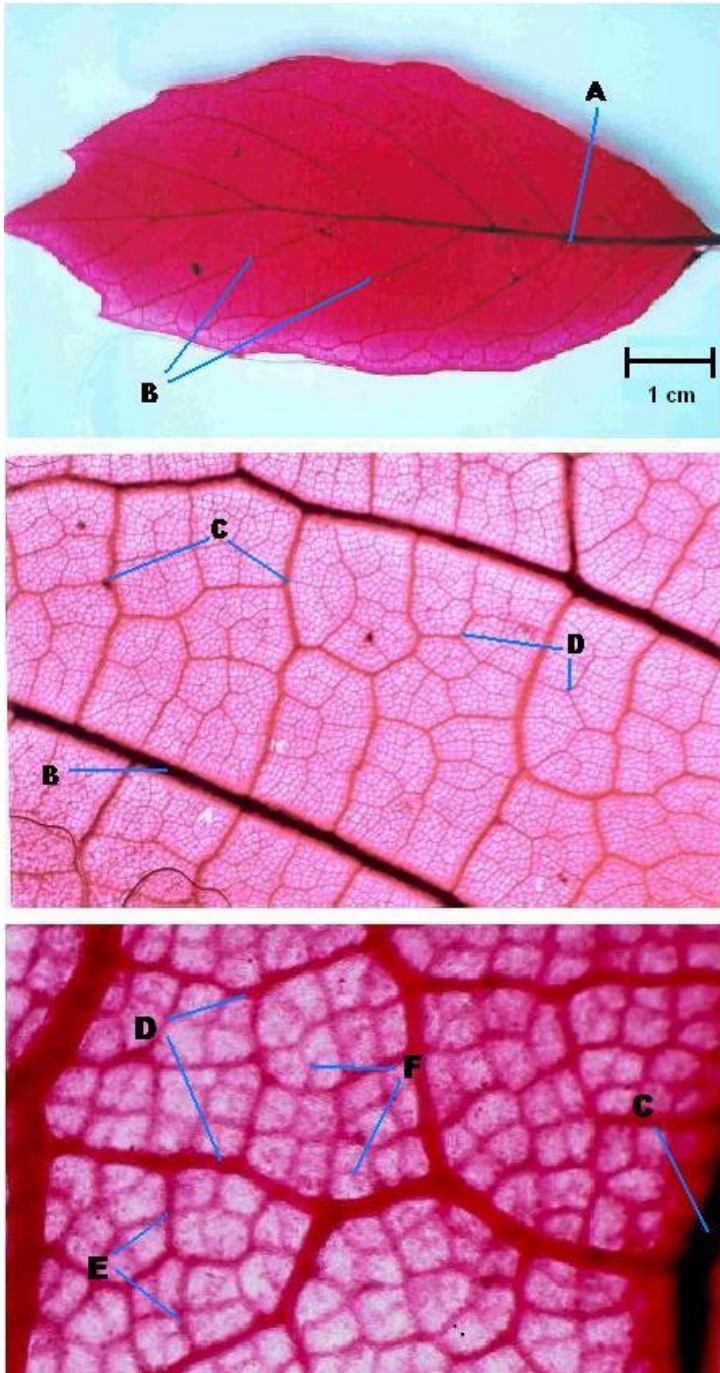


Figura 19. Niveles de venación.

Quercus scytophylla.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Quercus splendens Née.

Hojas maduras de forma elíptica-elíptica o elíptica-angosta; lamina simétrica; ápice obtuso redondeado o convexo; base simétrica o asimétrica, obtusa redondeada a veces cordada; borde no revoluto, margen entero, pocas veces crenado con 3 dientes por lado, mucron apical o en dientes redondo o convexo de 0.2-0.4 mm de largo; venación pinada captodroma; vena media de tamaño moderado a fuerte; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo-moderado (45°-65°), presenta de 2-12 venas intersecundarias simples; venas terciarias con ángulo de origen agudo-agudo o agudo-recto, modelo percurrente alterno con recorrido derecho; venas cuaternarias de tamaño grueso y trayectoria ortogonal; venas quintas tamaño fino, trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada o fimbriada; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas con disposición orientada, forma cuadrangular y tamaño pequeño; haz glabro, de color verde oscuro con tonos rojizos; envés verde, glabrescente, tricomas estrellados de 8 ramas, estipitado largo o corto; epidermis papilosa, no ampulosa; pecíolo de 3-14 mm de largo y 1-1.5 mm de diámetro (Fig. 20).

Ejemplares examinados: **Estado de México.** Km 12 de la carretera Sultepec-San Miguel Totolmoloya. *Torres 529* (IZTA). Mpio. Tejupilco: cerro Nanchititla. *Matuda y col. 31527* (ENCB). **Jalisco.** Mpio. Jilotlan: km 86 Tecalitlan-Jilotlan de Dolores. *Pérez 529* (ENCB). Mpio. Amatepec: cercanías. *Matuda y col. 29824* (ENCB). Mpio. Chiquistlan; 10 km al N de La Cuesta. *Rzedowski 15140* (ENCB). Mpio. San Martín de Bolaños: Las Treinta Vueltas 10 km al N de El Platanar. *Rzedowski 26208* (ENCB). Mpio. Bolaños: Sierra de Bolaños. *V. de Puga 1935* (ENCB). **Durango.** Mpio. El Salto: Espinazo del diablo, carretera Durango-Mazatlan. *Chazaro y Rodríguez 5127* (ENCB). **Guerrero.** Mpio. Tixtla de Guerrero: falda W del cerro El Fresno. *Kruse 1813* (ENCB).

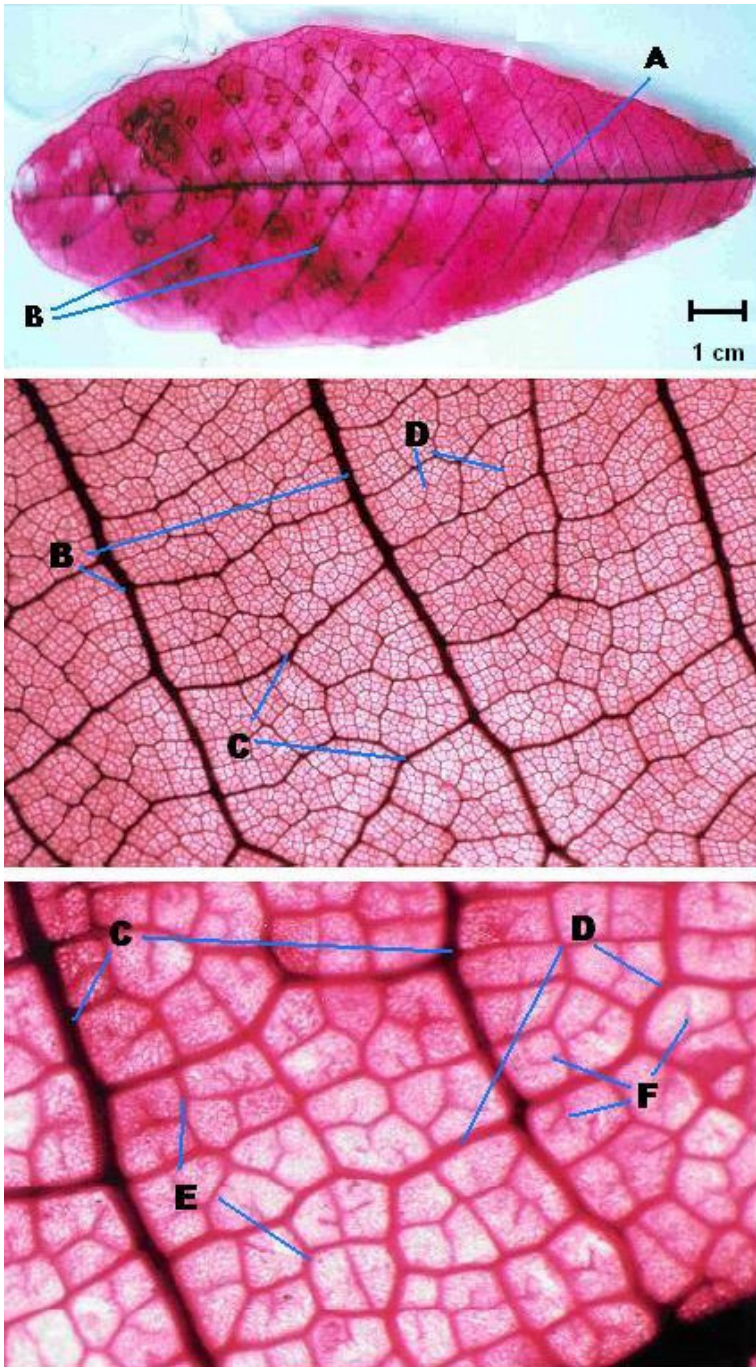


Figura 20. Niveles de venación.

Quercus splendens.

- A. Vena media (1^a)
- B. Vena secundaria (2^a)
- C. Vena terciaria (3^a)
- D. Vena cuaternaria (4^a)
- E. Vena quinta (5^a)
- F. Vénulas

Análisis numérico

Se presentan los dos análisis numéricos realizados, en el primero se usó como OTU's a los ejemplares elegidos de las diez especies, el segundo consideró a las especies como OTU's.

A) Análisis numérico por ejemplares.

Se describieron 101 carácter de arquitectura foliar basados en los ejemplares examinados (Tabla 1), los cuales fueron codificados para realizar el análisis numérico (Tabla 2). Los caracteres codificados se utilizaron en la matriz básica de datos (Tabla 3).

Tabla 1: Lista de OTU's incluídas en el análisis fenético por ejemplar.

Cod OTU's	País / Estado	Colector	Herbario
1662	México, México	Reynoso 1662	IZTA
379	México, México	Camacho y Santiago 379	IZTA
1663	México, México	Reynoso 1663	IZTA
771	México, Hidalgo	Martínez 771	IZTA
622	México, Guanajuato	Martínez C. 622	IZTA
3950	México, Guanajuato	Galván 3950	IZTA
3956	México, México	Rojas & Romero 3956	IZTA
21918	México, Oaxaca	Calzada 21918	MEXU
S. I. D.	México, México	Rojas & Romero (SID)	IZTA
3327	México, Hidalgo	Rojas & Romero 3327	IZTA
622	México, México	Román 622	IZTA
6037	México, Querétaro	Puig 6037	ENCB
3039	México, Querétaro	Zamudio 3039	ENCB
7877	México, S. L. P.	Rzedowski 7877	ENCB
2213	México, Nuevo León	Gutiérrez 2213	ENCB
1443	México, México	Estrada 1443	IZTA
195	México, México	Torres 195	IZTA
1048	México, Michoacán	Díaz 1048	ENCB
4323	México, Guanajuato	Carranza 4323	IZTA
1528	México, Jalisco	Santana & Arreola 1528	ENCB
273	México, Durango	Alvarado 273	ENCB
8488	México, S. L. P.	Rzedowski 8488	ENCB
1760	México, Veracruz	Nevling y Gomez-Pompa 1760	ENCB
3020	México, Querétaro	Medina y Barrios 3020	ENCB
21882	México, Oaxaca	Calzada 21882	MEXU
565	México, México	Abundiz 565	IZTA
11	México, Guerrero	Cobian 11	ENCB
529	México, México	Torres Z. 529	IZTA
985	México, Jalisco	Pérez 985	ENCB
31527	México, México	Matuda 31527	ENCB

Tabla 2: Caracteres y estado de caracter por ejemplar.

