



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

“ARQUITECTURA FOLIAR DE DIEZ ESPECIES DE  
ENCINOS (*Quercus*, FAGACEAE) DEL BAJIO MEXICANO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A

**Linená Sánchez Jiménez**

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



Los Reyes Iztacala, 2015



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 mis padres...*

*Después de los tropiezos, ustedes estuvieron ahí, confiaron en mí..... Gracias mil gracias por todo lo que ustedes me han enseñado y me han dado. Los amo mucho ;*

*A mi Fedriss:*

*Tú eres la personita más importante y que le da alegría a mi vida, te agradezco en especial a ti, pues no fue fácil el tiempo que me ausente contigo, gracias pequeña, que estés orgullosa de mí, como yo de ti. Te amo muchísimo ;*

*A mi hermano Carlos....*

*Para mí tu eres un gran ejemplo de que las cosas se pueden lograr a pesar de las adversidades, te admiro, te respeto y te quiero muchísimo.*

*A mis hermanas Niza, Bele, Lúpita....*

*La vida nos pone retos difíciles, pero nunca es tarde para retomar lo pendiente, gracias por su apoyo, las amo mucho.*

*A Daniel...*

*Gracias por este tiempo juntos, por tu apoyo incondicional, culmino por fin esta etapa. Te Amo.*

*La vida no es fácil, para ninguno de nosotros. Pero ... ¡que importa! Hay que perseverar y, sobre todo, tener confianza en uno mismo. Hay que ser dotado para realizar alguna cosa y que esa cosa hay que alcanzarla, cueste lo que cueste.  
(Marie Curie).*

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesora de Tesis, Dra. Silvia Romero Rangel por su apoyo incondicional, por la confianza, por su orientación y asesoramiento, por su paciencia, por la oportunidad de trabajar bajo su dirección, y por todos sus consejos muchas gracias.

Al profesor M. en C. Carlos Rojas, por sus consejos, por el ánimo, y la paciencia compartida con la Dra. Silvia, gracias.

A mis sinodales: M. en C. Leonor Abundiz, Biól. María de Lourdes Pérez Castañeda, Biól, Marcial García Pineda, por su tiempo y disposición para la revisión de este trabajo, así como por sus acertadas sugerencias y comentarios.

A la M. en C. Liliana por su amistad y compañerismo, por su apoyo y asesoramiento incondicional, por la paciencia, disposición y tiempo, que me dedicó aun no siendo su alumna, gracias.

Al Prof. Ángel Durán, por su apoyo y asesoría en la realización de los análisis para este trabajo.

Al Prof. Héctor Barrera, por el apoyo y el tiempo dedicado para la toma de fotografías en el laboratorio de microbiología.

A todos mis profesores de la carrera, por todas sus enseñanzas, recomendaciones y consejos que aportaron a mi carrera profesional.

A mis compañeros de generación 2005-2009 y a mis compañeros del Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos, por esas experiencias compartidas e irrepetibles.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por abrirme las puertas de la máxima casa de estudios, UNAM. Muchas gracias.

## INDICE

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Datos taxonómicos del género <i>Quercus</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Historia taxonómica del género <i>Quercus</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. Aspectos geográficos de los encinos .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4. Ecología de los encinos .....</b>	<b>14</b>
<b>3.5. Utilidad .....</b>	<b>16</b>
<b>3.6. Arquitectura foliar .....</b>	<b>18</b>
<b>3.7. Descripción del Bajío Mexicano .....</b>	<b>20</b>
3.7.1. Fisiografía y Geología superficial .....	20
3.7.2. Clima.....	23
3.7.3. Vegetación.....	24
<b>4. ANTECEDENTES .....</b>	<b>30</b>
<b>5. OBJETIVOS.....</b>	<b>32</b>
<b>6. MÉTODO .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1. Revisión bibliográfica.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2.Trabajo de herbario.....</b>	<b>33</b>
<b>6.3.Trabajo de laboratorio.....</b>	<b>33</b>
<b>6.4. Descripción de Arquitectura foliar .....</b>	<b>34</b>
<b>6.5. Análisis numérico .....</b>	<b>35</b>
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>7.1. Descripción morfológica de las especies.....</b>	<b>36</b>
1. <i>Quercus crassifolia</i> .....	36
2. <i>Quercus eduardi</i> .....	39
3. <i>Quercus gentryi</i> .....	42
4. <i>Quercus germana</i> .....	45
5. <i>Quercus grisea</i> .....	48
6. <i>Quercus magnoliifolia</i> .....	51
7. <i>Quercus mexicana</i> .....	54
8. <i>Quercus polymorpha</i> .....	57
9. <i>Quercus resinosa</i> .....	60
10. <i>Quercus rysophylla</i> .....	63
<b>7.2. Descripciones de arquitectura foliar. ....</b>	<b>66</b>
1. <i>Quercus crassifolia</i> .....	66
2. <i>Quercus eduardi</i> .....	69
3. <i>Quercus gentryi</i> .....	72
4. <i>Quercus germana</i> .....	75
5. <i>Quercus grisea</i> .....	78
6. <i>Quercus magnoliifolia</i> .....	81
7. <i>Quercus mexicana</i> .....	84
8. <i>Quercus polymorpha</i> .....	87
9. <i>Quercus resinosa</i> .....	90

10. <i>Quercus rysophylla</i> .....	93
<b>7.3. Análisis numérico</b> .....	<b>96</b>
7.3.1. Análisis de caracteres cualitativos .....	96
7.3.2. Análisis de caracteres cuantitativos .....	102
7.3.3. Análisis numérico de caracteres cualitativos.....	105
7.3.4. Análisis numérico de caracteres cuantitativos .....	109
7.3.5. Análisis de componentes principales. ....	112
<b>7.4. Estudio de estomas</b> .....	<b>118</b>
<b>7.5. Caracteres diagnósticos.</b> .....	<b>124</b>
<b>8. CONCLUSIÓN</b> .....	<b>127</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA CITADA</b> .....	<b>128</b>



## 1. RESUMEN

De la familia Fagaceae, el género *Quercus* es el que representa mayor distribución en todo el mundo. Se encuentra en casi todos los bosques templados del Hemisferio Norte, así como en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo. En México habita en las regiones montañosas, en donde forma parte importante de los bosques templados; estando representado por las secciones *Lobatae* (encinos rojos), *Quercus* (encinos blancos) y *Protobalanus* (encinos intermedios). Se reportan aproximadamente 150 especies distribuidos en encinares de todos los estados de la República, con excepción de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Sin embargo el género *Quercus* 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 de las especies (Rodríguez, 2003). Por lo que diferentes autores han buscado caracteres foliares útiles en la delimitación de las especies. Se utiliza el término de arquitectura foliar para describir la expresión externa de la estructura de la hoja que incluye el tipo de venación, configuración marginal, forma de la lámina, posición de tricomas y tipo y abundancia de estomas. El uso de la arquitectura foliar ha demostrado que los diversos taxones de angiospermas tienen hojas que poseen modelos de organización arquitectónica consistente.

Debido a esto y para contribuir en el conocimiento del género, se abordó el estudio de la arquitectura foliar de las especies: *Q. crassifolia*, *Q. eduardi*, *Q. gentryi*, *Q. germana*, *Q. grisea*, *Q. magnoliifolia*, *Q. mexicana*, *Q. polymorpha*, *Q. resinosa*, y *Q. ryshophylla* pertenecientes la sección *Quercus* y a la sección *Lobatae*, formulándose 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, IEB 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 los caracteres de arquitectura foliar que sirvan como diagnósticos para ayudar en la delimitación de las especies.

Los encinos tienen hojas que presentan una vena primaria única (vena media), que da origen a la venación de orden más alto, por tanto son pinnadas. Se obtuvieron cuatro patrones de venación. El tipo craspedódroma-simple para los ejemplares de *Q. crassifolia*, *Q. magnoliifolia* y *Q. resinosa*; la venación craspedódroma-semicraspedódroma se presentó en *Q. germana*; el craspedódroma mixta solamente se presenta en *Q. eduardi* y los ejemplares de *Q. gentryi*, *Q. grisea*, *Q. mexicana*, *Q. polymorpha* y *Q. rhysohylla* presentaron camptódroma-broquidódroma. Se observaron cinco niveles de venación; seis especies presentaron areolas cuadrangulares, las cuatro restantes: *Q. germana*, *Q. magnoliifolia*, *Q. polymorpha*, y *Q. rhysohylla* presentaron areolas irregulares; todas presentan tricomas en el envés y solo en *Q. eduardi* y *Q. mexicana* ambas de la sección *Lobatae* presentan tricomas fasciculados.

El análisis numérico mostró la formación de dos grandes grupos, uno formado por las especies que pertenecen a la sección *Quercus* y otro por las que pertenecen a la sección *Lobatae*. Los caracteres que contribuyeron a la separación de éstos fueron la presencia de aristas, presencia de mucrones y tipos de venación y margen.

Se presentaron dos tipos de estomas: anomocíticos en la sección *Quercus* y ciclocíticos en dos especies de la sección *Lobatae*. Cabe mencionar que los estomas solo están presentes en el envés de las láminas de las hojas. Los índices estomáticos obtenidos fueron de 50 a 95 para la sección *Quercus* y de 20 A 70 para la sección *Lobatae*.

De esta manera la arquitectura foliar de los encinos ha demostrado ser una herramienta importante en el reconocimiento taxonómico, gracias al uso de sus caracteres diagnósticos, entre ellos: base, forma del margen, 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.

## 2. INTRODUCCIÓN

Los encinos son árboles que pertenecen a uno de los géneros más importantes del mundo: *Quercus*. Este género es el más grande de la familia Fagaceae, e incluye árboles y arbustos pertenecientes a 500 especies, distribuidas principalmente en el Hemisferio Norte (Rodríguez & Romero, 2007), en una amplia diversidad de hábitats. En México, este género está representado por alrededor de 125-150 especies (Zavala-Chávez, 1995), comprendidas en las secciones *Lobatae* (encinos rojos), *Quercus* (encinos blancos) y *Protobalanus* (encinos intermedios) (Nixon, 1993), de las cuales 86 son endémicas de México.

Las especies mexicanas del género *Quercus* se encuentran distribuidas desde climas cálidos hasta templados, donde son codominantes junto con los pinos, constituyendo la mayor parte de la cubierta vegetal de estos lugares. Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades muy características de las zonas montañosas de México. Se conocen encinares en los estados y territorios de la República, a excepción de Yucatán y Quintana Roo. Respecto a su aprovechamiento, cabe observar que los encinares mexicanos son en general bastante explotados a escala local, pero muy poco a nivel industrial. Este hecho se debe a que la mayor parte de los bosques de *Quercus* de este país está formado por árboles bajos y troncos más bien delgados (Rzedowski, 1978).

Este género es considerado como un grupo taxonómicamente complicado. Esto es consecuencia de la gran variabilidad morfológica de las especies y a la aparente facilidad de hibridación (Rzedowski, 1978).

Con base a lo anterior, la posibilidad de catalogar y describir los caracteres foliares con precisión serán de gran ayuda en trabajos de taxonomía. Los estudios de las plantas actuales y fósiles indican que la arquitectura foliar, en especial los patrones de venación, es valiosa en la determinación de las relaciones taxonómicas y filogenéticas entre las angiospermas (Hickey y Wolfe, 1975).

## *Arquitectura foliar de diez especies de encinos del Bajío*

La venación foliar ha sido utilizada por investigadores debido a su valor fisiológico como tejido de conducción y por su valor como herramienta taxonómica, ya que las hojas de muchas plantas presentan rasgos morfológicos reconocibles macroscópicamente y patrones de organización arquitectural que con el tiempo han tenido significación en la filogenia y clasificación de las plantas. Han sido innumerables los aportes al conocimiento de la arquitectura foliar en familias, géneros y especies (Benítez & Ferratoro, 2000).

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Datos taxonómicos del género *Quercus*

Actualmente se distribuye principalmente en el hemisferio norte e incluye aproximadamente 500 especies en todo el mundo. En México, el número exacto de especies se desconoce; Trelease (1924) calcula 253 especies para México, mientras que estimaciones de Nixon (1993) arrojan entre 135 y 150 especies, y por último Valencia (2004) propone un listado de 161 especies, de las cuales 109 son endémicas. La alta diversidad de este género en México ha fundamentado que se le proponga, al igual que a Asia (125 especies), como uno de los centros de diversificación del grupo.

Trelease (1924), propone para América la clasificación del género en 131 series, agrupadas en los subgéneros *Protobalanus* Trel., *Leucobalanus* Engelm. y *Erythrobalanus* (Spach) Endl.