No.	Caracter	Estado de caracter
1	Lamina simétrica	Presente(1)-Ausente(0)
2	Lamina asimétrica	Presente(1)-Ausente(0)
3	Base simétrica	Presente(1)-Ausente(0)
4	Base asimétrica	Presente(1)-Ausente(0)
5	Largo de la hoja (mm)	Promedio
6	Ancho de la hoja (mm)	Promedio
7	Largo de pecíolo (mm)	Promedio
8	Diámetro de pecíolo (mm)	Promedio
9	Forma elíptica - elíptica	Presente(1)-Ausente(0)
10	Forma elíptica - angosta	Presente(1)-Ausente(0)
11	Forma elíptica - ancha	Presente(1)-Ausente(0)
12	Forma obovada - angosta	Presente(1)-Ausente(0)
13	Forma obovada - ancha	Presente(1)-Ausente(0)
14	Ápice obtuso convexo	Presente(1)-Ausente(0)
15	Ápice obtuso redondo	Presente(1)-Ausente(0)
16	Ápice agudo	Presente(1)-Ausente(0)
17	Base obtusa redonda	Presente(1)-Ausente(0)
18	Base obtusa cordada	Presente(1)-Ausente(0)
19	Base aguda	Presente(1)-Ausente(0)
20	Margen no revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
21	Margen revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
22	Margen marcadamente revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
23	Margen crenado	Presente(1)-Ausente(0)
24	Margen serrado	Presente(1)-Ausente(0)
25	Margen entero	Presente(1)-Ausente(0)
26	Presencia de aristas	Presente(1)-Ausente(0)
27	Presencia de mucrones	Presente(1)-Ausente(0)
28	Tamaño de aristas (mm)	Promedio
29	Tamaño de mucrones (mm)	Promedio
30	Forma de mucron redondo	Presente(1)-Ausente(0)
31	Forma de mucron convexo	Presente(1)-Ausente(0)
32	Forma de mucron extendido	Presente(1)-Ausente(0)
33	Forma de mucron recto	Presente(1)-Ausente(0)
34	Posición de mucron apical	Presente(1)-Ausente(0)
35	Posición de mucron en dientes	Presente(1)-Ausente(0)
36	No. de dientes	Promedio
37	Venación semicras. – capto.	Presente(1)-Ausente(0)
38	Venación semicraspedodroma	Presente(1)-Ausente(0)
39	Venación captodroma	Presente(1)-Ausente(0)
40	Venación craspedodroma	Presente(1)-Ausente(0)

Tabla 2: continuación.

41	1ª vena tamaño:	débil	Presente(1)-Ausente(0)
42		moderado	Presente(1)-Ausente(0)
43		fuerte	Presente(1)-Ausente(0)
44		masivo	Presente(1)-Ausente(0)
45	2ª vena	< de divergencia agudo-angosto (<45°)	Presente(1)-Ausente(0)
46		< de divergencia agudo moderado (45°-65°)	Presente(1)-Ausente(0)
47		< de divergencia agudo ancho (65°-85°)	Presente(1)-Ausente(0)
48		con variación en el < de divergencia uniforme	Presente(1)-Ausente(0)
49		con variación en el < de divergencia sup. + agudas	Presente(1)-Ausente(0)
50	Venas intersecundarias simples		Presente(1)-Ausente(0)
51	Venas intersecundarias compuestas		Presente(1)-Ausente(0)
52	3ª vena	< de origen agudo-agudo	Presente(1)-Ausente(0)
53		< de origen agudo-recto	Presente(1)-Ausente(0)
54		< de origen recto-agudo	Presente(1)-Ausente(0)
55		recorrido convexo	Presente(1)-Ausente(0)
56		recorrido derecho	Presente(1)-Ausente(0)
57	4ª vena	tamaño fino	Presente(1)-Ausente(0)
58		tamaño moderado	Presente(1)-Ausente(0)
59		tamaño grueso	Presente(1)-Ausente(0)
60		trayectoria ortogonal	Presente(1)-Ausente(0)
61		trayectoria al azar	Presente(1)-Ausente(0)
62	5ª vena	tamaño fino	Presente(1)-Ausente(0)
63		tamaño moderado	Presente(1)-Ausente(0)
64		tamaño grueso	Presente(1)-Ausente(0)
65		trayectoria ortogonal	Presente(1)-Ausente(0)
66		trayectoria al azar	Presente(1)-Ausente(0)
67	Venación ultima marginal ojalada		Presente(1)-Ausente(0)
68	Venación ultima marginal incompleta		Presente(1)-Ausente(0)
69	Venación ultima marginal fimbriada		Presente(1)-Ausente(0)
70	Venulas simples		Presente(1)-Ausente(0)
71	Venulas ramificadas una vez		Presente(1)-Ausente(0)
72	Areolas con:	distribución al azar	Presente(1)-Ausente(0)
73		distribución orientadas	Presente(1)-Ausente(0)
74		forma cuadrangular	Presente(1)-Ausente(0)
75		forma pentagonal	Presente(1)-Ausente(0)
76		forma irregular	Presente(1)-Ausente(0)
77		tamaño pequeño	Presente(1)-Ausente(0)
78		tamaño mediano	Presente(1)-Ausente(0)

Tabla 2: continuación.

79		tricomas glandulares	Presente(1)-Ausente(0)
80		tricomas no glandulares	Presente(1)-Ausente(0)
81		tricomas fasciculados contornos	Presente(1)-Ausente(0)
82		tricomas fasciculados extendidos	Presente(1)-Ausente(0)
83		No. de ramas de tricomas	Promedio
84		tricomas con estípites largo	Presente(1)-Ausente(0)
85		tricomas con estípites corto	Presente(1)-Ausente(0)
86		tricomas sésiles	Presente(1)-Ausente(0)
87		tricomas con distribución uniforme	Presente(1)-Ausente(0)
88	Envés con:	tricomas con distribución en axilas y vena media	Presente(1)-Ausente(0)
89		tomento delgado	Presente(1)-Ausente(0)
90		tomento grueso	Presente(1)-Ausente(0)
91		tomento amarillento	Presente(1)-Ausente(0)
92		tomento pardo	Presente(1)-Ausente(0)
93		tomento blanco	Presente(1)-Ausente(0)
94		epidermis ampulosa	Presente(1)-Ausente(0)
95		epidermis no ampulosa	Presente(1)-Ausente(0)
96		epidermis papilosa	Presente(1)-Ausente(0)
97		epidermis no papilosa	Presente(1)-Ausente(0)
98		tricomas con estípites largo	Presente(1)-Ausente(0)
99	Haz con:	tricomas con estípites corto	Presente(1)-Ausente(0)
100		tricomas sésiles	Presente(1)-Ausente(0)
101		No. de ramas de tricomas	Promedio

Tabla 3. Matriz Básica de datos utilizada en el análisis fenético por ejemplar. Las OTU's son columnas y los caracteres son hileras.

OTU's	
“OTU's son columnas, caracteres son hileras”	
QDES-Reynoso1662 QDES-Camacho379 QDES-Reynoso1663 QEDU-Martínez771 QEDU-Martínez622 QEDU-Galvan3950 QELI-R&R3956 QELI-Calzada21918 QELI-R&R-SID QFRU-R&R3327 QFRU-Roman622 QFRU-Puig6037 QGRE-Zamudio3039 QGRE-Rzedowski7877 QGRE-Gutiérrez2213 QOBT-Estrada1443 QOBT-Torres195 QOBT-Díaz1048 QPOT-Carranza4323 QPOT-Santana1528 QPOT-Alvarado273 QREP-Rzedowski8488 QREP-Nevling1760 QREP-Medina3020 QSCY-Calzada21882 QSCY-Abundiz565 QSCY-Cobian11 QSPL-Torres529 QSPL-Pérez985 QSPL-Matuda31527	
Estados de Carácter	
1.	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1
2.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
3.	0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1
4.	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0
5.	60 40 67 68 60 35 60 115 112 50 35 30 45 65 73 120 125 90 54 61 42 50 37 74 108 170 105 155 85 102
6.	30 20 25 32 30 15 30 60 50 20 160 120 26 33 30 65 70 31 34 44 25 28 13 32 40 80 50 55 30 32
7.	4 4 4 7 5 4 5 5 4 5 3 2 5 7 5 8 8 8 4 3 3 3 7 4 24 12 17 9 4 3
8.	0.9 1 1.5 1 1.2 0.8 2 3 3 1.5 0.8 1.5 1.2 1.8 1.8 1.6 1.6 1 1.1 0.5 0.8 1.2 1.2 1.2 1.3 2 1.3 1.5 1.2 1.2
9.	1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 1
10.	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0
11.	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
12.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0
13.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
14.	0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0
15.	1 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 1
16.	0 1 1 1 0 0 0
17.	1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1
18.	0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0
19.	0 1 1 1 0 0 0
20.	0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1
21.	1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0
22.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
23.	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0
24.	0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0
25.	0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1
26.	0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0
27.	1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1
28.	99 99 99 1.2 1.2 0.8 99 1.4 1.8 1.6 99 99 99
29.	0.3 0.3 0.3 99 99 99 99 99 99 0.2 0.2 0.3 0.5 0.2 0.5 0.3 0.4 0.3 0.3 0.5 0.5 0.2 0.3 0.2 99 99 99 0.2 0.2 0.2
30.	0 1 0 0 0 0 1 1 1
31.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0
32.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
33.	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
34.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1
35.	1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0
36.	8 6 6 8 8 10 99 99 99 8 6 99 6 6 6 6 10 14 12 12 6 6 99 99 6 14 14 6 99 99
37.	1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
38.	0 0 0 1 1 1 0
39.	0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1
40.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0
41.	0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
42.	0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1
43.	1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0
44.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
45.	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0

Tabla 3. continuación.