Camus (1938), en un estudio monográfico sobre el género a escala mundial, divide a *Quercus* en dos subgéneros: *Cyclobalanopsis* (Oersted) Schneider y *Euquercus* (Hickel et Camus) Camus, fraccionando a este último en seis secciones: *Cerris* Loudon, *Mesobalanus* Camus, *Lepidobalanus* Endl., *Macrobalanus* (Oerst.) Schwarz, *Protobalanus* Trel. y *Erythrobalanus* (Spach) Schwarz.

Nixon (1993), con base en análisis filogenéticos recientes, reconoce dos subgéneros: *Quercus* y *Cyclobalanopsis*; el primero se divide en tres secciones *Lobatae*, *Protobalanus* y *Quercus*.

Sin embargo, el trabajo de Trelease (1924), a pesar de ser el más antiguo de los citados, es el único que propone la clasificación de los encinos en series, aspecto que permite definir conjuntos más reducidos de especies relacionadas, por lo menos morfológica y geográficamente.

Mientras que Trelease (1924), ubica a la serie *Acutifoliae*, una de las más grandes de encinos rojos, en el subgénero *Erythrobalanus*; Nixon (1993), indica que los encinos rojos deben tratarse como sección *Lobatae*. Trelease (1924), la define con las siguientes características: porte arbóreo, ramillas glabras; yemas ovoide fusiformes; hojas lanceoladas, glabras, con dientes aristados; pecíolos largos; frutos anuales o bianuales sobre pedúnculos muy cortos, de tamaño mediano a grande, usualmente tomentosos, con escamas adpresas.

### **3.2. Historia taxonómica del género *Quercus***

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

André Michaux en el siglo XIX, realizó “Les Chenes de l’Amerique Septentrionale”, donde se describen 20 especies, y “Sur les arbres forestiers de l’Amerique Septentrionale”, en donde divide a los encinos con base en la maduración de la bellota (Liebmann, 1869; Martínez, 1954).

Louis Née (1801), publicó 16 especies de encinos de México y California, en los Anales de Ciencias Naturales de Madrid.

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

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

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

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

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

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

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

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.

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 seis años mas tarde por Muller, 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.

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

McVaugh (1974), publica “Flora Novogaliciana” la cual trata al género *Quercus* y reporta 41 especies.

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.

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 (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*.

Romero & Aguilar (1995), hicieron un “estudio taxonómico de cuatro especies de encino (*Quercus*)” descritas por Warburg, donde se determinaron como sinónimos de *Quercus hintonii* Warb. a *Q. apiophylla* Warb., *Q. ochroestes* Warb. y *Q. sagata* Warb., con base en el análisis de las descripciones originales, fototipos y ejemplares existentes en



los herbarios. Además se realizaron observaciones de las poblaciones y colectas de ejemplares en las localidades tipo.

Romero R. *et al.*, (2002), en su trabajo “El género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de México” reporta 23 especies, 13 especies del subgénero *Erytrobalanus* y 10 especies del subgénero *Leucobalanus*.

Valencia A. (2004), trabajo sobre “La diversidad del género de *Quercus* (Fagaceae) en México”, donde presento una lista preliminar de 161 especies del genero, ubicadas en tres secciones; 76 en la sección *Lobatae* (encinos rojos), 81 en la sección *Quercus* (encinos blancos) y cuatro especies en la sección *Protobalanus* (encinos intermedios), calculando que 109 especies son endémicas del país, de las cuales 47 pertenecen a la sección *Quercus*, 61 a la sección *Lobatae* y una a *Protobalanus*.

Romero R. (2006), realizó el estudio taxonómico del complejo *Acutifoliae* de *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México, que consta de diez especies: *Quercus acutifolia* Née, *Q. albocincta* Trel., *Q. brenesii* Trel., *Q. canbyi* Trel., *Q. conspersa* Benth., *Q. cortesii* Liebm., *Q. furfuracea* Liebm., *Q. skinneri* Benth., *Q. uxoris* McVaugh y *Q. xalapensis* Humb. & Bonpl. El grupo se distribuye desde el sureste de Estados Unidos de América hasta Costa Rica; cinco especies son endémicas de México.

Romero *et al.*, (2000, 2007), han descrito la existencia de flores hermafroditas en individuos de *Quercus glaucoides* y *Q. rugosa*, condición muy rara en las especies, este hallazgo se ha registrado por primera vez en los taxa mexicanos.

Rodríguez & Romero (2007), realizaron el estudio de la Arquitectura foliar de diez especies de encino (*Quercus*, Fagaceae) de México, donde obtuvieron cuatro patrones de venación, cinco niveles de venación y estomas de tipo anomocítico para *Quercus* y ciclocíticos para *Lobatae*.

Zuñiga & Sánchez (2009), hicieron un análisis de la variación morfológica foliar en *Quercus Laeta* Lieb. en el Parque Nacional los Mármoles, Hidalgo, México, donde reconocen que es poco el conocimiento de las especies de *Quercus* en México, debido a su amplia distribución, alta variabilidad morfológica y la capacidad de formar híbridos, lo cual dificulta su taxonomía.

Romero R. *et al.*, (2014), realizaron el estudio del género *Quercus* del Bajío y regiones adyacentes, describiendo 45 especies que se distribuyen en los estados de Guanajuato, Querétaro y norte de Michoacán.

### 3.3. Aspectos geográficos de los encinos

Los bosques de encinos se localizan desde cerca de 800 m de altitud hasta elevaciones superiores a 3000 m, en una gran variedad de ambientes, que van desde los semiáridos hasta los húmedos. Presentan una composición florística diversa y se les encuentra conformando bosques de poca a mediana altura. Se intercalan en algunas áreas con los bosques de *Pinus*, y en algunas otras se mezclan además con los bosques de *Juniperus*, *Cupressus* y *Abies*. Ocupan alrededor de 14.5 % del área de estudio (Rzedowski, 1978).

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).

*Quercus* incluye árboles y arbustos con unas 1000 especies presentes en una amplia diversidad de hábitas, casi todas en el hemisferio Norte, la mitad de las cuales, existen en el Nuevo Mundo, especialmente concentradas en México y Centroamérica, sobre todo en las regiones montañosas, llegando a formar bosques puros (Calderón, 2001).

Las especies mexicanas del género *Quercus* se encuentran distribuidas desde climas cálidos hasta templados, donde predominan junto con los pinos y constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de esos lugares (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 conocen encinares en todos los estados y territorios de la República, excepción de Yucatán y Quintana Roo y se encuentran desde el nivel de mar hasta 3,100 m s.n.m. aunque más de 95% de su extensión se halla en altitudes de entre 1200 y 2800 m. Constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la occidental, en el eje Volcánico Transversal, en la Sierra Madre del Sur, en las sierras del norte de Oaxaca, Chiapas y de Baja California, lo mismo que en numerosos macizos montañosos del Altiplanicie y de otras partes de la República.

Sobre el Eje Neovolcánico, los encinares se encuentran entre 2000 y 2800 m s.n.m., las especies más frecuentes son: *Quercus crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. En la Sierra Madre Oriental, entre 800 y 2500 m de altitud, destacan *Quercus affinis*, *Q. castanea*, *Q. laeta*, *Q. mexicana* y *Q. polymorpha*. Mientras que, en la zona seca del norte y noroeste del área del Bajío, entre 2200 y 2500 m s.n.m., predominan *Quercus eduardi*, *Q. greggii*, *Q. grisea*, *Q. potosina* y *Q. resinosa*.

Aunque en algunos lugares de la Península existen también pequeños manchones de encinares, pero éstos no se han explorado aún y aparentemente son de poca importancia.

Por otro lado, en la Sierra Madre Occidental de Sonora y de Chihuahua los bosques de *Quercus* ocupan característicamente un piso altitudinal que colinda hacia abajo con vegetación más xerófila o mas termófila (pastizal, matorral xerófilo), bosque tropical caducifolio. Estos encinares son comparativamente más bajos.

En el sector meridional de la Sierra Madre Occidental que corresponde a los Estados de Nayarit, Jalisco, Zacatecas, Aguascalientes, los encinares y los bosques de *Quercus* y *Pinus* forman también parte muy importante de la vegetación.

Los bosques de encinos de clima caliente se distribuyen en forma de manchones discontinuos a lo largo de ambos litorales, desde Nayarit y Tamaulipas hasta Chiapas incluyendo el extremo sur de Campeche.

### 3.4. Ecología de los encinos

Se calcula que en México los bosques de *Quercus* ocupan el 5.5% de la superficie del país y además se asigna un 13.7% a la categoría del bosque de pino y encino.

Este tipo de vegetación se ha observado sobre diversas clases de roca madre, tanto ígneas, como sedimentarias y metamórficas, así como en suelos profundos de terrenos aluviales planos, pero tales terrenos en su mayoría se dedican hoy a la agricultura. El suelo es de reacción ácida moderada (ph 5.5. a 6.5), con abundante hojarasca y materia orgánica en el horizonte superficial a menudo también a mayor profundidad. La textura varía de arcilla a arena al igual que la coloración que frecuentemente es roja, aunque puede ser amarilla, negra, café o gris.

Los bosques de *Quercus* son ricos en epifitas y trepadoras y de estructura compleja, pero existe toda una gama de variantes ecológicamente intermedias entre este extremo y los del tipo promedio que son los más comunes y los más extendidos.

Los encinares guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales y los bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus* son muy frecuentes en el país. En México, la convivencia del pino con el encino en muchos casos no implica una condición de transición, ya que las comunidades mixtas son en ciertas regiones de tan vasta distribución como las puras.

Los bosque de encino son comunidades cuya altura varía entre 2 y 30 m, alcanzando en ocasiones hasta 50, generalmente son de tipo cerrado, pero también los hay abiertos y muy abiertos. Varían totalmente de caducifolios a totalmente perennifolios y el tamaño de las hojas de las especies dominantes de nanofilas 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 encino se reconocen como buenos hospederos de epifitas, que varían desde líquenes y musgos hasta fanerógamas de gran tamaño. La abundancia y diversidad de epifitas está correlacionada mayormente con el clima, sobre todo con la humedad atmosférica y sus variaciones a lo largo del año. Las temperaturas bajas no favorecen a la presencia de muchas orquidáceas, bromeliáceas y otros grupos más bien termófilos, que van disminuyendo al ir hacia el norte.

Los bosques de *Quercus* de estatura baja tienen un solo estrato arbóreo, mientras que en los más altos pueden distinguirse dos o tres. También hay uno o dos estratos arbustivos, características bien desarrollados y cubriendo bastante espacio. En el estrato herbáceo de los encinares pueden ser importantes las gramíneas, pero su abundancia por lo general no es tan grande como los bosques de pino.

En la composición florística de los encinares predominan ampliamente en número de especies las plantas herbáceas sobre las leñosas, aunque esta desproporción se atenúa en los climas más húmedos y se invierte en los francamente cálidos. Las *Compositae* están por lo común muy bien representadas y en regiones de clima fresco componen 15 a 20% de la flora a nivel de género, les siguen en importancia las *Gramineae*, pero la participación de ambas familias también disminuye con el aumento de la humedad y de la temperatura.

La flora de los encinares es por lo general rica en endemismos a nivel de especie, aunque la gran mayoría de los géneros tiene una distribución relativamente vasta que trasciende ampliamente los límites del país. Los encinares mexicanos son muy parecidos florística y ecológicamente a los que existen en Guatemala y en algunas porciones de América Central.

Los encinares pueden presentarse como bosques puros, dominados por una o varias especies de *Quercus*. Mas frecuentemente, sin embargo, admiten en su composición otros árboles diversos, de los cuales los encontrados más a menudo son: *Abies*, *Alnus*, *Arbutus*, *Buddleia*, *Cercocarpus*, *Crataegus*, *Cupressus*, *Juglans*, *Juniperus*, *Pinus*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Pseudotsuga* y *Salix* (Rzedowski, 1978).

### 3.5. Utilidad

Desde tiempos remotos, los encinos han sido utilizados por el hombre para la obtención de madera que ha tenido gran aplicación en la producción de leña y carbón, fibras para celulosa, mangos para herramienta, cajas de empaque, hormadoras de calzado, implementos agrícolas, instrumentos musicales y muebles; también se utilizan mucho en la construcción de casas y barcos; en la decoración de interiores para la confección de chapas y pisos, en la elaboración de durmientes, carrocerías, pilotes, puntales para mina, pulpa, tarimas y toneles; además, desde el punto de vista ecológico, los encinares son considerados como grandes captadores de agua, purificadores de aire y protectores de una amplia gama de especies animales y vegetales (Barcenás, 1985) (Matus et al., 2010).