46.11111111100101011011100011011111
47.00000000110100000000000000000000
48.00011111111111111111111111111111
49.11100000000000000000000000000000
50.11111111111111111111111111111111
51.00000000000000000000000000000000
52.1111000000001111111111111111011001
53.00001011111000000000000000000100
54.0000010000000000000000000000100010
55.11111000001000000000111010010000
56.00000111110111111110001011011111
57.0000001000110101100000111111100
58.11100010000000001111100000000000
59.00001100100100100000000000000011
60.111001001111001000111111111011
61.000011011000011011100000000100
62.10100000010010011000011110101011
63.01011100001000000001110000000000
64.00000011100010110010001111111111
65.11111110001110011101111111101111
66.000000110001100011000100000010000
67.1110000111101010110000000011100
68.00000010000010100000111111100000
69.00011100000000001000000000000011
70.00000011100001110000000000110000
71.111110000111000011111111111001111
72.10000001100011000111110000000000
73.011111100111001100011000001111111
74.11111111101001101110000111111111
75.000000000000000000000000011000000
76.00000000000101100100001000000000
77.10100001111111110010111111111111
78.01011100000000001101000000000000
79.00111000010000011111111011111000
80.11111111111111111111111111111110
81.00011100000000000000000000000000
82.11100001111111111111111111111110
83.888141414777888202020888888161616141414888
84.1010000111101000000000001000000110
85.01000000000101001110000011111000
86.00011100000000110000111000000000
87.00011100000000001111110000000000
88.0000011100000000000000000000100
89.11100000001111110000000000000000
90.000000000000000000000000111111000
91.11100000000000000000000000000000
92.000000000011111100000000111000000
93.000000000000000000000000000000111000
94.0011100001111111111100111111000
95.1100011110000000000011000001111
96.11111100001111111111111111111111
97.00000011100000000000000000000000
98.00011000000000000000000000000000
99.10100011100000000000000000000000
100.1100000001111000000011111010000
101..111114141477788815151599999966161616141499999

Análisis de conglomerados.

Los resultados del fenograma mostraron la separación de cuatro grupos. Un grupo formado por 21 OTU's, pertenecientes al subgénero *Leucobalanus*. Los tres grupos restantes estuvieron formados por 9 OTU's pertenecientes al subgénero *Erytrobalanus* (Fig. 21). Ambos subgéneros presentan algunos caracteres similares, caracteres que los diferencian son tipo de venación y tipo de margen. Los caracteres que aportaron mayor valor en la separación de los dos grupos fueron la presencia de aristas y la presencia de mucrones.

Dentro del grupo formado por el subgénero *Leucobalanus* se distinguen tres subgrupos, uno (A) formado por los ejemplares de *Quercus deserticola*, *Q. potosina* y *Q. obtusata*, el segundo (B) formado por los ejemplares de *Q. frutex*, *Q. repanda* y *Q. splendens*, y el tercero (C) formado sólo por ejemplares de *Q. greggii*.

En el subgrupo A el primer núcleo estuvo formado por los ejemplares *QDES-Reynoso1662* y *QDES-Reynoso1663*, pertenecientes a la especie *Q. deserticola*, con un valor de similitud de 0.729. Un segundo núcleo estuvo formado por los ejemplares *QPOT-Santana1528* y *QPOT-Alvarado273* de la especie *Q. potosina*, con un valor de similitud de 0.867. El tercer núcleo del subgrupo estuvo formado por los ejemplares *QOBT-Torres195* y *QOBT-Díaz1048* de la especie *Q. obtusata*, con un valor de similitud de 0.927. Estos tres núcleos se unieron entre sí con un valor de similitud de 1.296. Los caracteres que contribuyeron a la separación del subgrupo fueron lámina simétrica, tamaño moderado de la 4^a vena, epidermis ampulosa y epidermis no ampulosa

Dentro del subgrupo B el primer núcleo estuvo formado por los ejemplares *QFRU-R&R3327* y *QFRU-Puig6037*, pertenecientes a la especie *Q. frutex*, con un valor de similitud de 0.950. Un segundo núcleo estuvo formado por los ejemplares *QREP-Nevling1760* y *QREP-Medina3020*, pertenecientes a *Q. repanda*, que se asociaron con un valor de similitud de 0.712. Un tercer núcleo se formó con los ejemplares *QSPL-Pérez985* y *QSPL-Matuda31527*, pertenecientes a la especie *Q. splendens*, con un valor de similitud de 1.037. Los núcleos se unieron entre sí con un valor de similitud de 1.331. Los caracteres

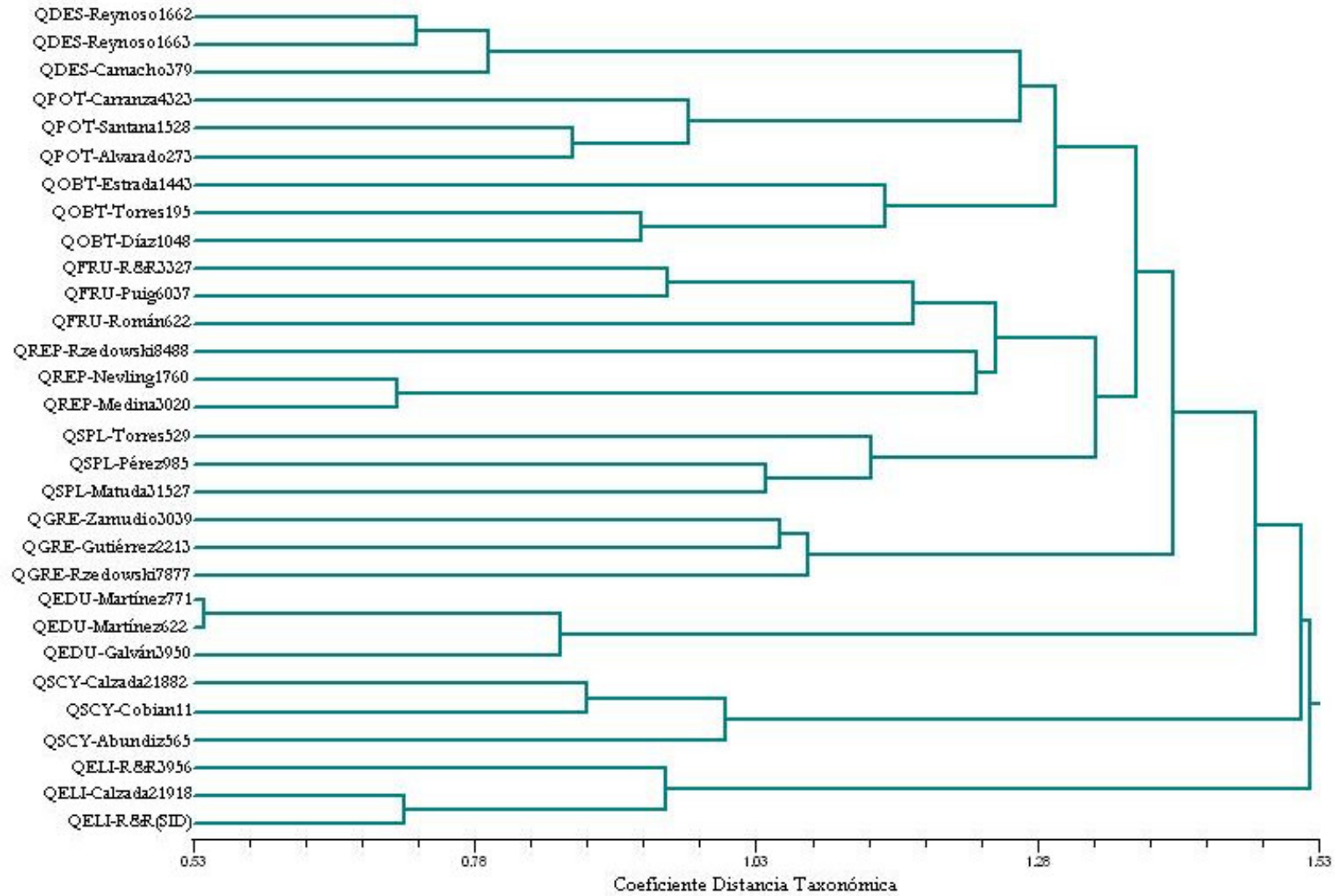
que ayudaron a la separación del subgrupo fueron margen crenado, margen entero, mucron convexo, mucron redondo, posición del mucron y tamaño fuerte a masivo de la 1ª vena.

Los subgrupos A y B se unen con un valor de similitud de 1.369. Estos a su vez se unen con un valor de similitud de 1.400 con el subgrupo C, formado por ejemplares de la especie *Q. greggii*, los caracteres que ayudaron a su separación fueron base asimétrica y vénulas simples.

Al grupo formado por el subgénero *Leucobalanus* se unen los tres grupos del subgénero *Erytrobalanus*. El primer grupo en unirse estuvo formado por los ejemplares de *Q. eduardii*, con un valor de similitud 1.473, los principales caracteres que contribuyeron a la separación fueron margen no revoluto, tamaño moderado de la 5ª vena y tricomas del envés contortos. El segundo grupo en unirse fue el formado por los ejemplares de *Q. scytophylla* con un valor de similitud de 1.514, los caracteres que contribuyeron fueron forma obovada, 4ª vena ortogonal y tomento grueso blanco. El último grupo en unirse estuvo formado por los ejemplares de *Q. elliptica* con un valor de 1.522, el cual quedó separado de los anteriores por presentar los caracteres margen entero, recorrido de 3ª vena derecho y areolas con disposición al azar.

De acuerdo a lo anterior se observa que los caracteres para separar los grupos pertenecientes al subgénero *Leucobalanus* son de tipo macromorfológicos, mientras que los caracteres utilizados para separar los grupos del subgénero *Erytrobalanus* incluyen más caracteres micromorfológicos.

Figura 21: Fenograma obtenido en el análisis por ejemplares con el Coeficiente de Distancia Taxonómica y UPGMA.



Análisis de componentes principales.

Con el análisis de componentes principales se obtuvieron resultados afines a los obtenidos en el análisis de conglomerados, formándose los mismos grupos como se observa en la figura 22.

Los tres primeros componentes explicaron el 37.87% de la variación y los caracteres que más contribuyeron estuvieron relacionados con los últimos niveles de venación (Tabla 4). El valor del primer componente principal fue de 13.59 y los caracteres que aportaron mayor información para explicar la variación fueron el tamaño de la arista con 1.1631, el tamaño de la 5ª vena (0.7441) y venación captódroma (0.7117) entre otros. El valor del segundo componente fue de 12.53, siendo los caracteres de mayor valor de carga para explicar la variación la presencia de mucrones (0.8102), margen crenado (0.7624), posición de mucron en diente (0.7624) y tomento delgado (0.6779) entre otros. Estos caracteres macromorfológicos que Hickey (1974) menciona como de uso tradicional en la descripción morfológica de especies quedaron en segundo plano, tal vez debido a la gran variación morfológica que presenta el género *Quercus*. El valor del tercer componente fue de 11.61 y los caracteres que aportaron mayor valor a la explicación de la variación fueron el número de ramas de los tricomas del haz (0.7568), tricomas con estípites cortos en el haz (0.6814) y tricomas con distribución en axilas y vena media del envés (0.6786) (Fig. 22). En este análisis las características de tricomas foliares no aportan valor taxonómico importante en la formación de los grupos.