La **corteza** de muchas especies de *Quercus* y las agallas que forman algunas de sus hojas para alojar huevecillos y larvas de ciertos insectos himenópteros, son ricos en taninos y se utilizan en la curtiduría (Rzedowski, 1981).

Con los **frutos** llamados o conocidos como bellotas, se alimentan a menudo a los puercos y el hombre consume también lo de algunas especies (Rzedowski, 1981).

En medicina, las **flores**, se usan como antiespasmódicos, contra los vértigos y la epilepsia. En el caso de *Quercus crassipes*, la flores tiernas se consumen capeadas con huevo. (Rodríguez, 2003).

En México, el potencial maderable y de usos diversos de los encinos es de tal grado que podría sostener una industria integral y con excelentes perspectivas de desarrollo, sin embargo, a pesar de la importancia de la utilización y abundancia del género y de la existencia de un mercado nacional como internacional, la producción de madera de encino es baja en relación con la producción maderable de pino. (Matus et al., 2010).

Cabe destacar, que las extensas superficies de tierra donde habitaban encinares, se emplean para la agricultura, en algunos casos es temporal, y los cultivos que mas a menudo se

siembran están el maíz, frijol, cebada, trigo y avena, así como algunos árboles frutales, como durazno, aguacate y manzano.

Los encinares mexicanos son en general bastante explotados a escala local, pero muy poco a nivel industrial. Este hecho se debe principalmente a que la mayor parte de bosques de *Quercus* de este país esta formada por árboles bajos y con troncos más bien delgados. Además de que son de crecimiento lento y por que no se conocen bien las características de su madera o por que se ignoran las técnicas de su debido secado (Rzedowski, 1981). Destacando que para México son muy importantes en la producción de madera y de carbón "Encina", encino", "roble".



### **3.6. Arquitectura foliar**

La estructura de las hojas es generalmente descuidada en estudios taxonómicos y de morfología comparada, debido en gran parte a la ausencia de una clasificación detallada, uniforme y concreta de sus características.

Las características de mayor importancia taxonómica (o al menos de las más utilizadas) para encinos, se encuentran en las hojas. Estas son usadas para distinguir categorías desde subgénero hasta variedad. Algunas solo representan rasgos superficiales, pero otras son fundamentales (Zavala, 1989).

La superficie externa de las hojas está compuesta de células epidérmicas que, generalmente son aplanadas y transparentes, y que dejan pasar libremente la luz del sol a las células fotosintetizadoras subyacentes. Sus paredes celulares contienen cutina, generalmente en una capa continua, la cutícula, en la superficie externa. Las paredes de las células epidérmicas varían en grosor. Tienden a ser finas en las plantas que habitualmente crecen en ambientes húmedos y gruesos en las plantas de regiones secas (Raven, 1975).

Las hojas tienen variación en cuanto a su disposición en el tallo, su forma, la disposición de sus venas (venación) su estructura y muchos otros caracteres. Los caracteres de la hoja son muy usados en la descripción de las especies (Robbinns et al., 1966). Casi todos los paleobotánicos, para los cuales las hojas representan la mayor parte de los restos de angiospermas, no han ido más allá del uso de características foliares comparativamente superficiales en sus identificaciones (Hickey, 1974).

Por tanto, el término de arquitectura foliar designa la ubicación y la forma de aquellos elementos que constituyen la expresión externa de la estructura foliar, como el tipo de venación, configuración marginal, forma de la hoja y posición de las glándulas. De esta manera la arquitectura foliar según Hickey (1974), es el aspecto de la morfología que concierne a la configuración espacial y coordinación de aquellos elementos que forman parte de la planta sin considerar la histología, el origen o la homología (Hickey, 1974).

El sistema de Hickey constituye un adelanto considerable en la terminología porque establece categorías exactamente definidas para la forma de las hojas, basadas en la posición del eje mayor de anchura, sobre el eje longitudinal de la hoja y en la relación largo/ancho. Las formas apicales y basales también recibieron una definición más precisa (Fig. 1). Así como la posibilidad de catalogar y describir caracteres foliares con precisión que será de gran ayuda en trabajos taxonómicos tanto botánicos como paleobotánicos (Hickey, 1974).

Por lo tanto, la Arquitectura foliar proporciona un conocimiento detallado que ha permitido comenzar a discernir tendencias filogenéticas a partir de las hojas, las cuales pueden tener importancia en el estudio de grupos fósiles y actuales (Hickey, 1974)

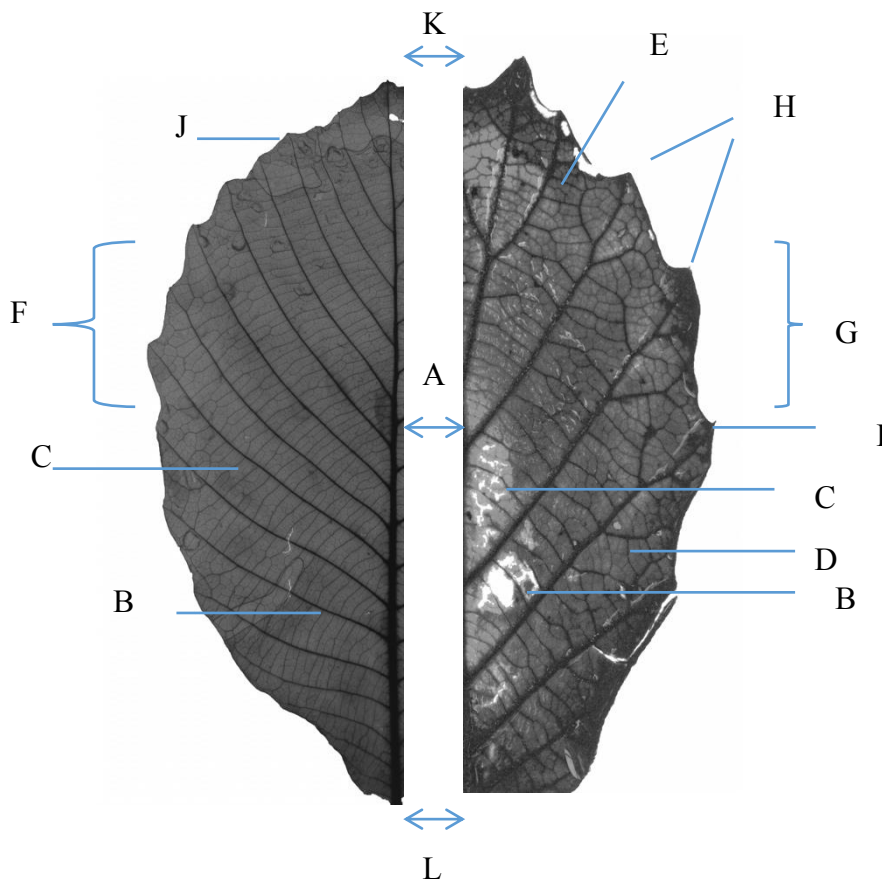


Fig. 1 Arquitectura foliar

- A. vena primaria
- B. vena secundaria
- C. vena terciaria
- D. vena cuaternaria
- E. vena quinta
- F. margen crenado
- G. margen serrado
- H. dientes
- I. arista
- J. mucrón
- K. ápice
- L. base

### 3.7. Descripción del Bajío Mexicano (Pérez-Calix, 2004).

El área denominada «Bajío y regiones adyacentes» se localiza en el centro de México. Comprende en su totalidad los estados de Querétaro y Guanajuato, además de la porción del de Michoacán ubicada al oriente del meridiano  $102^{\circ} 10'$  W y al norte del parte aguas de la Cuenca del Río Balsas (Fig. 2). La superficie incluida en la región así delimitada abarca alrededor de  $50,000 \text{ km}^2$  (Rzedowski et al., 1991).

#### 3.7.1. Fisiografía y Geología superficial

El territorio definido como Bajío y regiones adyacentes, participa de tres de las regiones fisiográficas de México, que son: la Altiplanicie Mexicana, la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico (Fig. 2).

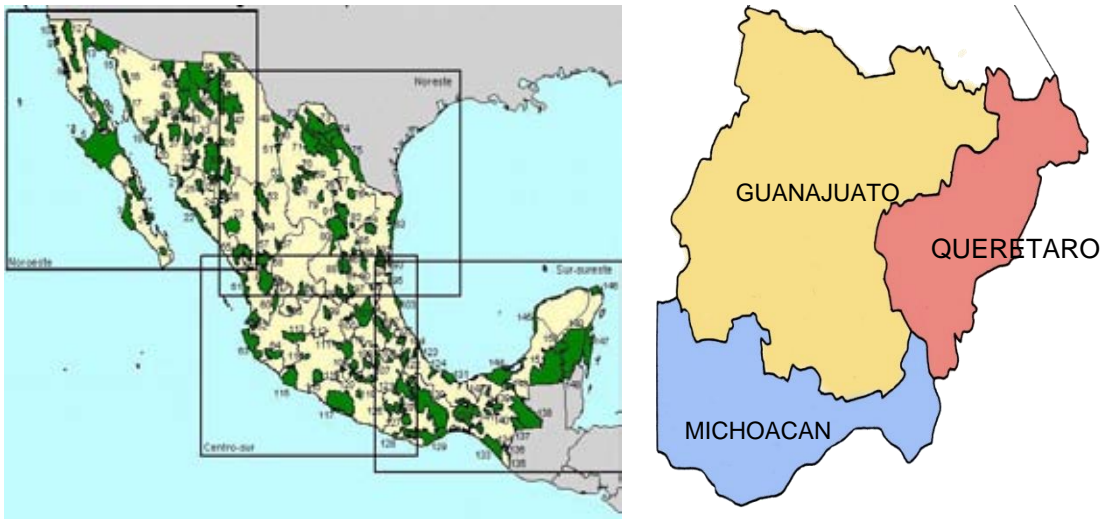


Fig. 2. Ubicación del Bajío y regiones adyacentes en la República Mexicana.

La Altiplanicie Mexicana abarca casi por completo el estado de Guanajuato, una extensa porción del centro del de Querétaro, además de un amplio sector del norte del de Michoacán; está delimitada por la Sierra Madre Oriental en el nordeste y por el Eje Neovolcánico en el sur. Fisiográficamente está conformada por amplias regiones casi planas o de pendiente poco pronunciada interrumpidas por sierras dispersas de diferentes

elevaciones y tamaños. En esta región, la altitud fluctúa entre 1,700 y 3,300 m. Considerando como base la altitud de las planicies, se observa una zona ligeramente más alta en la parte septentrional y una más baja en la meridional.

La porción septentrional forma parte de lo que Ferrusquía (1998) denomina «Subprovincia de las Sierras y Mesetas Centrales». Es una zona compleja desde el punto de vista fisiográfico. En ella las llanuras, incluyendo también algunos lomeríos, se encuentran por arriba de 2,000 m s.n.m. además se presentan algunas sierras y mesetas, con altitudes que van de 2,500 a  $\pm$  3,300 m. Estos cuerpos montañosos presentan drenaje y cañadas radiales, así como distintos grados de disección, y las mayores incluyen un núcleo central escarpado, a veces alargado y rodeado de laderas cóncavas tendidas (SPP, 1980). Las principales sierras de la región y las altitudes de sus puntos más elevados, son: la Sierra Cuatralba (2730 m), la Sierra Jacales (2,580 m), la Sierra Santa Bárbara (2,870 m), la Sierra del Cubo (2880), la Sierra de Guanajuato (2,980 m) y la Sierra Pinal del Zamorano (3,300 m.)

La porción meridional comprende las áreas de drenaje del Río Lerma-Santiago y sus afluentes, es parte de lo que Ferrusquía (1998) nombra «Subprovincia de los Valles y Serranías Meridionales». Es aquí donde se localiza el Bajío propiamente dicho (sensu Rzedowski y Calderón, 1987). En esta zona la parte plana presenta sus máximas altitudes del lado oriente y norte ( $\pm$  2,000) y las mínimas por el poniente ( $\pm$  1,700 m); incluye algunas elevaciones montañosas de variadas extensiones y alturas; entre ellas destacan la Sierra de Pénjamo (2,500 m) y la Sierra de los Agustinos (3,180 m), además de algunos cerros altos aislados como el Culiacán (2,800 m).

La gama de rocas que aflora en esta región incluye a las ígneas, a las sedimentarias y a las metamórficas; las edades de los afloramientos van desde el Mesozoico hasta el Reciente. Los cuerpos más antiguos son metamórficos (esquistos) del Triásico-Jurásico, se encuentran en la Sierra de Guanajuato, se presentan como cerros de alto relieve y son pequeños y aislados entre ellos. Por su parte, el Cretácico está representado por rocas sedimentarias calizas y sus asociaciones con lutitas; éstas se encuentran formando laderas de pendiente con frecuencia moderada en las cercanías de las ciudades de Guanajuato, de San José Iturbide, de San Luis de la Paz, de San Miguel de Allende y de varias localidades aisladas adicionales. Otro conjunto de rocas, encontradas en esta región, corresponde a las

ígneas intrusivas (granito, granodiorita, sienita, diorita gabro, diabasa) que afloran principalmente en la región cercana a la ciudad de Guanajuato. Por su parte, las ígneas extrusivas del Terciario y Cuaternario son la de más amplia distribución, de ellas se encuentra las andesitas, las riolitas, las tobas, los basaltos, las brechas volcánicas, formando la mayoría de las sierras de la región. Asimismo, al Cuaternario corresponden los conglomerados de arenas y gravas; además, en esta provincia se localizan grandes extensiones de depósitos de origen aluvial, también de edad cuaternaria (SPP, 1980).

La Sierra Madre Oriental cubre la región nororiental del área bajo estudio, abarca una porción del noreste del estado de Guanajuato y aproximadamente 1/3 del territorio queretano. Fisiográficamente se caracteriza por un relieve montañoso accidentado, siendo muy escasos y reducidos los valles y las planicies. En esta zona se presenta una amplia fluctuación altitudinal (desde  $\pm 300$  a un poco más de 3,000 m). De acuerdo con Zamudio et al.,(1992), es propiamente a partir de la depresión del Río Estórax (1000 m s.n.m. en sus sectores más bajos), donde se pone de manifiesto la geología y la topografía de la Sierra Madre Oriental, la que consiste en una sucesión de varios macizos montañosos, en gran parte muy abruptos. Los más amplios y altos son: la Sierra de Pinal de Amoles, cuya cumbre principal alcanza 3,100 m s.n.m. y la Sierra del Doctor, con una cima de alrededor de 3,250 m. Por otro lado, en esta región destaca la presencia de dos ríos, el Moctezuma y el Santa María, así como sus afluentes, cuyos cauces atraviesan la sierra en dirección SW-NE y han excavado cañones profundos que en sus partes más bajas descienden hasta  $\pm 300$  m. s.n.m. (INEGI, 1986)

La Sierra Madre Oriental está constituida principalmente por rocas sedimentarias, en su mayoría de origen marino, las más antiguas datan del Jurásico Superior y están conformadas por areniscas e interestratificaciones de lutita-arenisca y caliza-lutita, que afloran en diversas localidades como Bucareli, El Chilar y el oeste de Peñamiller.

Asimismo, se encuentra una secuencia de rocas del Cretácico, constituida por cuerpos de calizas que alternan con afloramientos de calizas-lutitas; estas formaciones son las más importantes tanto por su volumen, como por la superficie que cubren. Además, afloran algunas rocas ígneas del Terciario (tonalita, monzonita, granodiorita y diorita), así como del Terciario Superior al Cuaternario, como son andesitas, riolitas, basaltos y tobas. Los depósitos sedimentarios más jóvenes de esta provincia son de origen continental y están

formados por conglomerados cuyas edades van del Terciario Inferior al Cuaternario. Los suelos aluviales son más recientes y se distribuyen por toda la provincia como relleno de valles (SPP, 1980; INEGI, 1986).

La superficie meridional del Bajío y regiones adyacentes le corresponde al Eje Neovolcánico; esta provincia colinda en su sector norteño con la Altiplanicie Mexicana, siendo el límite entre ambas la franja en que la morfología de mesetas cede su lugar a vertientes montañosas, mientras que por el lado sur el límite del área bajo estudio está dado por la línea del parteaguas de la cuenca del Río Balsas. Esta porción del área de estudio se encuentra entre 2,000 y 3,400 m s.n.m. La zona que ocupa esta provincia es muy accidentada, la morfología de su paisaje está representada por diversos tipos de estructuras volcánicas, que por ser relativamente jóvenes, están bien conservadas, como son: conos cineríticos, volcanes compuestos, flujos piroclásticos y extensos derrames lávicos de basalto que forman mesetas y planicies (INEGI, 1985).

Litológicamente está constituido por rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario de diversos tipos y texturas (derrames lávicos, tobas y brechas), así como por aluviones que han rellenado los valles y llanuras, originando los suelos de esas áreas de edad cuaternaria (INEGI, 1985).

La actividad volcánica en esta porción de la provincia ha dado lugar a cuencas endorréicas con el consecuente desarrollo de lagos, como los de Pátzcuaro y de Zirahuén.

### **3.7.2. *Clima.***

Los contrastes fisiográficos del Bajío y regiones adyacentes favorecen la presencia de numerosas variantes climáticas. En general, los climas del área participan de las características de los que prevalecen en muchos parajes del centro de México. Así, la lluvia se concentra principalmente de (mayo) junio a octubre, las oscilaciones diurnas de la temperatura suelen ser de mayor envergadura que las anuales, el mes más frío es diciembre o enero y el más caliente mayo o junio, la insolación es por lo común muy intensa, los vientos más bien moderados y la longitud del día de relativamente escasa oscilación (Zamudio et al., 1992).

En la región las temperaturas medias anuales varían en general de 9 a 24° C, exceptuando en las partes altas de las montañas, donde llegan a ser más bajas, y en algunos sitios de menor altitud, como los cañones de los ríos donde son más elevadas. En la zona del Bajío ocurre un fenómeno de calentamiento, probablemente debido a un efecto de depresión topográfica, el que ocasiona que prevalezcan temperaturas más elevadas que las correspondientes a otros lugares de México con altitudes similares (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 1987).

La precipitación anual varía regionalmente de 350 a un poco más de 1,200 mm, pero en la mayor parte de la región los valores son de entre 450 y 800 mm.

Los climas del Bajío y regiones adyacentes pertenecen a varias de las categorías de los tipos C, B y A de la clasificación de Köppen, modificada por García (1973). La distribución geográfica de los climas obedece, a grandes rasgos, a la altitud. Además se presenta un gradiente climático de sur a norte, en el que los climas se tornan más secos conforme nos internamos en la Altiplanicie Mexicana. Así, en las partes de mayor altitud prevalecen los climas húmedos y subhúmedos del grupo C, particularmente sobre el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y algunas montañas elevadas de la Altiplanicie Mexicana. Los climas secos, semicálidos y cálidos del grupo B ocupan extensas regiones en el Altiplano Mexicano, en las áreas de menor altitud, en tanto que los climas más húmedos y cálidos del grupo A se encuentran únicamente en el extremo noreste del estado de Querétaro y en una pequeña porción del Bajío.

### ***3.7.3. Vegetación.***

En función de la diversidad fisiográfica, geológica y climática, la cubierta vegetal del Bajío y regiones adyacentes se muestra como un mosaico variado. En un documento no publicado (Zamudio et al., inédito) así como en Zamudio et al., (1992), empleando la clasificación propuesta por Rzedowski (1978), se registran los siguientes tipos y subtipos de vegetación:

**1. Bosques de coníferas.** Son comunidades vegetales siempre verdes, se desarrollan de manera preferente en las partes altas de las montañas, en zonas con clima templado y semihúmedo, aunque eventualmente ocupan algunas regiones semiáridas, entre 1,500 y 3,400 m de altitud. En el área bajo estudio cubren aproximadamente 10.5 % de la

superficie, representados por los siguientes tipos:

a. bosque de *Pinus*. Este tipo de vegetación se localiza principalmente en zonas templadas semihúmedas, penetrando además a algunas regiones húmedas y a sitios semiáridos. En el Eje Neovolcánico, entre 2,000 y 2,850 m, las especies más comunes son: *Pinus leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. teocote*, en esta comunidad se encuentran algunas especies de *Quercus*, *Abies religiosa*, *Arbutus glandulosa* y *A. xalapensis*. Mientras que, por arriba de 2,850 m los bosques están formados por masas casi puras de *P. hartwegii*.

En la porción noreste del estado de Guanajuato y en la noroeste del de Querétaro, entre 1,100 y 1,600 m de altitud, en ambientes más bien secos, se establecen pinares de *Pinus oocarpa*, asociados con *P. durangensis*, *P. michoacana* var. *cornuta* y *P. teocote*.

En la Sierra de Pinal de Amoles, en Querétaro, entre 1,100 y 1,600 m s.n.m. en ambientes más húmedos, la especie dominante es *Pinus patula*, que se encuentra asociado con *Abies religiosa*, y con *Pinus pseudostrobus*.

En la Sierra Madre Oriental, en el noreste de Querétaro, entre 1,800 y 2,200 m de altitud, se encuentra un bosque de *Pinus greggii* asociado con *Juniperus flaccida*, *Pinus teocote* y *Quercus affinis*.

En algunas serranías del norte de Guanajuato, en el Cerro Zamorano, la Sierra de Pinal de Amoles y en la Sierra del Doctor, en altitudes de 2,000 a 2,600 m, son comunes los «piñonares» de *Pinus cembroides* y *Pinus pinceana*.

b. Bosque de *Juniperus*. En la Sierra Gorda de Querétaro y Guanajuato, entre 1,500 y 2,600 de altitud, en ambientes semiáridos se localizan algunos manchones de bosques bajos y abiertos, en los que *Juniperus flaccida* y *J. deppena* son las especies dominantes. Mientras que en algunas serranías del noroeste de Guanajuato, entre 2,000 y 2,200 m s.n.m. se establecen bosquecillos de *Juniperus martinezii*.

c. Bosque de *Cupressus*. Se localiza en altitudes de 1,900 a 2,800 m, en algunas zonas húmedas del noreste de Querétaro, sobre la Sierra Madre Oriental, así como en la región



oriental de Michoacán, en las cercanías de Tlapujahua. Aunque *Cupressus lusitanica* suele formar masas puras es común encontrarlo mezclado con *Abies religiosa* y otras especies de árboles.

d. Bosque de *Abies*. Este bosque se presenta disperso en cañadas y laderas húmedas de la parte alta de las cadenas montañosas, por arriba de 2,600 m de altitud. En algunos sitios forma masas puras, particularmente en las montañas altas del Eje Neovolcánico; en Querétaro, se presenta en la Sierra de Pinal de Amoles, el Cerro Grande y el Zamorano, en todos los casos la especie dominante es *Abies religiosa*.

**2. Bosques de *Quercus*.** Los bosques de encinos se localizan desde cerca de 800 m de altitud hasta elevaciones superiores a 3,000 m, en una gran variedad de ambientes, que van desde los semiáridos hasta los húmedos. Presentan una composición florística diversa y se les encuentra conformando bosques de poca a mediana altura. Se intercalan en algunas áreas con los bosques de *Pinus*, y en algunas otras se mezclan además con los bosques de *Juniperus*, *Cupressus* y *Abies*. Ocupan alrededor de 14.5 % del área de estudio.

Sobre el Eje Neovolcánico los encinares se encuentran entre 2,000 y 2,800 m s.n.m., las especies más frecuentes son: *Quercus crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. En la Sierra Madre Oriental, entre 800 y 2,500 m de altitud, destacan *Quercus affinis*, *Q. castanea*, *Q. laeta*, *Q. mexicana* y *Q. polymorpha*. Mientras que, en la zona seca del norte y noroeste del área del Bajío, entre 2,200 y 2,500 m s.n.m., predominan *Quercus eduardi*, *Q. greggii*, *Q. grisea*, *Q. potosina* y *Q. resinosa*.

**3. Bosque de *Quercus-Pinus*.** Son comunidades vegetales siempre verdes; aunque, con frecuencia presentan algunos elementos caducifolios. Se encuentran en altitudes que van de cerca de los 800 hasta los 3,000 m. principalmente en cañadas y laderas protegidas de la insolación. Son bosques de composición florística muy diversa y variada.

**4. Bosque mesófilo de montaña.** Esta comunidad cubre áreas muy reducidas, en su mayor parte se encuentra en el extremo noreste de Querétaro, en la vertiente de barlovento de la Sierra Madre Oriental. Se desarrolla en laderas y cañadas húmedas con orientaciones norte y noreste, distribuidas entre 800 y 2,700 m, en sitios con precipitación anual mayor a 1,000 mm. Son bosques densos y muy diversos en su composición florística, los árboles

dominantes son corpulentos y alcanzan alturas de 30 a 40 m; las especies dominantes son: *Liquidambar styraciflua*, *Ostria virginiana*, *Quercus* spp., *Persea americana* y *Ulmus mexicana*.

Otra expresión del bosque mesófilo de montaña está establecido en el Eje Neovolcánico, en cañadas húmedas, aquí se han registrado los siguientes árboles: *Carpinus carolineana*, *Clethra mexicana*, *Cleyera integrifolia*, *Cornus disciflora* y *Meliosma dentata*.