Figura 22: Proyección bidimensional del análisis de componentes principales por ejemplares.

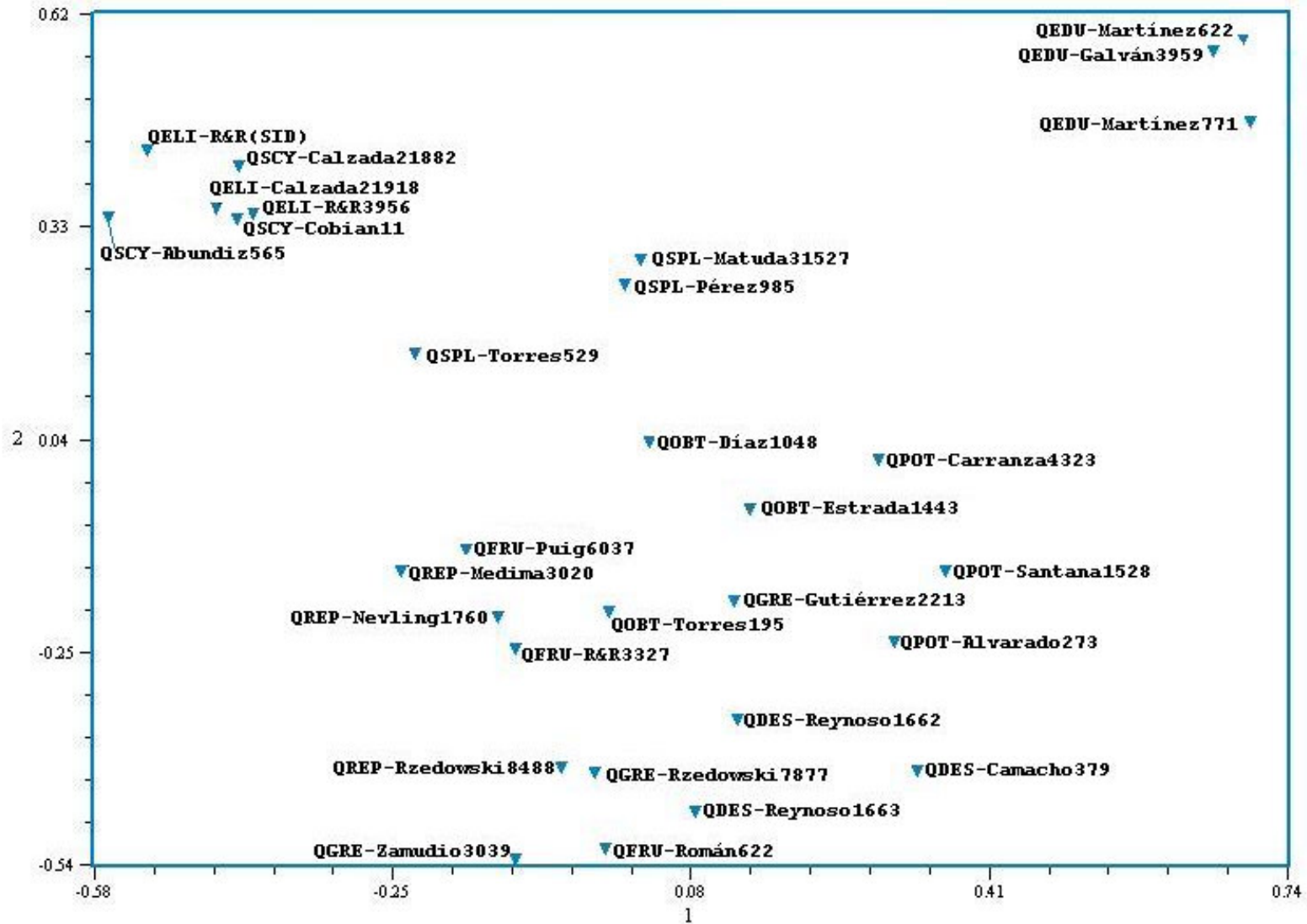


Tabla 4: Variación explicada por los tres componentes principales y caracteres con el valor más alto en cada componente en el análisis por ejemplar. El número en el paréntesis indica el número de carácter listado en la tabla 1.

Componente Principal	% Variación Explicada	% Acumulado	Caracter	Valor
I	13.59	13.59	Tamaño de arista (28)	1.1631
			5ª vena tamaño moderado (63)	0.7441
			Venación captódroma (39)	0.7117
			Envés. Tricomas sésiles (86)	0.7012
			5ª vena tamaño grueso (64)	0.6914
			Envés. Tricomas distrib. uniforme (87)	0.6914
			Venación semicraspedódroma (38)	0.6740
			Envés. Tricomas fasci. Contornos (81)	0.6740
			Diámetro de pecíolo (8)	0.6451
			Areolas. Tamaño pequeño (77)	0.6386
II	12.53	26.26	Presencia de mucrones (27)	0.8102
			Margen crenado (23)	0.7624
			Posición de mucron en dientes (35)	0.7624
			Envés. Tomento delgado (89)	0.6779
			Margen serrado (24)	0.6543
			Presencia de aristas (26)	0.6543
			Base simétrica (3)	0.6540
			Haz. Tricomas sésiles (100)	0.6132
			Forma de mucron recto (33)	0.5949
			Envés. Tometo pardo (92)	0.5796
III	11.61	37.87	Haz. No. ramas de tricomas (101)	0.7568
			Haz. Tricomas estípite corto (99)	0.6814
			Envés. Tricomas en axilas y v.m. (88)	0.6786
			Envés. Tomento grueso (90)	0.6657
			Envés. Tricomas con estípite largo (84)	0.6582
			Envés. Epidermis papilosa (96)	0.6638
			Ápice agudo (16)	0.6198
			Base aguda (19)	0.6198
			Envés. Tomento blanco (93)	0.6198
			Envés. No. ramas tricomas (83)	0.6172

B) Análisis numérico por especie.

Se describieron 101 caracter para el análisis, aquellos que muestran variación entre las especies estudiadas (Tabla 5).

Los estados de caracter codificados se utilizaron para elaborar la matriz básica de datos (Tabla 6).

Tabla 5: Caracteres foliares y estado de carácter por especie.

No.	Caracter	Estado de carcater
1	Lamina simétrica	Presente(1)-Ausente(0)
2	Lamina asimétrica	Presente(1)-Ausente(0)
3	Base simétrica	Presente(1)-Ausente(0)
4	Base asimétrica	Presente(1)-Ausente(0)
5	Largo de hoja (cm)	Promedio
6	Ancho de hoja (cm)	Promedio
7	Largo de pecíolo (mm)	Promedio
8	Diámetro de pecíolo (mm)	Promedio
9	Forma elíptica-elíptica	Presente(1)-Ausente(0)
10	Forma elíptica-angosta	Presente(1)-Ausente(0)
11	Forma elíptica-ancha	Presente(1)-Ausente(0)
12	Forma obovada-angosta	Presente(1)-Ausente(0)
13	Forma obovada-ancha	Presente(1)-Ausente(0)
14	Ápice obtuso convexo	Presente(1)-Ausente(0)
15	Ápice obtuso redondo	Presente(1)-Ausente(0)
16	Ápice agudo	Presente(1)-Ausente(0)
17	Base obtusa cordada	Presente(1)-Ausente(0)
18	Base obtusa redonda	Presente(1)-Ausente(0)
19	Base aguda	Presente(1)-Ausente(0)
20	Margen no revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
21	Margen poco revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
22	Margen revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
23	Margen marcadamente revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
24	Margen crenado	Presente(1)-Ausente(0)
25	Margen serrado	Presente(1)-Ausente(0)
26	Margen entero	Presente(1)-Ausente(0)
27	Presencia de aristas	Presente(1)-Ausente(0)
28	Presencia de mucrones	Presente(1)-Ausente(0)
29	Tamaño de aristas (mm)	Promedio
30	Tamaño de mucrones (mm)	Promedio
31	Forma de mucron redondo	Presente(1)-Ausente(0)
32	Forma de mucron convexo	Presente(1)-Ausente(0)
33	Forma de mucron extendido	Presente(1)-Ausente(0)
34	Forma de mucron recto	Presente(1)-Ausente(0)

Tabla 5: continuación.

35	Posición de mucron apical	Presente(1)-Ausente(0)	
36	Posición de mucron en dientes	Presente(1)-Ausente(0)	
37	No. de dientes	Promedio	
38	Venación semicras.-capto.	Presente(1)-Ausente(0)	
39	Venación semicraspedodroma	Presente(1)-Ausente(0)	
40	Venación captodroma	Presente(1)-Ausente(0)	
41	Venación craspedodroma	Presente(1)-Ausente(0)	
42	1ª vena tamaño:	Débil	Presente(1)-Ausente(0)
43		Moderado	Presente(1)-Ausente(0)
44		Fuerte	Presente(1)-Ausente(0)
45		Masivo	Presente(1)-Ausente(0)
46	2ª vena:	< de divergencia agudo-angosto (<45°)	Presente(1)-Ausente(0)
47		< de divergencia agudo moderado (45°-65°)	Presente(1)-Ausente(0)
48		< de divergencia agudo-ancho (65°-85°)	Presente(1)-Ausente(0)
49		variación en < de divergencia niforme	Presente(1)-Ausente(0)
50		variación en < de divergencia sup. + agudas	Presente(1)-Ausente(0)
51	No. de venas intersecundarias	Promedio	
52	3ª vena:	< de origen agudo-agudo	Presente(1)-Ausente(0)
53		< de origen agudo-recto	Presente(1)-Ausente(0)
54		< de origen recto-agudo	Presente(1)-Ausente(0)
55		recorrido convexo	Presente(1)-Ausente(0)
56		recorrido derecho	Presente(1)-Ausente(0)
57	4ª vena:	tamaño fino	Presente(1)-Ausente(0)
58		tamaño moderado	Presente(1)-Ausente(0)
59		tamaño grueso	Presente(1)-Ausente(0)
60		trayectoria ortogonal	Presente(1)-Ausente(0)
61		trayectoria al azar	Presente(1)-Ausente(0)
62	5ª vena	tamaño fino	Presente(1)-Ausente(0)
63		tamaño moderado	Presente(1)-Ausente(0)
64		tamaño grueso	Presente(1)-Ausente(0)
65		trayectoria ortogonal	Presente(1)-Ausente(0)
66		trayectoria al azar	Presente(1)-Ausente(0)
67	Venación ultima marginal ojalada	Presente(1)-Ausente(0)	
68	Venación ultima marginal incompleta	Presente(1)-Ausente(0)	
69	Venación ultima marginal fimbriada	Presente(1)-Ausente(0)	
70	Venulas simples	Presente(1)-Ausente(0)	
71	Venulas ramificadas una vez	Presente(1)-Ausente(0)	

Tabla 5: continuación.

72	Areolas con:	disposición orientada	Presente(1)-Ausente(0)	
73		disposición al azar	Presente(1)-Ausente(0)	
74		forma cuadrangular	Presente(1)-Ausente(0)	
75		forma pentagonal	Presente(1)-Ausente(0)	
76		forma irregular	Presente(1)-Ausente(0)	
77		tamaño pequeño	Presente(1)-Ausente(0)	
78		tamaño mediano	Presente(1)-Ausente(0)	
79		Envés con:	tricomas glandulares	Presente(1)-Ausente(0)
80	tricomas no glandulares		Presente(1)-Ausente(0)	
81	tricomas fasciculados contornos		Presente(1)-Ausente(0)	
82	tricomas fasciculados extendidos		Presente(1)-Ausente(0)	
83	tricomas No. de ramas		Promedio	
84	tricomas con estípites largo		Presente(1)-Ausente(0)	
85	tricomas con estípites corto		Presente(1)-Ausente(0)	
86	tricomas sésiles		Presente(1)-Ausente(0)	
87	tricomas con distribución uniforme		Presente(1)-Ausente(0)	
88	tricomas en axilas y vena media		Presente(1)-Ausente(0)	
89	tomento delgado		Presente(1)-Ausente(0)	
90	tomento grueso		Presente(1)-Ausente(0)	
91	tomento amarillento		Presente(1)-Ausente(0)	
92	tomento pardo		Presente(1)-Ausente(0)	
93	tomento blanco		Presente(1)-Ausente(0)	
94	epidermis ampulosa		Presente(1)-Ausente(0)	
95	epidermis no ampulosa		Presente(1)-Ausente(0)	
96	epidermis papilosa		Presente(1)-Ausente(0)	
97	epidermis no papilosa		Presente(1)-Ausente(0)	
98	Haz con:		tricomas con estípites largo	Presente(1)-Ausente(0)
99			tricomas con estípites corto	Presente(1)-Ausente(0)
100		tricomas sesiles	Presente(1)-Ausente(0)	
101		tricomas No. de ramas	Promedio	

Tabla 6: Matriz Básica de Datos utilizada en el análisis fenético por especie. Las OTU's son columnas y los caracteres hileras.

OTU's	
<i>Q.deserticola</i>	<i>Q.eduardii</i> <i>Q.elliptica</i> <i>Q.frutex</i> <i>Q.greggii</i> <i>Q.obtusata</i> <i>Q.potosina</i> <i>Q.repanda</i> <i>Q.scytophylla</i> <i>Q.splendens</i>
1. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	52. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
2. 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0	53. 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0
3. 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1	54. 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
4. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	55. 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0
5. 73 46 106 42 47 108 50 58 124 120	56. 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1
6. 31 20 45 17 27 27 30 26 52 40	57. 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1
7. 43 55 40 33 47 86 35 50 188 83	58. 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0
8. 11 9 22 10 15 13 11 11 15 12	59. 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1
9. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	60. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
10. 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1	61. 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1
11. 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0	62. 1 0 0 1 1 1 0 1 1 1
12. 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0	63. 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0
13. 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0	64. 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1
14. 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1	65. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
15. 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1	66. 0 0 1 0 1 1 0 0 1 0
16. 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	67. 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1
17. 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1	68. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0
18. 1 0 1 1 0 1 0 1 1 1	69. 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1
19. 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	70. 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0
20. 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1	71. 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1
21. 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0	72. 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1
22. 1 0 0 1 0 1 0 1 1 0	73. 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0
23. 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0	74. 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1
24. 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1	75. 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
25. 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0	76. 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0
26. 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1	77. 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1
27. 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0	78. 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0
28. 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1	79. 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0
29. 99 0.82 99 99 99 99 99 99 1.43 99	80. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
30. 0.4 99 99 0.25 0.36 0.35 0.35 0.3 99 0.3	81. 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
31. 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1	82. 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1
32. 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1	83. 8 16 6 8 15 8 7 20 15 8
33. 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0	84. 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1
34. 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0	85. 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0
35. 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1	86. 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0
36. 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1	87. 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0
37. 6.66 7.42 99 2.12 3.46 9.54 6.2 2.2 8.52 6.0	88. 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1
38. 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0	89. 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0
39. 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	90. 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0
40. 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1	91. 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0
41. 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0	92. 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0
42. 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0	93. 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
43. 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1	94. 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0
44. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	95. 0 1 1 1 0 1 1 0 0 1
45. 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0	96. 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1
46. 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0	97. 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0
47. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	98. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
48. 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0	99. 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0
49. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	100. 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0
50. 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	101. 9 16 6 7 15 7 7 15 14 99
51. 3 4 14 4 2 3 3 3 6 7	

Análisis de conglomerados.

En el análisis de conglomerados por especie se mantuvo la formación de los cuatro grupos obtenida con el análisis por ejemplares, aunque la disposición de las especies es distinta; esto se debió a la síntesis de los caracteres de los ejemplares que se hizo para elaborar la lista de caracteres por especie.

En la formación del grupo comprendido por especies pertenecientes al subgénero *Leucobalanus*, se ubicó un primer núcleo entre *Q. deserticola* y *Q. frutex* con un valor de similitud de 1.046. Un segundo núcleo se formó entre *Q. obtusata* y *Q. potosina* con un valor de similitud de 1.077. Estos dos núcleos se unen entre sí con un valor de similitud cercano a 1.207, y éste nuevo grupo se une a *Q. splendens* con un valor de similitud de 1.248. *Q. greggii* y *Q. repanda* forman un núcleo con un valor de similitud de 1.249. Este último grupo se une con el formado anteriormente con un valor de similitud de 1.331.

Dentro de los caracteres macromorfológicos que se tomaron en cuenta para agrupar las especies del subgénero *Leucobalanus* se encontraron simetría de la lámina, margen revoluto y tamaño de vena media; y dentro de los micromorfológicos los relacionados con la 5ª vena, areolas y tricomas.

El grupo formado por las especies del subgénero *Leucobalanus* se une a *Q. elliptica*, *Q. eduardii* y *Q. scytophylla* con valores de similitud de 1.436, 1.565 y 1.572 respectivamente (Figura.23).

Los caracteres macromorfológicos que se relacionaron con la agrupación de las especies del subgénero *Erytrobalanus* abarcaron formas generales como tipos de base, formas de la hoja y tipos de venación; dentro de los micromorfológicos se encuentran los relacionados con la 4ª y 5ª venas sin llegar a aportar un valor considerable. Los caracteres de tricomas foliares son los que aportaron mayor valor para la agrupación de las especies, lo que corresponde a lo que menciona Romero (2000) en cuanto a que estos caracteres pueden considerarse como caracteres diagnósticos.

Análisis de componentes principales.

El análisis explicó en los tres primeros componentes el 54.89 % de la variación (Tabla 7). El primer componente principal tuvo un valor de 20.26 %, siendo los caracteres con mayor información para explicar la variación: ápice obtuso redondo, margen serrado y presencia de aristas con 0.8716; venación última marginal ojalada con 0.8035 y ápice obtuso convexo con 0.7584. El segundo componente presentó un valor de 18.90 %, y los caracteres que tuvieron más valor para explicar la variación fueron tamaño de arista con 0.9952, presencia de tricomas en axilas y vena media y epidermis ampulosa con 0.8988. El tercer componente principal tuvo un valor de 15.72 % y los caracteres que mayor valor tuvieron para explicar la variación fueron número de venas intersecundarias (0.8004) y ancho de hoja (0.7958).

Figura 23: Fenograma obtenido en el análisis por especies con el Coeficiente de Distancia Taxonómica y UPGMA

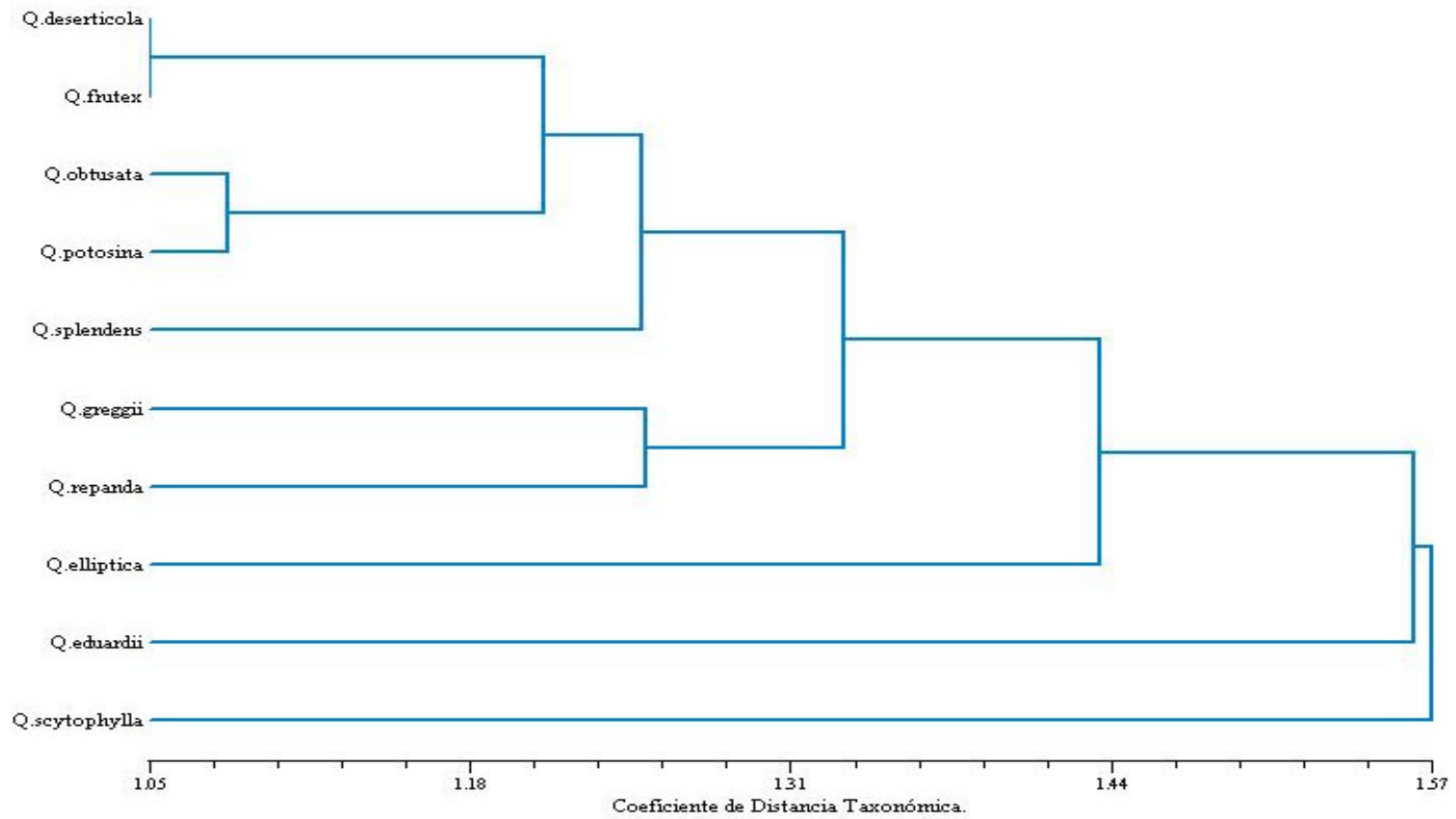


Figura 24: Proyección bidimensional del análisis por especie.