**5. Bosque tropical caducifolio.** Este tipo de vegetación se encuentra entre los 300 y 2,200 m de altitud, sobre laderas con suelo somero, pedregoso y bien drenado, derivado tanto de rocas ígneas como sedimentarias. Ocupa dos zonas climáticas principales, las del tipo Aw y (A)C(w)(w).

En la parte noreste de Querétaro, sobre las laderas calizas de los cañones de los ríos Jalpan, Moctezuma y Santa María, en altitudes de 300 a 1,400 m, se encuentra un bosque denso de 6 a 12 m, compuesto principalmente por: *Bursera simaruba*, *Capparis incana*, *Esenbeckia berlandieri*, *Krugiodendrum ferreum*, *Lysiloma microphylla* y *Psidium sartorianum*.

Formando una amplia franja que comprende de las cercanías de León, Celaya y Querétaro y termina en la base de las serranías del Eje Neovolcánico, en terrenos de 2,000 m, se encuentra otra expresión del bosque tropical caducifolio, la cual en condiciones de poco disturbio esta formada por: *Acacia angustissima*, *Albizia plurijuga*, *Bursera* spp., *Cedrela dugesii*, *Ceiba aesculifolia*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Ipomoea murucoides*, *Lysiloma acapulcensis*, *Opuntia* spp y *Thevetia thevetioides*, entre otras.

**6. Matorral xerófilo.** En las regiones áridas y semiáridas de la zona de estudio se encuentran diversas comunidades arbustivas, éstas ocupan importantes superficies en el norte de Guanajuato, así como en el centro y noreste de Querétaro, en altitudes de 600 a 2,500 m. Se desarrollan tanto sobre sustrato ígneo como sedimentario. Prosperan en diferentes tipos de suelo, principalmente someros y pedregosos. En áreas con clima del tipo B los matorrales xerófilos son muy diversos en fisonomía y composición florística, y se encuentran representados por los siguientes tipos principales:

a. Matorral crasicale. Esta comunidad se encuentra en el centro de Querétaro y en el norte

de Guanajuato, en él predominan las cactáceas arbustivas o arborescentes. El estrato dominante mide de 3 a 5 m de alto, casi siempre está integrado por *Opuntia strepacantha*, *O. hyptiacantha* y *O. leucotricha*; las que con frecuencia están acompañadas por *Myrtillocactus geometrizans*, *Prosopis laevigata*, *Karwinskia humboldtiana* y *Zaluzania augusta*. Una segunda variante de este matorral es la que forman *Stenocereus dumortieri* y *S. queretaroensis*.

b. Matorral submontano. Este matorral se localiza en la parte noreste de Guanajuato y Querétaro, en laderas muy inclinadas a lo largo de los cañones de los ríos Estorax y Moctezuma. Es una comunidad muy variable en fisonomía y composición florística. En su forma más característica se trata de un matorral alto subinermes, de 3 a 4 m de alto, compuesto por *Acacia berlandieri*, *Gochnatia hypoleuca*, *Helietta parvifolia*, *Mimosa leucaenoides*, *Neopringlea integrifolia*, *Pseudosmodium multifolium* y *Senna wislizeni*.

c. Matorral desértico micrófilo. Este tipo de vegetación se localiza en la región central de Querétaro, está restringido a la parte baja de la cuenca del río Estorax y a Mesa de León, entre 1,300 y 2,000 m s.n.m. se desarrolla sobre laderas de lutitas con poca inclinación. Es un matorral de 3 a 5 m de alto compuesto por *Acacia vernicosa*, *Fouquieria splendens*, *Koeberlinia spinosa* y *Larrea tridentata*.

d. Matorral rosetófilo. Esta comunidad se presenta en áreas muy reducidas, es un matorral en el que las plantas dominantes llevan sus hojas dispuestas en roseta basal o apical, algunas de las especies más frecuentes, son: *Agave lechugilla*, *A. striata*, *Dasyllirion acrotiche* y *Hechtia glomerata*. Este matorral comparte las condiciones climáticas del matorral micrófilo.

**7. Pastizal.** Los pastizales son comunes en el centro y norte de Guanajuato y se encuentran más bien dispersos en el resto del área de estudio. Ocupan laderas de pendiente suave o áreas planas, entre 1,500 y 3,000 m de altitud. Con base en su origen se reconocen los pastizales naturales y los secundarios.

Una forma del pastizal natural es la que se establece en la parte norte de Guanajuato, así como en el centro y sur de Querétaro, en sitios semiáridos, aquí las gramíneas dominantes pertenecen a los géneros *Aristida*, *Bouteloua*, *Erioneuron* y *Muhlenbergia*, en este pastizal

crecen algunos arbustos espinosos e inclusive algunos arbolitos.

Otra forma de pastizal natural se desarrolla en áreas reducidas en las cimas de cerros que rebasan los 3,000 m de altitud, como el San Andrés y el Burro, sobre el Eje Neovolcánico. Estos están formados por zacates amacollados de  $\pm$  1 m de alto, las especies dominantes pertenecen a los géneros *Calamagrostis*, *Festuca*, *Muhlenbergia* y *Stipa*.

#### 4. ANTECEDENTES

Hoy en día existen pocos trabajos sobre arquitectura foliar en general y para el género *Quercus* aún son menos. Existen trabajos referidos sólo a los tricomas (parte de la arquitectura foliar), pues han mostrado que son útiles para distinguir especies. Sin embargo los pocos trabajos de arquitectura foliar, han mostrado que existe variación discreta útil para la distinción de especies (Martínez, 2002).

Manos (1993), utiliza 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 de esta sección.

Valencia y Delgado (1995), utilizan la arquitectura foliar como una herramienta taxonómica para reconocer individuos de *Quercus affinis* y *Q. laurina*, debido a que estas especies presentan morfología intermedia.

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 lámina foliar, base, ápice y margen, así como el número de venas secundarias, lóbulos y dientes, y en algunos casos la abundancia de tricomas.

Romero *et al.*, (2002), elaboran una compilación del género *Quercus* (Fagaceae), en el Estado de México. Presentan la descripción morfológica de 23 especies de dicho género y son complementadas de datos de distribución y hábitat, fenología, nombres populares y usos.

Martínez (2002), evaluó y comparó la Variación Morfométrica de dos especies de encinos rojos, *Quercus sartorri* y *Q. xalapensis*. Describe los patrones de venación, así como el tipo de dientes, considerados como un carácter de valor diagnóstico a nivel específico. Los resultados de este trabajo confirmaron la contribución taxonómica de los caracteres de arquitectura foliar a nivel específico como una herramienta taxonómica.

Rodríguez (2003), contribuye al conocimiento de la arquitectura foliar de diez especies Mexicanas de *Quercus*, determinando el nivel de similitud que existe entre las especies a través de un análisis fenético, utilizando las técnicas de conglomerados y componentes principales; también determina el número de estomas y el índice estomático. A la vez, determina los caracteres diagnósticos de cada taxa.

Flores (2007), realizó un trabajo sobre la morfología y la variación foliar de *Quercus rugosa* considerando su distribución en América, encontrando que la especie se mantiene como un grupo uniforme morfológicamente.

Licona (2006), realizó un estudio ecológico de *Q. crassifolia* y *Q. candicans*, en bosques del estado de México, donde abordó dos aspectos importantes para la comprensión en la autoecología de esta especie, la propagación y la caracterización florística, con la finalidad de conocer las diferencias que tienen en cuanto a su propagación, germinación, crecimiento, morfología y sobrevivencia, incluyó la arquitectura foliar.

Romero R. *et al.*, (2014), realizaron el estudio del género *Quercus* del Bajío y regiones adyacentes, describiendo 45 especies que se distribuyen en los estados de Guanajuato, Querétaro y norte de Michoacán. En las descripciones se incluye información sobre arquitectura foliar.

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

## 5. OBJETIVOS

**Objetivo General:** Contribuir al conocimiento de los límites taxonómicos de las especies de *Quercus* a través del estudio de la arquitectura foliar de 10 especies del Bajío Mexicano.

**Objetivos Particulares:** Describir la arquitectura foliar de los individuos adultos de 10 especies.

Determinar el tipo de estomas y el índice estomático de cada especie.

Determinar los caracteres diagnósticos de la arquitectura foliar de cada especie.

## **6. MÉTODO**

### **6.1. Revisión bibliográfica**

Se revisó la literatura que aporta información sobre el género *Quercus* de la familia Fagaceae; así como las descripciones morfológicas, datos ecológicos, distribución, nombres populares y los usos de cada una de las especies. De manera integrada se presentan estos datos para cada taxa en los resultados, pues se considera que es parte complementaria de las descripciones de la arquitectura foliar. Una publicación importante para conformar esta sección fue la de Romero et al., (2014) referente a la familia Fagaceae del Bajío y Regiones Adyacentes.

### **6.2. Trabajo de herbario.**

Se obtuvieron ejemplares botánicos de las 10 especies de *Quercus* del Bajío Mexicano de los herbarios IZTA de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM, IEB del Instituto de Ecología del Bajío y ENCB de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Con apoyo de bibliografía especializada se confirmó su identificación.

### **6.3. Trabajo de laboratorio.**

Se tomaron hojas de tres ejemplares de distintas localidades de cada especie, obteniendo un total de 30 hojas, mismas que se utilizaron para obtener las características de arquitectura foliar; también, se hizo la determinación de estomas e índice estomático. Para esto, se realizó la técnica de diafanización y la tinción de cada una de las muestras.



Las hojas se sometieron a un proceso de aclaramiento, en donde se sumergieron en una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 5% y se dejaron hervir de 10 a 30 min. o más, luego se enjuagaron con agua corriente de 10 a 15 min.

Posteriormente, se colocaron en una solución caliente de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 30% hasta que las hojas quedaron blancas, en seguida se lavaron con agua corriente de 10 a 15min.

Las hojas aclaradas se colocaron en safranina alcohólica al 1% durante 45 min. Una vez teñidas, se les aplicaron los siguientes cambios graduales de alcohol: 60%, 70%, 80% y 96%, por 15 minutos en cada uno. Después, las muestras se colocaron en xilol hasta lograr el aclaramiento de la hoja. Posteriormente, las muestras se montaron en laminillas de vidrio con resina sintética para microscopía, mismas que se depositaron en el laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos de la FES Iztacala-UNAM.

#### **6.4. Descripción de Arquitectura foliar**

Se obtuvieron imágenes de las características macro y microscópicas de la arquitectura foliar utilizando una cámara fotográfica y los microscopios estereoscópico y óptico.

Se realizó la descripción de tres ejemplares de cada especie, de acuerdo a Hickey (1999). Posteriormente, la información obtenida de los tres ejemplares de cada especie se reunió para conformar una sola descripción por taxa.

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 (Tabla 7).

Se determinaron los tipos de estomas según Hickey (1999) y se calculó el índice estomático ( $IE = \text{número de estomas} / \text{número de estomas} + \text{número de células epidérmicas}$ ) X (100), para cada ejemplar.

### **6.5. Análisis numérico**

Para estudiar los caracteres foliares de las especies se realizaron dos análisis: el primer análisis para calcular el porcentaje de discrepancia se formuló con 30 filas, considerados OTU's o taxa y 104 caracteres de arquitectura foliar; los caracteres cualitativos usados fueron codificados como binarios (presencia-ausencia) (Tabla. 3). El segundo análisis fue el de 1-R Pearson, utilizando una matriz básica de datos de 30 filas, considerados como OTU's a los ejemplares o taxa y 9 caracteres cuantitativos obtenidos con el promedio de 3 hojas de cada ejemplar (Tabla. 5). Mientras que los caracteres cuantitativos se codificaron con el promedio de los valores obtenidos, ya que estos representan el mejor valor de la tendencia central para cada individuo y además muestran la variación intra-OTU (Martínez, 2002).

La finalidad del análisis es reconocer los caracteres que ayudarían a esclarecer los límites taxonómicos entre las especies. Se obtuvieron los dendogramas correspondientes y las proyecciones bidimensionales del análisis de conglomerados cualitativos, cuantitativos y componentes principales. Los análisis de conglomerados se hicieron con el programa MINITAB V.17.