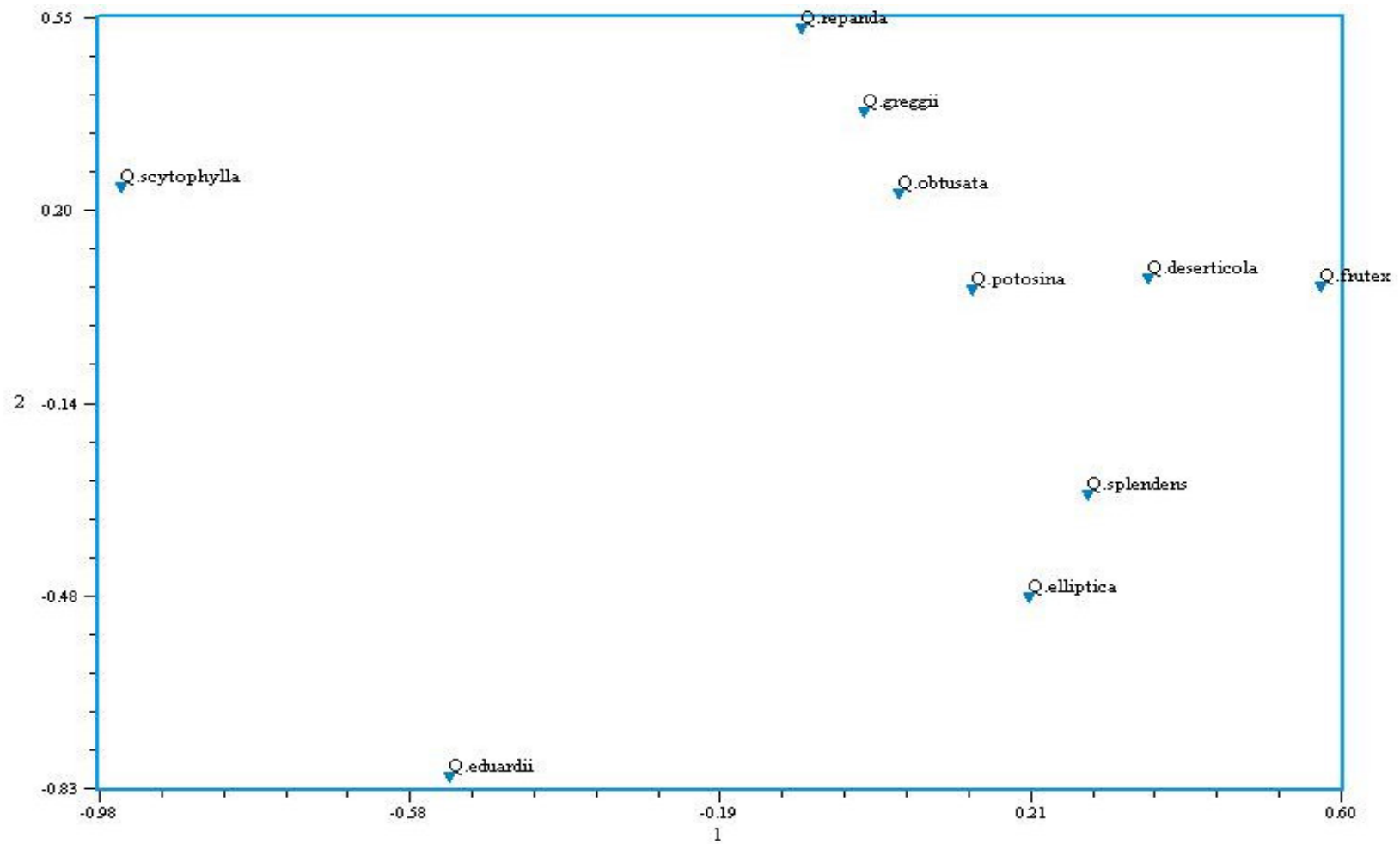


Tabla 7: Variación explicada por los tres componentes principales y caracteres con el valor más alto en cada componente en el análisis por especies. El número en el paréntesis indica el número de carácter listado en la tabla 4.

Componente principal	% variación explicada	% Acumulado	Caracter	Valor
I	20.26	20.26	Ápice obtuso redondo (15)	0.8716
			Margen serrado (25)	0.8716
			Presencia de arista (27)	0.8716
			Venación Última Marginal ojalada (67)	0.8035
			Apice obtuso convexo (14)	0.7584
			Apice agudo (16)	0.7584
			Base obtusa cordada (17)	0.7584
			Base aguda (19)	0.7584
			Envés. Tomento blanco (93)	0.7584
			Largo de pecíolo (7)	0.7565
II	18.90	39.17	Tamaño de arista (29)	0.9952
			Envés. Tricomas en axilas y vena media (88)	0.8988
			Envés. Epidermis ampulosa (94)	0.8988
			Envés Epidermis no papilosa (97)	0.8363
			Envés. Tricomas glandulares presente (79)	0.8105
			Venación Última Marginal fimbriada (69)	0.7234
			5ª Vena tamaño fino (62)	0.7036
			Venación semicaspedódroma (39)	0.6985
			3ª Vena < de origen recto-agudo (54)	0.6985
			Areolas tamaño pequeño (77)	0.6985
III	15.72	54.89	No. de venas iintersecundarias (51)	0.8004
			Ancho de hoja (6)	0.7958
			Diámetro de pecíolo (8)	0.7288
			Base obtusa redonda (18)	0.6717
			5ª Vena tamaño grueso (64)	0.6149
			Haz. No. de ramas de tricomas (101)	0.5837
			Envés. No. de ramas de tricomas (83)	0.5785
			Envés. Epidermis papilosa (96)	0.6724
			3ª Vena recorrido convexo (55)	0.5595
			4ª Vena tamaño grueso (59)	0.5318

Estudio de estomas.

Se determinaron dos tipos de estomas: anomocítico, el cual se observó en las especies del subgénero *Leucobalanus*, este tipo se caracteriza por presentar las células adyacentes morfológicamente no diferenciadas del resto de las células epidérmicas; y ciclocítico, presente en las especies del subgénero *Erytrobalanus*, el cual se distingue porque sus células adyacentes son morfológicamente distintas de las células epidérmicas normales, formando un anillo de cinco o más células al rededor de las oclusivas (Dilcher, 1974).

Dentro de los caracteres observados, se vio que de las diez especies cuatro presentan células epidérmicas lignificadas y tres especies presentan células epidérmicas con bordes ondulados (Figs. 25-34). Se observó que los estomas solo están presentes en el envés de la hoja por lo que se clasifican como hipostomáticas (Fahn, 1978).

El Índice Estomático (IE) fue muy variable entre las especies, quedando en un rango de 40 a 80 las especies del subgénero *Leucobalanus*, mientras que para el subgénero *Erytrobalanus* fue de 20 a 40, esto debido a que presentan estomas de mayor tamaño (Tabla 8).

Tabla 8: Tipo de estomas e Índice Estomático. Observaciones realizadas a 1

Especie	Herbario	Tipo de estoma	No. de estomas	No. de células epidérmicas	Índice Estomático (IE)
<i>Q. deserticola</i>					
Reynoso 1662	IZTA	Anomocítico	22	3	88
Camacho 379	IZTA	Anomocítico	34	6	85
Reynoso 1663	IZTA	Anomocítico	33	16	67
<i>Q. eduardii</i>					
Martínez 771	IZTA	Ciclocítico	12	48	20
Martínez C. 622	IZTA	Ciclocítico	13	56	19
R & J Galvan3950	IZTA	Ciclocítico	21	60	25
<i>Q. elliptica</i>					
Calzada 21918	MEXU	Anomocítico	18	25	42
R & R 3956	IZTA	Anomocítico	20	54	27
R & R (S. I. D.)	IZTA	Anomocítico	18	47	28
<i>Q. frutex</i>					
R & R 3327	IZTA	Anomocítico	29	15	66
Roman 622	IZTA	Anomocítico	41	20	67
Puig 6037	ENCB	Anomocítico	31	24	56
<i>Q. greggii</i>					
Zamudio 3039	ENCB	Anomocítico	18	20	47
Rzedowski 7877	ENCB	Anomocítico	22	30	42
Gutiérrez 2213	ENCB	Anomocítico	17	30	36
<i>Q. obtusata</i>					
Estrada 1443	IZTA	Anomocítico	28	14	67
Torres 195	IZTA	Anomocítico	24	5	83
Díaz 1048	ENCB	Anomocítico	29	10	74
<i>Q. potosina</i>					
Carranza 4323	IZTA	Anomocítico	18	23	44
Santana 1528	ENCB	Anomocítico	18	20	47
Alvarado 273	ENCB	Anomocítico	19	13	59
<i>Q. repanda</i>					
Rzedowski 8488	ENCB	Anomocítico	23	15	61
Nevling 1760	ENCB	Anomocítico	27	15	64
Medina 3020	ENCB	Anomocítico	16	50	24
<i>Q. scytophylla</i>					
Calzada 21882	MEXU	Ciclocítico	16	28	36
Abundiz 565	IZTA	Ciclocítico	16	23	41
Cobian 11	ENCB	Ciclocítico	11	30	27
<i>Q. splendens</i>					
Torres 529	IZTA	Anomocítico	22	25	47
Pérez 985	ENCB	Anomocítico	21	22	49
Matuda 31527	ENCB	Anomocítico	20	12	62