## 7. 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.

### 7.1. Descripción morfológica de las especies.

#### 1. *Quercus crassifolia* Humb. Bonpl. Pl. Aequin. 2: 49. t. 91. 1809.

Árbol de 4 a 10(15) m de alto, caducifolio, con tronco hasta de 100 cm de diámetro; corteza gris a café oscuro, fisurada en escamas rectangulares; ramillas amarillentas a café que se oscurecen con el tiempo, de 2 a 5 mm de diámetro, con abundante indumento de tricomas fasciculados, estipitados, glabrescentes, lenticelas pálidas, visibles sólo en las ramas que han perdido la pubescencia, de hasta 3 mm de largo; yemas ovoides, de 3 a 7 mm de largo, de color castaño rojizo, escamas largamente pubescentes; estípulas oblanceoladas de 8 a 12 mm de largo, sedoso pubescentes, glabrescentes, persistentes en las yemas, a veces también en las hojas maduras, pecíolo de 6 a 15(17) mm de largo, pubescentes, ensanchados en la base; hojas jóvenes lanosas, con el haz rojizo por la abundancia de tricomas glandulares; envés blanquecino, a veces amarillento, con indumento de tricomas fasciculados estipitados y glandulares rojizos sobre la epidermis oscura; láminas de las hojas maduras de textura coriácea, ligeramente rugosas, obovadas, oblongo obovadas, o elípticas, de 4 a 15 cm de largo por 2 a 10(11.5) cm de ancho, ápice agudo, acuminado u obtuso, aristado, base cordada o redondeada, margen engrosado, revoluto, cartilaginoso, dentado, con 3 a 8 dientes de cada lado, terminados en una arista de hasta 3 mm de largo, 1 a 10 aristas en cada lado, venación secundaria craspedódroma, nervaduras secundarias 6 a 12 en cada lado, rectas o ligeramente curvadas; haz verde amarillento, algo lustroso, glabro, con abundantes tricomas fasciculados en la base de la nervadura primaria; envés amarillento, anaranjado o café, lanoso, con denso indumento de tricomas fasciculados de estípites largo, sus rayos muy largos y entrelazados, epidermis

ampulosa y papilosa; amentos masculinos de 12 cm o más de largo, con 30 a 40 flores, perianto de 2 a 2.5 mm de largo, pubescentes, estambres 6 a 9, filamentos de ca. 2 mm de largo, anteras de ca. 2 mm de largo, apendiculadas; amentos femeninos de 5 a 8 mm de largo con 1 a 3 flores pubescentes; frutos anuales o bianuales, solitarios o en pares, sésiles o en pedúnculos de 3 mm de largo; cúpulas hemisféricas de 6 a 8 mm de alto por 11 a 13 mm de diámetro, sus escamas de ápice obtuso y base no engrosada, densamente pubescentes; bellota ovoide, de 10 a 17 mm de largo por 8 a 11 mm de diámetro, incluida en la cúpula un tercio de su largo (Fig. 3).

**Reconocimiento.** Se reconoce por sus hojas aristadas con el envés lanoso amarillo, anaranjado o café y ramillas de 2 a 5 mm de diámetro. Hojas generalmente obovadas o dentadas.

**Distribución y hábitat.** Especie que se encuentra en el sureste de México en los estados de Chis., Gro., Gto., Hgo., Jal., Méx., Mich., Oax., Pue., Qro., S.L.P., Tlax. y Ver. Centroamérica. Guatemala. Elemento presente en bosques de *Quercus* y *Pinus-Juniperus*, se le ha encontrado en bosques perturbados de encino. Alt. 1300-2900 m.

**Fenología.** Florece en abril y fructifica en octubre.

**Nombres populares y usos.** chi-kachi, encino chicharrón, encino colorado, encino hojarasca, encino huaje, encino prieto, encino roble, hoja ancha. Su madera se utiliza para la manufactura de implementos agrícolas, horcones de casas, mangos de herramientas, y leña; el carbón obtenido de esta especie resulta durable y de buen peso (Camacho, 1985); los retoños son comidos una vez cocidos, molidos y mezclados con maíz; junto con carrizo de monte, sauco, toronjil y zarza se emplea para hacer un agua caliente para mujeres después del parto; la corteza se usa para aliviar dolores de encías, para curtir pieles y en la preparación de bebidas de *Agave* (Pennington, 1963).

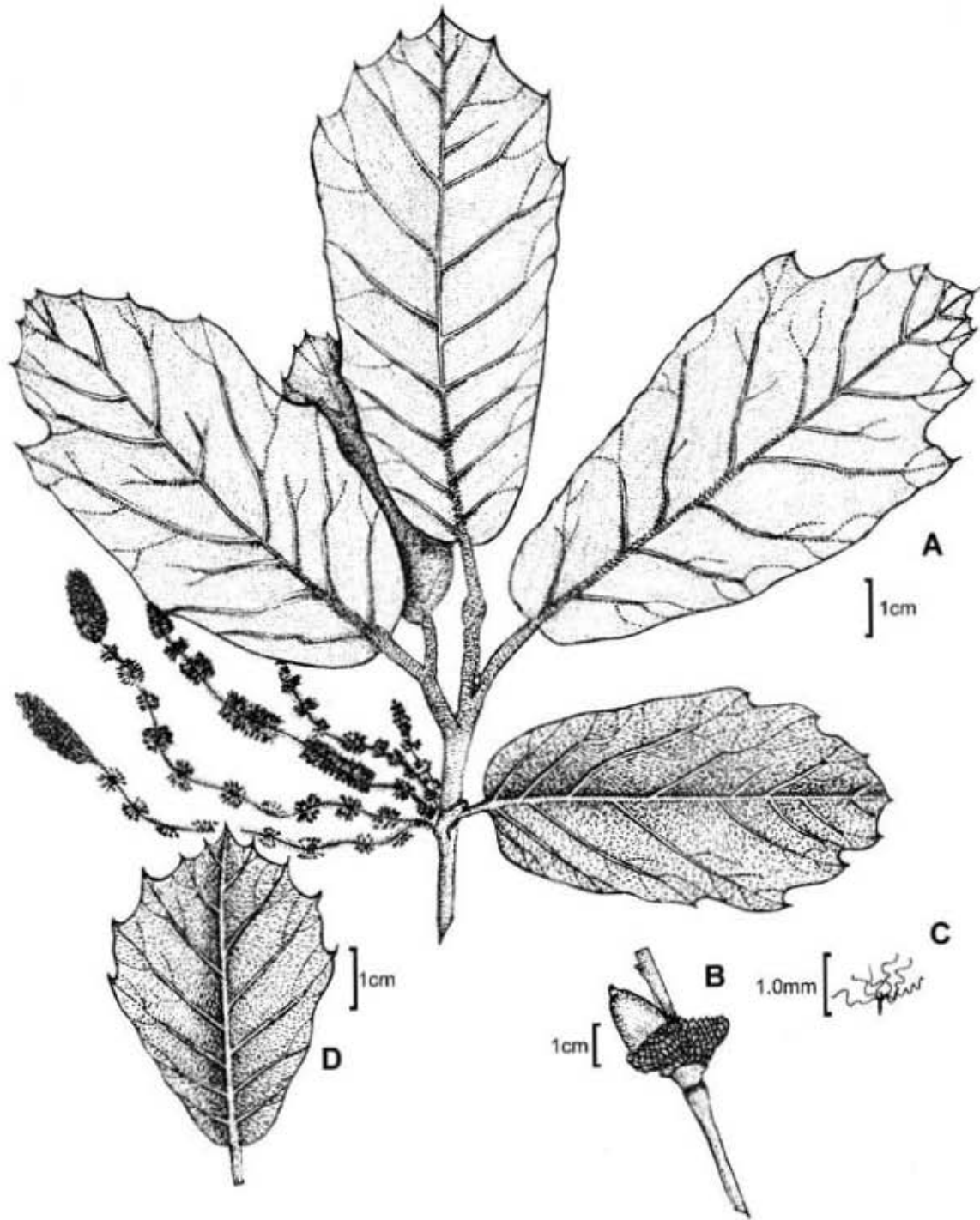


Fig. 3. *Quercus crassifolia*: **A.** Rama con amentos masculinos; **B.** Rama con fruto, bellota; **C.** Tricoma fasciculado estipitado; **D.** Hoja. Tomado de Romero et al., 2002.

2. *Quercus eduardi* Trel., Contr. U.S. Natl. Herb. 23: 189. 1922.

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; estipulas 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 (Fig. 4).

**Reconocimiento:** *Quercus eduardi* 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).

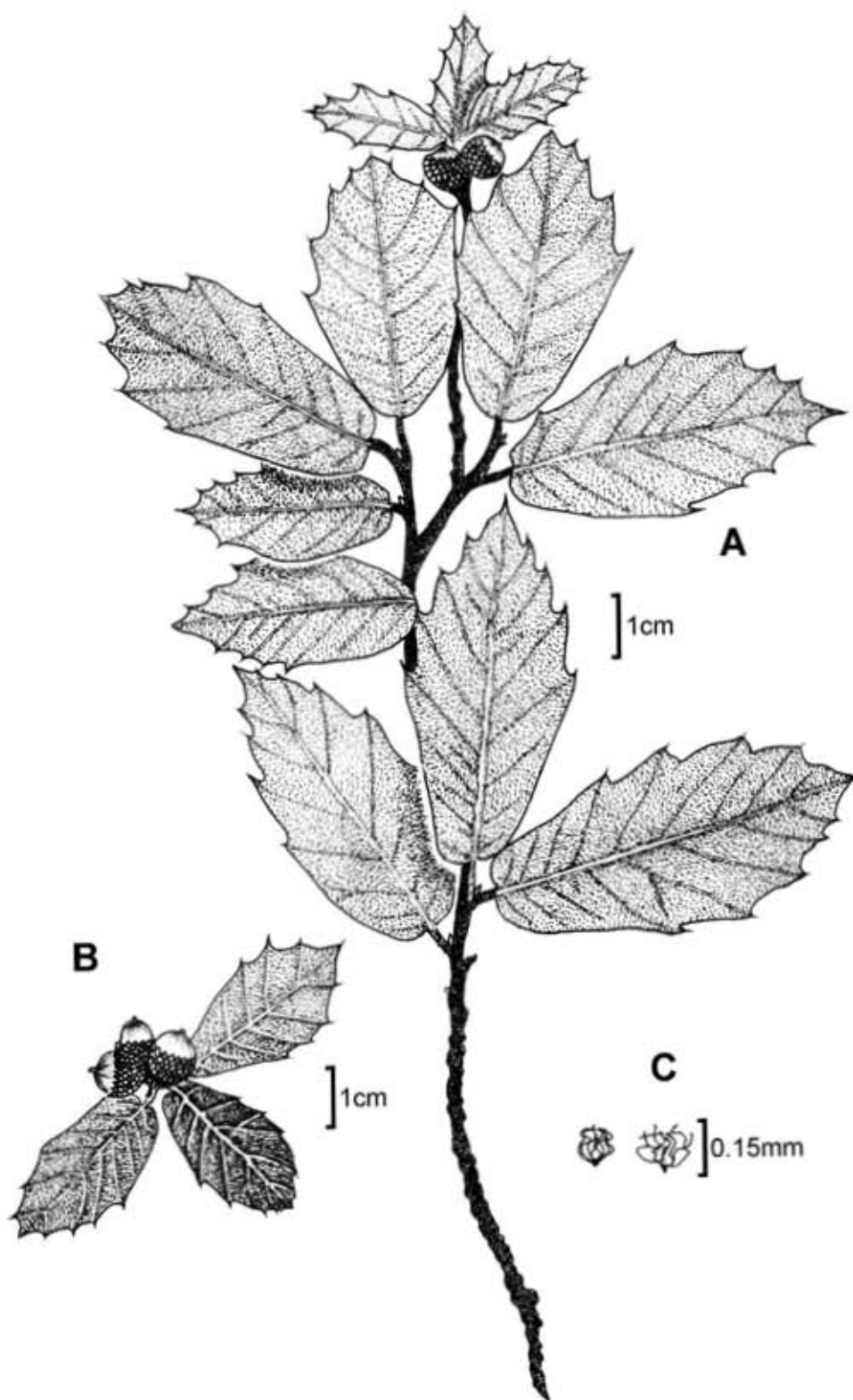


Figura 4. *Quercus eduardi*: **A.** Rama con frutos inmaduros; **B.** Rama con frutos maduros, bellotas; **C.** Tricomos fasciculados sésiles.. Tomado de Romero et al., 2002.



3. *Quercus gentryi*. C. H. Muller, Am. Midl. Naturalist 27(2): 474. 1942.

Árbol de 4 a 6 m de alto, caducifolio, con tronco de 30 a 50 cm o más de diámetro; corteza oscura, casi negra; ramillas grisáceas, de (1.5)2 a 3.5 mm de diámetro, con indumento abundante, amarillo, de tricomas fasciculados estipitados, glabrescentes, lenticelas pálidas, de hasta 1 mm de largo; yemas ovoides, de 2 a 3.5 mm de largo, de color castaño, escamas pubescentes en los márgenes; estípulas linear subuladas, de 10 a 15 mm de largo, pilosas, caedizas antes de que las hojas estén bien desarrolladas; pecíolos de (1.2)3 a 8(10) mm de largo, glabrescentes; hojas jóvenes de color verde, el haz con indumento fino y abundante de tricomas fasciculados estipitados y tricomas simples dispersos; envés verde-amarillento, con indumento de tricomas fasciculados y tricomas glandulares muy cortos vermiformes de color rojizo o ámbar, concentrados a lo largo de la nervadura primaria; láminas de las hojas maduras de textura semicoriácea, elípticas, lanceoladas u oblanceoladas, de (3)6 a 11(18) cm de largo por 1.5 a 3.0(4) cm de ancho, ápice agudo, aristado, base redondeada, obtusa o cordada, margen engrosado, puede o no estar revoluto, cartilaginoso, entero, venación secundaria broquidódroma, nervaduras de 13 a 15 en cada lado, cortas, rectas; haz verde oscuro, lustroso, casi glabro, con indumento de pequeños tricomas fasciculados estipitados, dispersos; envés amarillento, con indumento escaso de tricomas fasciculados estipitados, así como otros glandulares vermiformes, glabrescente, epidermis ampulosa y papilosa; amentos masculinos de 4.5 cm de largo, con 1 a 3 flores, perianto de 1 a 1.5 mm de diámetro, pilosos en la parte externa y en el lugar de inserción de los estambres, estambres 5 a 8, filamentos de ca. 2.5 mm de largo, anteras de ca. 1.5 mm de largo; amentos femeninos de 1 mm largo, con 1 a 3 flores, pubescentes; frutos bianuales, solitarios o en pares, pedúnculos de 5 a 8(10) mm de largo; cúpulas hemisféricas, de 10 a 15 mm de largo por 15 a 20 mm de diámetro, sus escamas de ápice agudo y base no engrosada; bellota ampliamente ovoide, de 8 a 11 mm de largo por 7 a 11 mm de diámetro, incluida en la cúpula dos tercios o más de su largo. (Fig. 5).

**Reconocimiento.** Se reconoce por sus hojas elípticas, lanceoladas u oblanceoladas, de margen entero, con ápice aristado y envés con indumento escaso y glabrescente, con epidermis ampulosa y papilosa.

**Distribución y hábitat.** Especie endémica del occidente y centro de México. Ags., Dgo., Gto., Jal., Mich., Nay., Sin., y Zac., Se encuentra en bosques de *Quercus* y bosque de *Quercus-Pinus*, a veces penetra a bosque mesófilo de montaña y al bosque tropical caducifolio, también en bosque perturbado de *Quercus*; se asocia con *Alnus* y *Clethra*. Alt. 1300-2500 m.

**Fenología.** Florece en julio y fructifica de noviembre a enero.

**Nombres populares y usos.** cimarrón, encino avellano, encino cacachila, encino chilillo, encino colorado. Su madera se utiliza para la obtención de pulpa de papel. Localmente se utiliza para leña, carbón y construcción rural.

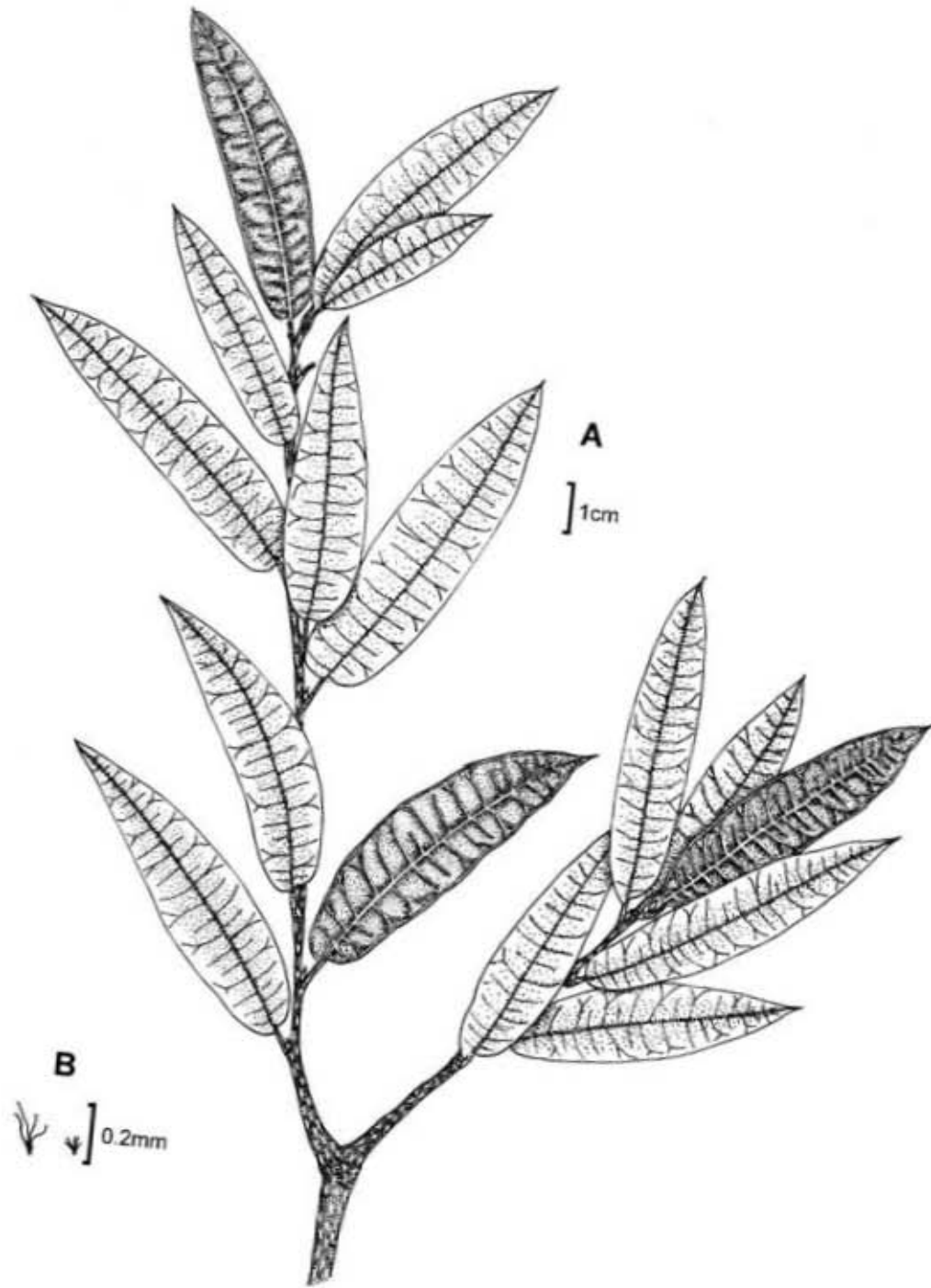


Figura 5. *Quercus gentryi*: A. Rama; B. Tricomas fasciculados estipitados. Tomado de Romero et al., 2002.

**4. *Quercus germana* Cham. & Schlecht., Linnaea 5: 78. 1830.**

Árbol de 12 a 20 m de alto, caducifolio, con tronco de 60 cm de diámetro; corteza grisácea; ramillas rojizas, de (1)2 a 3.5 mm de diámetro, glabras o con escasos tricomas fasciculados sésiles, lenticelas pálidas y prominentes, de hasta 0.5 mm de largo; yemas ovoides, de 1 a 4.5(6) mm de largo, rojizas, escamas, pubescentes en los márgenes; estípulas oblanceoladas, de 4.5 a 10 mm de largo, pubescentes, caedizas, a veces persisten en las yemas terminales; pecíolos de 1.5 a 5 mm de largo, glabrescentes; hojas jóvenes con el haz amarillento, indumento de tricomas fasciculados sésiles; envés con indumento de tricomas fasciculados sésiles, así como otros simples de color blanco; láminas de las hojas maduras semicoriáceas, elípticas, obovadas u oblanceoladas, de 5.9 a 19 cm de largo por 2.1 a 8.5 cm de ancho, ápice obtuso, agudo o acuminado, mucronado, base obtusa a aguda, a veces cordada, margen ligeramente engrosado, cartilaginoso, ligeramente cartilaginoso, entero a dentado, con (1)3 a 8 dientes de cada lado, terminados en un mucrón corto, venación secundaria craspedódroma, nervaduras secundarias 12 a 14 en cada lado, rectas; haz verde oscuro, lustroso, casi glabro, con indumento de tricomas fasciculados, así como otros glandulares cerca del pecíolo; envés glauco, acerado, casi glabro, con indumento de tricomas fasciculados sésiles, así como otros simples ubicados sólo sobre la nervadura primaria, epidermis papilosa; amentos masculinos de 10 a 13 cm de largo, con 30 a 50 flores, perianto de 3 mm de diámetro, pubescente, estambres 6 a 8, filamentos de ca. 1.5 a 2.0 mm, anteras de ca. 1mm de largo; amentos femeninos de 2.5 cm de largo, con 1 a 3 flores, pubescentes; frutos anuales, solitarios o en grupos de 2 o 3, pedúnculos de 18 a 45 mm de largo; cúpulas hemisféricas, de 10 a 34 mm de largo por 16 a 35 mm de diámetro, sus escamas de ápice agudo y base engrosada, pubescentes; bellota anchamente ovoide o cilíndrico-ovoide, de 15 a 38 mm de largo por 14 a 28 mm de diámetro, incluida en la cúpula de un cuarto a la mitad de su largo. (Fig. 6).

**Reconocimiento.** Se reconoce por sus hojas grandes, haz casi glabro y envés glauco, acerado, con tricomas fasciculados sésiles sobre las nervaduras primarias y frutos de hasta 38 mm de largo y 28 mm de diámetro.

**Distribución y hábitat.** Especie endémica del noreste, centro, sur y sureste de México. Chis., Hgo., Qro., S.L.P., Tamps., y Ver. Se encuentra en bosques de *Quercus* y *Pinus*. *Quercus* penetra al bosque mesófilo de montaña; se asocia con *Abies*, *Quercus spp.*, *Liquidambar*, *Magnolia*, *Pinus*, *Tilia* y *Podocarpus*. Alt. 700-2300 m.

**Fenología.** Florece en marzo y fructifica en noviembre. Bellotas dispersas por roedores. Considerada como una de las especies dominantes. La caída máxima de las hojas se concentra a los primeros meses del año de enero y febrero. La mayor producción de flores se obtiene en abril, la de frutos en invierno (Henri, 1993).

**Nombres populares y usos.** encino, encino amarillo, encino bellotón, encino blanco, encino cáscara, encino prieto, roble. Su madera se utiliza para la construcción de viviendas.