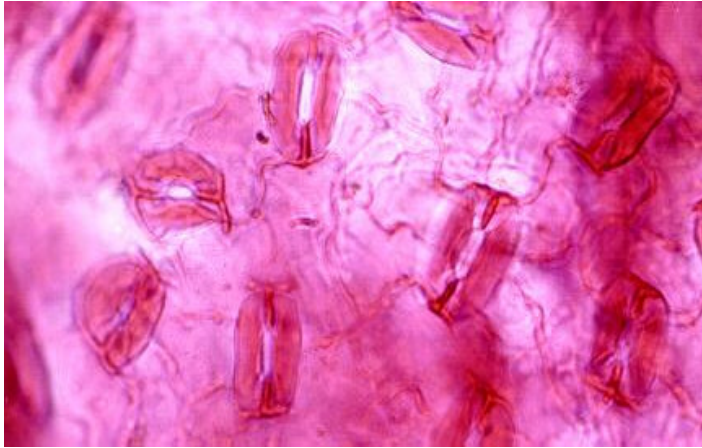


Figura 25. *Quercus deserticola*, Reynoso 1662 (IZTA)

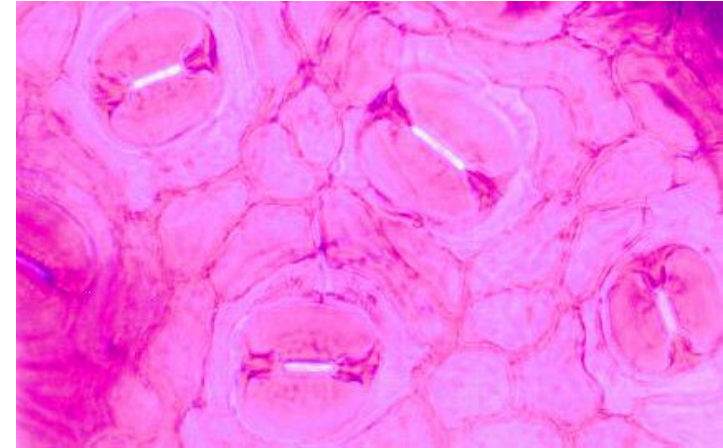


Figura 26. *Q. eduardii*, Martínez 622 (IZTA)

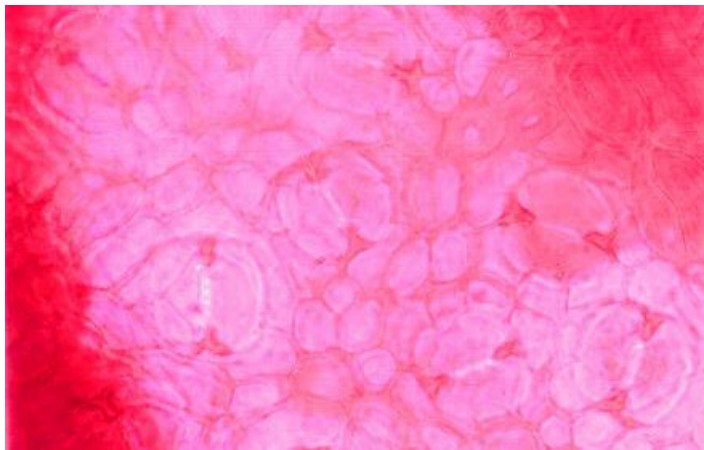


Figura 27. *Q. elliptica*, R&R SID (IZTA)

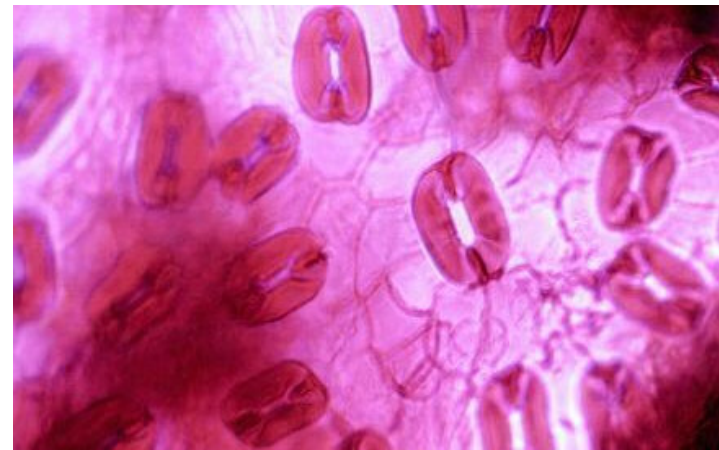


Figura 28. *Q. frutex*, Puig 6037 (ENCB)

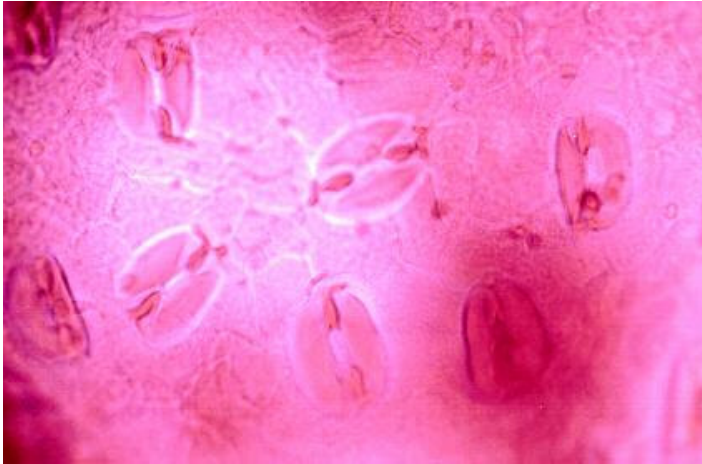


Figura 29. *Q. greggii*, Rzedowski 7877 (ENCB)

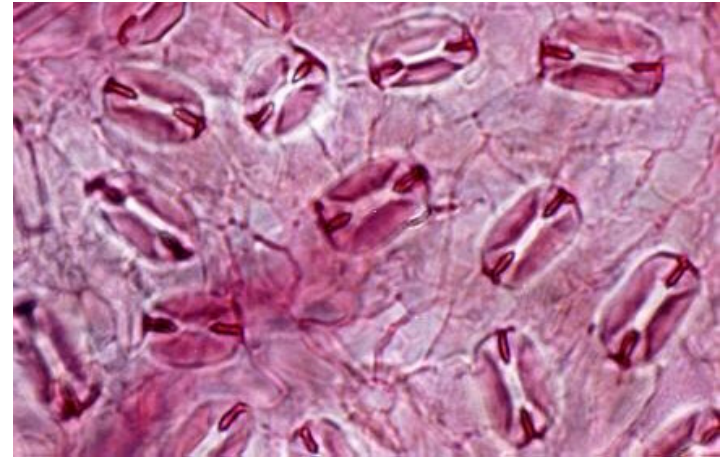


Figura 30. *Q. obtusata*, Estrada 1443 (IZTA)

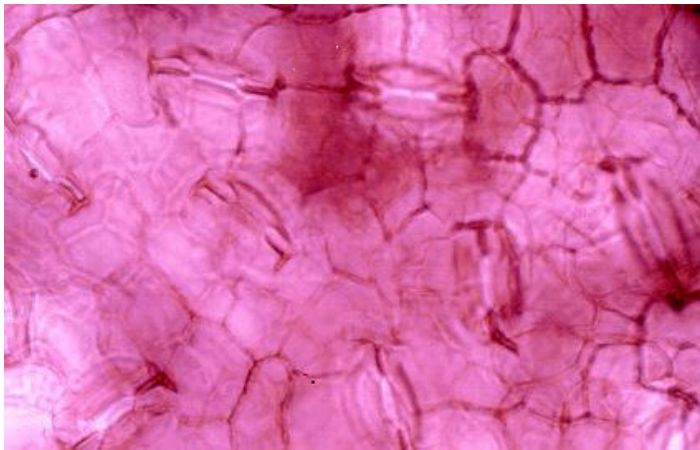


Figura 31. *Q. potosina*, Carranza 4323 (IZTA)

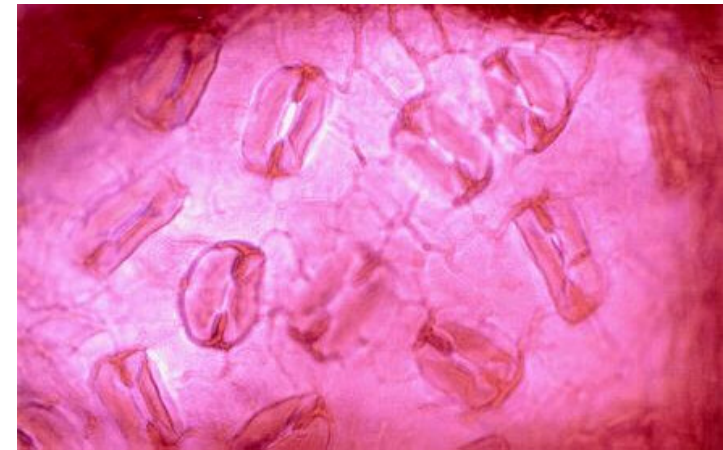


Figura 32. *Q. repanda*, Nevling 1760 (ENCB)

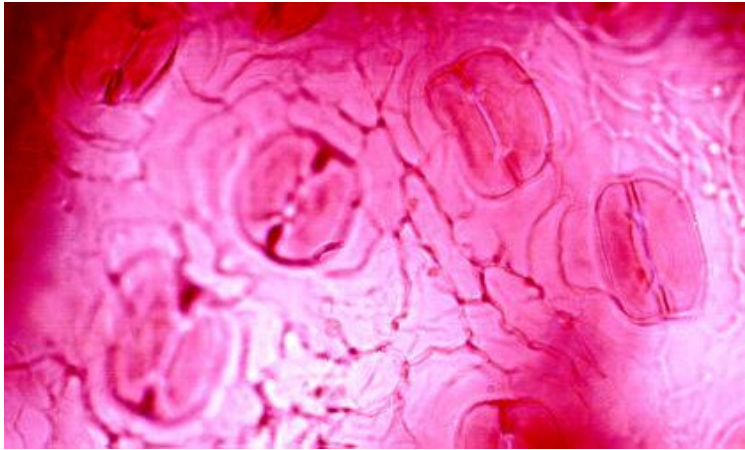


Figura 33. *Q. scytophylla*, Cobian 11 (ENCB)

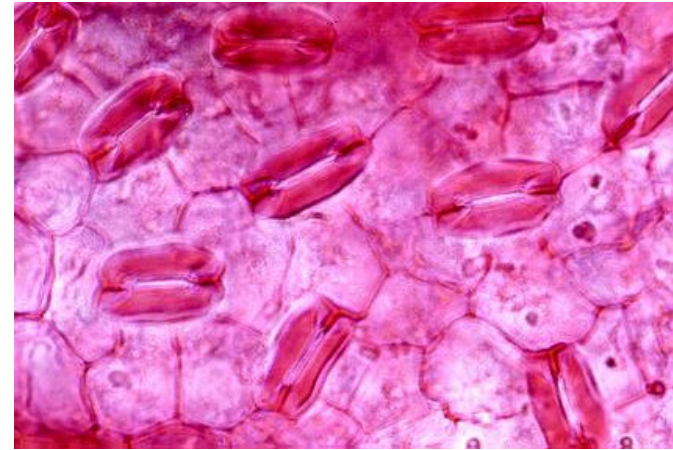


Figura 34. *Q. splendens*, Matuda 31527 (ENCB)

Caracteres diagnósticos.

Los caracteres que aportaron una mayor contribución a la separación de las especies de acuerdo a los resultados de los análisis de conglomerados y componentes principales se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9. Caracteres diagnósticos obtenidos a partir de los análisis numéricos.

Especies	Caracteres diagnóstico
<i>Q. deserticola</i>	Venas secundarias superiores más agudas Tricomas del haz con estípites largos
<i>Q. eduardii</i>	Areolas tamaño mediano Tricomas en el envés contornos
<i>Q. elliptica</i>	Margen entero Gran cantidad de venas intersecundarias
<i>Q. frutex</i>	2ª vena < de divergencia agudo-ancho
<i>Q. greggii</i>	Margen marcadamente revoluto Areolas tamaño mediano
<i>Q. obtusata</i>	Forma obovada
<i>Q. potosina</i>	Vena media tamaño débil
<i>Q. repanda</i>	Venación última marginal incompleta Tricomas de 20 ramas o más
<i>Q. scytophylla</i>	Largo del pecíolo Base aguda Tomento blanco
<i>Q. splendens</i>	Tricomas en axilas y vena media

CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo, sugieren que la arquitectura foliar puede utilizarse como herramienta taxonómica para la delimitación de especies dentro del género *Quercus*.

Los caracteres macroformológicos no aportan suficiente información que ayude a delimitar las especies, esto debido a que puede haber variaciones relacionadas a las características ambientales; sin embargo los caracteres micromorfológicos aportan información valiosa para la delimitación de las especies, ya que no son tan susceptibles a los cambios en el medio.

De acuerdo a los resultados fue posible obtener caracteres que se pueden considerar diagnósticos para cada especie, los cuales en su mayoría están relacionados con los tricomas. Por esto se sugiere realizar estudios de acuerdo a esta línea, entre especies del mismo subgénero y entre aquellas mayormente relacionadas.

Los estomas aportaron información que ayudó a separar grupos a nivel de subgénero, sin embargo es necesario realizar estudios más completos para obtener información que pueda ayudar a la delimitación de especies dentro de un mismo subgénero.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Bello, A. y Labat, N. 1987.** Los encinos (*Quercus*) del Estado de Michoacán, México. Cuaderno de Estudios Michoacanos. CEMCA. SARH. México. 96p.
- Camacho, P. 1985.** Estudio del uso del bosque para extracción de leña, madera para construcción de casas y fabricación de herramientas en una comunidad otomí. San Andrés Timilpan, Estado de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 230 p.
- Camus, A. 1938.** Les Chenes. Monographie du Genere *Quercus*. París, Paul Lechevalier.
- Cerda de la, M. 1990.** Encinos de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. 87 p.
- Crepet, W. y Nixon, K. 1989.** Earliest megafossil evidence of Fagaceae: Phylogenetics and Biogeographic implications. *Amer. J. Bot.* 76.(6): 842-855.
- Dilcher, D. 1974.** Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *Bot. Rev.* 40: (1): 91-103.
- Elías, S. 1971.** The genera of Fagaceae in the southeastern United States. *J. Arnold Arbor* 159-195.
- Engler & Prantl. 1897.** Die Naturalicen Pflanzenfamilien. 3 (1): 53.
- Fahn, A. 1978.** Anatomía Vegetal. H. Blume Ediciones. Madrid. España. 643 p.
- Flores, M., Jiménez, J., Madrigal, X., Moncayo, F. y Takaki, F. 1971.** Memoria del mapa de tipos de vegetación de la Republica Mexicana. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F. 59 p.
- García, H. 1976.** Utilización de la bellota de encino (*Quercus laceyi* Small.) en engorda de conejos. Tesis. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México. 68 p.
- González, M. 1986.** Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Jalisco. Ins. de Bot. Universidad Autónoma de Guadalajara, México. 240 p.
- Hickey, J. 1974.** Clasificación de la Arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. *Bol. Soc. Arg. Bot.* Vol. XVI. No. 12. Buenos Aires, Argentina. 26 p.

- Hickey, L; Ash, A; Ellis, B; Jonson, K; Wilf, P. and Wing, S. 1999.** Manual of Leaf Architecture - morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Leaf Architecture Working Group. Smithsonian Institution. Washington, DC. 65p.
- Humboldt, A. & Bonpland, A. 1809.** Voyage de Humboldt et Bonpland. Sixieme Partie Botanique. Plantes Equinoxiales. Tome Second. A. París.
- Jones, J. 1986.** Evolution of the Fagaceae: The implications of foliar features. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 73: 228-275.
- Lawrence, G. 1951.** Taxonomy of Vascular Plants. MacMillan Co., New York.
- Liebmann, M. 1869.** Chenes de l'amerique tropicale. Iconographie des especes nouvelles ou peu connves. Liepzing. Soc. Roy. Sci. Copenhague. 30 p. 47 pl.
- Linneo, C. 1753.** Genera Plantarum. Codicote Herts. New York, E. U. A.
- Llamas, F., Pérez-Morales C., Acedo C. y Penas A. 1995.** Foliar trichomes of the evergreen and semi-deciduous species of the genus *Quercus* (Fagaceae) in the Iberian Peninsula. *Botanical Journal of the Linnean Society* 117: 47-57.
- López, V. 1988.** Contribución etnobotánica en plantas medicinales utilizadas por dos grupos étnicos de Pantepec, Puebla. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 349 p.
- Manos, P. 1993.** Foliar trichome variation in *Quercus* section *Protobalanus* (Fagaceae). *SIDA* 15: 391-403 p.
- Manos, P. & Stanford, A. 2001.** The historical biogeography of Fagaceae: Tracking the tertiary history of temperate and subtropical forest of the Northern Hemisphere. *Int. J. Plant. Sci.* 162 (6 suppl.): S77-S93.
- Manos, P., Zhou, Z. & Cannon, Ch. 2001.** Systematics of Fagaceae: phylogenetic test of reproductive trait evolution. *Int. J. Plant Sci.* 162(6): 1361- 1379.
- Martínez, M. 1954.** Los encinos de México. *Bol. Soc. Bot. México.* 28: 29-179.
- Martínez, D. 2002.** Variación morfométrica de dos especies de encinos rojos: *Quercus sartorii* Liebmann y *Quercus xalapensis* Humboldt & Bonpland (Fagaceae). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México. 101 p.
- McVaugh, R. 1974.** Flora Novo-Galiciana. *Contr. Univ. Michigan Herb.* 12, I: 1-93.
- Miranda, F. y Hernández-X, E. 1963.** Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. México.* 28: 29-179.

- Muller, C. 1942.** The problem of genera and subgenera in the oaks. *Chrom. Bot.* 7: 12-14.
- Née, L. 1801.** Descripción de varias especies nuevas de encinos (*Quercus* de Linneo). *Anales Ci. Nat.* 3: 260-276.
- Nixon, K. 1984.** A biosystematic study of *Quercus*, serie Virentes (The live oaks) with phylogenetic analyses of fagales, Fagaceae and *Quercus*. University of Texas at Austin. Chapter 4. pp: 107-169.
- Nixon, K. 1993.** The genus *Quercus* in México. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press.
- Nixon, K. 1997.** *Flora of North America. North of México. Magnoliophyta: Magnoliidae and Hamamelidae*. Oxford University Press. New York, E.U.A.
- Pennington, W. 1963.** *The Tarahumar of México*. University of Utah, E.U.A. 267 p.
- Ponce. 1941.** Los encinos del circuito montañoso del Valle de México. *Inst. Biol. UNAM. México*. Inédito. 45 p.
- Rohlf, F. 1997.** *Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 2.0*. New York.
- Romero, S. 1993.** El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 151 p.
- Romero, S. 2000.** Estudio taxonómico de la serie Acutifoliae (*Quercus*, Fagaceae). Tesis Doctoral. UNAM. México. 174 p.
- Romero, S., Rojas, C. y Aguilar, M. 2002.** El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 89: 551-593.
- Romesburg, H. 1984.** *Cluster Analysis for Researchers*. Belmont, California.
- Rzedowski, J. 1978.** *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432 p.
- Rzedowski, J. y Equihua, M. 1987.** *Atlas Cultural de México. Flora*. SEP, INAH y Edit. Planeta. México. 218 p.
- Schlechtendal, D. y Chamiso, A. 1830.** *Quercus* L. Línea 5: 778.
- Schwartz. 1936.** Entwurf zu eines naturlichen system der Copuliferes und der Gattung *Quercus* L. *Notosbl. Bot. Gart. Berlin-Dahlem* 13: 1-22.

- Soepadmo, E. 1972.** Fagaceae. Fl. Males. I, 7: 265-403.
- Soto, L. 1982.** Estudio taxonómico del género *Quercus* (Fagaceae) de la cuenca del Río Zopilote, Guerrero. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 141 p.
- Standley, P. 1922.** Trees and shrub of México. Contr. U.S. Natl. Hub. 23: 171-199.
- Trelease, W. 1924.** The American Oaks. Mem. Nat. Acad. Sci. 20: 1-255.
- Valencia, A. 1989.** Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 183 p.
- Valencia, S. y Delgado, A. 1995.** Arquitectura de hojas como una herramienta taxonómica en el reconocimiento de individuos de encinos pertenecientes a *Quercus affinis* Scheid y *Quercus laurina* Humboldt & Bonpland. En: Marroquín de la F., J. S. (ed.). Memorias del III Seminario Nacional de Encinos, tomo II; 4-6 de Noviembre de 1995, Linares, N. L. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L. México. 850-859 p.
- Vázquez, V. 1992.** El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Puebla, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 246 p.
- Zavala, F. 1989.** Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 21 p.
- Zavala, F. 1995.** Encinos Hidalguenses. Universidad Autónoma de Chapingo. 133 p.
- Zavala, F. & García, M. 1996.** Frutos y semillas de encinos. Universidad Autónoma de Chapingo. México, México. 51 p.