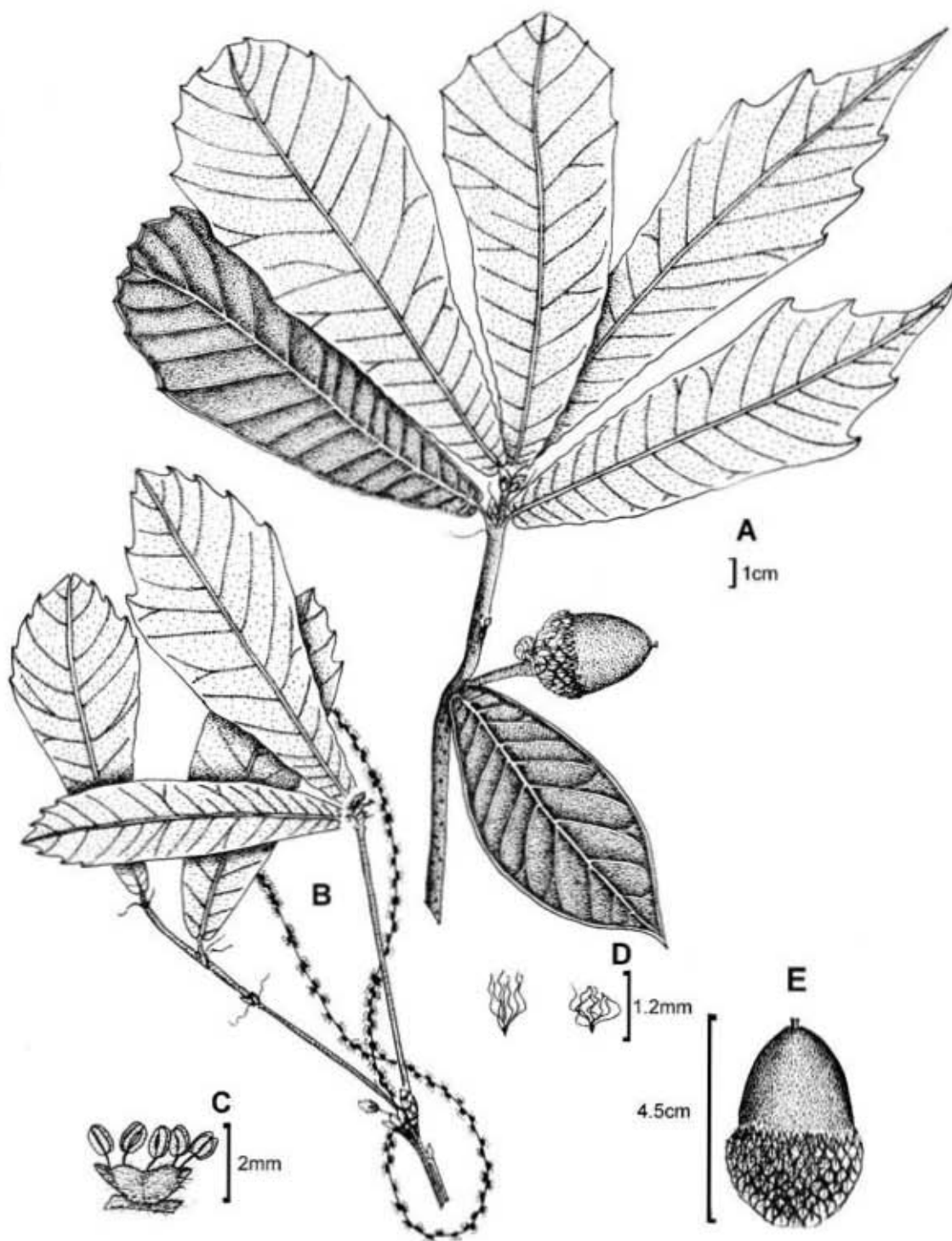


Figura 6. *Quercus germana* A. Rama con fruto; B. Rama con amentos masculinos; C. Flor masculina; D. Tricomas fasciculados sésiles; E. Fruto, bellota. Tomado de Romero et al., 2002.

5. *Quercus grisea* Liebm. Overs. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Forh. 1854: 171. 1854.

Árbol de 2 a 6 m de alto, caducifolio, con tronco de 10 a 30 cm de diámetro; corteza gris escamosa; ramillas de 1 a 2 mm de diámetro, con indumento, de tricomas fasciculados y de estípites cortos, persistente por 2 a 3 temporadas, lenticelas pálidas de 0.5 a 1.5 mm de largo; yemas esféricas, de 1 a 3 mm de largo, de color rojizo, escamas pubescentes en los márgenes; estípulas subuladas, de 3 a 6 mm de largo, pubescentes, caedizas; pecíolos de 2 a 5(7) mm de largo, muy pubescentes; hojas jóvenes verde amarillentas; haz y envés con indumento abundante de tricomas fasciculados, así como otros simples y largos; láminas de las hojas maduras de textura coriácea, oblongo elípticas u ovadas, de (1)2 a 4(8) cm de largo por (0.5)1 a 3(4.5) cm de ancho, ápice agudo a obtuso, mucronado, base obtusa a cordada, margen engrosado, revoluto, cartilaginoso, entero o crenado, con 1 a 4 crenas de cada lado, terminadas en un mucrón, venación secundaria semicraspedódroma-broquidódroma, nervaduras secundarias amarillentas, 6 a 10 en cada lado, curvadas en el margen; haz verde oscuro, algo lustroso, con indumento de tricomas fasciculados sésiles, distribuidos uniformemente; envés verde amarillento, con indumento abundante de tricomas fasciculados sésiles, epidermis papilosa; amentos masculinos de 4 a 7 cm de largo, con más de 20 flores, perianto de 4 mm de diámetro, pubescente, estambres 6, anteras de ca. 1.5 mm de largo, filamentos de ca. 1.5 mm de largo; amentos femeninos de 0.5 a 4 cm de largo, con 1 a 8 flores, pubescentes; frutos anuales, solitarios o en pares, pedúnculos de 2 a 3 cm de largo; cúpulas hemisféricas, de 5 a 8 mm de largo por 8 a 10 mm de diámetro, sus escamas de ápice triangular y base engrosada, pubescentes; bellota ovoide o globosa, de 10 a 12 mm de largo por 7 a 10 mm de diámetro, incluida en la cúpula dos tercios de su largo. (Fig. 7).

**Reconocimiento.** Se reconoce por ser un árbol bajo de 2 a 6 m de alto, hojas de 2 a 4 cm de largo, con indumento abundante formado por tricomas fasciculados sésiles, yemas esféricas y pequeñas de 1 a 3 mm de largo.

**Distribución y hábitat.** Noroeste, noreste, occidente y centro de México. Chih., Coah., Dgo., Gto., Jal., N.L., Qro., S.L.P., y Zac. EUA. Texas. Se encuentra en bosque de *Quercus* y matorral xerófilo con pastizal; se asocia con *Opuntia*, *Dodonea viscosa*, *Hechita* y *Yucca*. Alt. 1500-2600 m.

**Fenología.** Florece en abril y fructifica de octubre a diciembre.

**Nombre populares y usos.** Encino. Su madera se utiliza para leña.



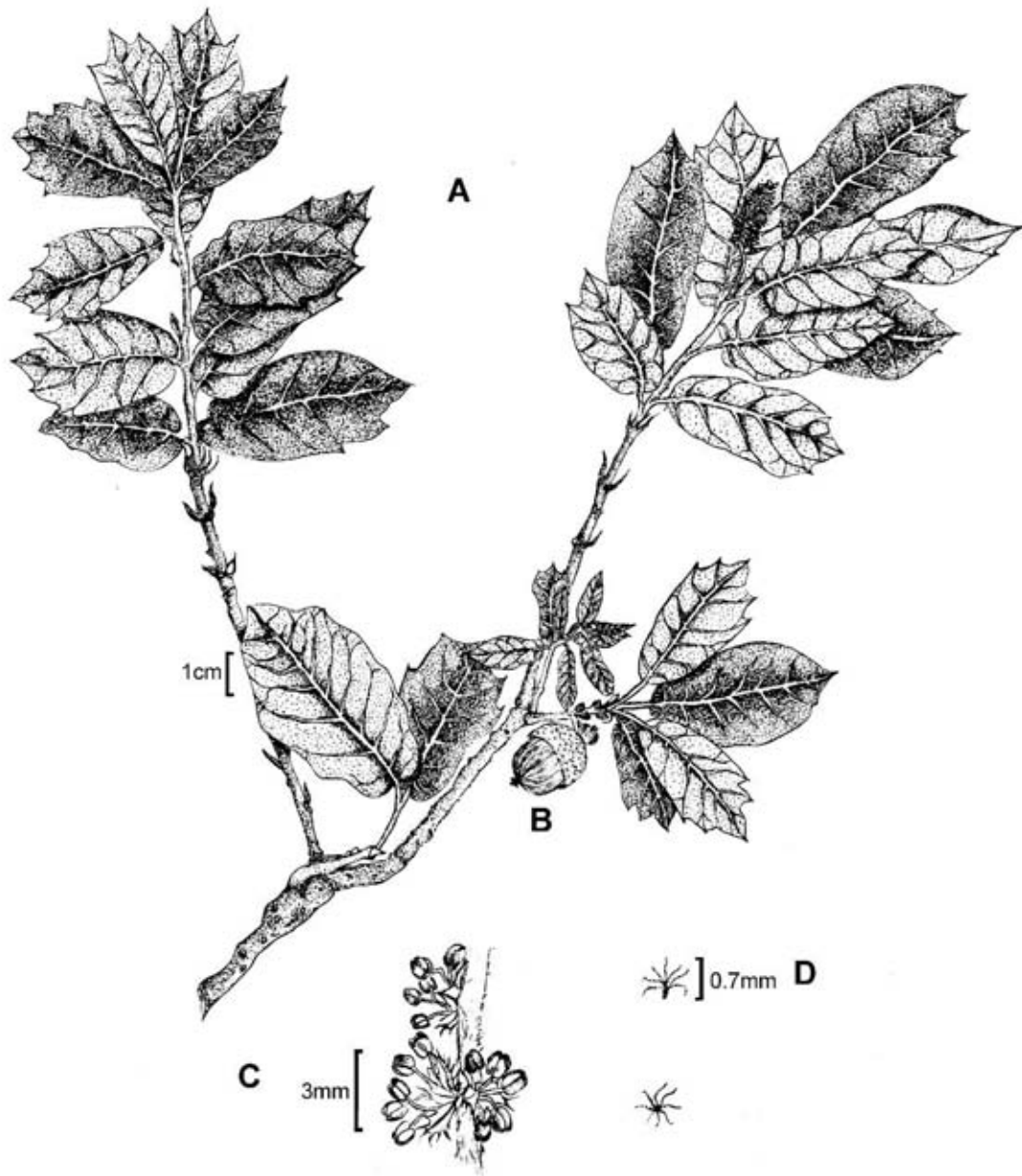


Figura 7. *Quercus grisea*. A. Rama; B. Fruto, bellota; C. Flores masculina; D. Tricomas fasciculados. Tomado de Romero et al., 2002

6. *Quercus magnoliifolia* Née, Anal. Cienc. Natl. 3: 268. 1801.

Árbol de 8 a 15 m de alto, caducifolio, con tronco de 20 a 50 cm de diámetro; corteza gris, escamosa; ramillas amarillentas, de 2 a 5 mm de diámetro, con indumento denso de tricomas fasciculados y glandulares color ámbar, glabrescentes, lenticelas muy notorias, pálidas, de 1 mm de largo; yemas ovoides, de 1.5 a 5 mm de largo, de color castaño, escamas pubescentes en los márgenes; estípulas filiformes, de 2 a 10 mm de largo, pubescentes, caedizas; pecíolos de 4 a 10 mm de largo, pubescentes, ensanchados en la base; hojas jóvenes rojizas por la abundancia de tricomas glandulares, con indumento disperso de tricomas fasciculados muy cortos; envés más claro que el haz; láminas de las hojas maduras de textura semicoriácea, elípticas anchas a obovadas, de (7)10 a 23(25) cm de largo por (3)6 a 14(21) cm de ancho, ápice obtuso o redondeado, base obtusa o aguda, margen engrosado, ligeramente revuelto, crenado, con 9 a 14 crenas en cada lado, terminadas en un mucrón corto y doblado, venación secundaria craspedódroma, nervaduras secundarias 11 a 16 en cada lado, rectas a ligeramente curvadas; haz verde, muy lustroso, con indumento de tricomas fasciculados y glandulares en la base de la nervadura primaria, glabrescente; envés amarillento, más claro que el haz, con indumento abundante de tricomas glandulares así como otros fasciculados sésiles muy cortos y adpresos a la epidermis, ésta ampulosa y papilosa; amentos masculinos de 6 a 10 cm de largo, con numerosas flores, perianto de 3 a 4 mm de diámetro, largamente ciliado, estambres 10 a 12, filamentos de ca. 1 mm de largo, anteras de ca. 1 a 1.5 mm de largo; flores femeninas solitarias o en grupos de 2 a 3 ó más, pubescentes; frutos anuales, solitarios o en grupos de dos, pedúnculos de 1.4 cm de largo; cúpulas hemisféricas de 1.1 a 1.5 cm de largo por 1.4 a 2.5 cm de diámetro, sus escamas de ápice angostamente triangular y base engrosada, pubescentes; bellota ovoide, de 8 a 17 mm de largo por 7 a 15 mm de diámetro, arrugadas cuando maduras, incluso en la cúpula de uno a dos tercios de su largo. (Fig. 8).

**Reconocimiento.** Se reconoce por sus hojas generalmente grandes, obovadas o casi elípticas, con margen crenado-mucronado, haz verde lustroso y nervaduras rectas.

**Distribución y hábitat.** Endémica del noroeste, occidente, centro, sur y sureste de México. Col., Gro., Gto., Jal., Méx., Mich., Nay., Oax. y Sin. Escaso en bosques húmedos de *Pinus*, *Quercus* y *Pinus-Quercus* en Guanajuato y Michoacán, se asocia con *Pinus lawsoni*; se le ha encontrado en encinares y matorral subtropical perturbados. Alt. 170-2900 m.

**Fenología.** Florece en febrero y fructifica de junio a julio.

**Nombres populares y usos.** Su madera se utiliza como leña, carbón, postería, horcones, para fabricar mangos para herramientas, bancos, vigas, postes para corral y para extraer celulosa. Su follaje sirve para fabricar techos rústicos de viviendas del campo y sus frutos como forraje para cerdos (González, 1986; Bello & Labat, 1987; Vázquez, 1992).

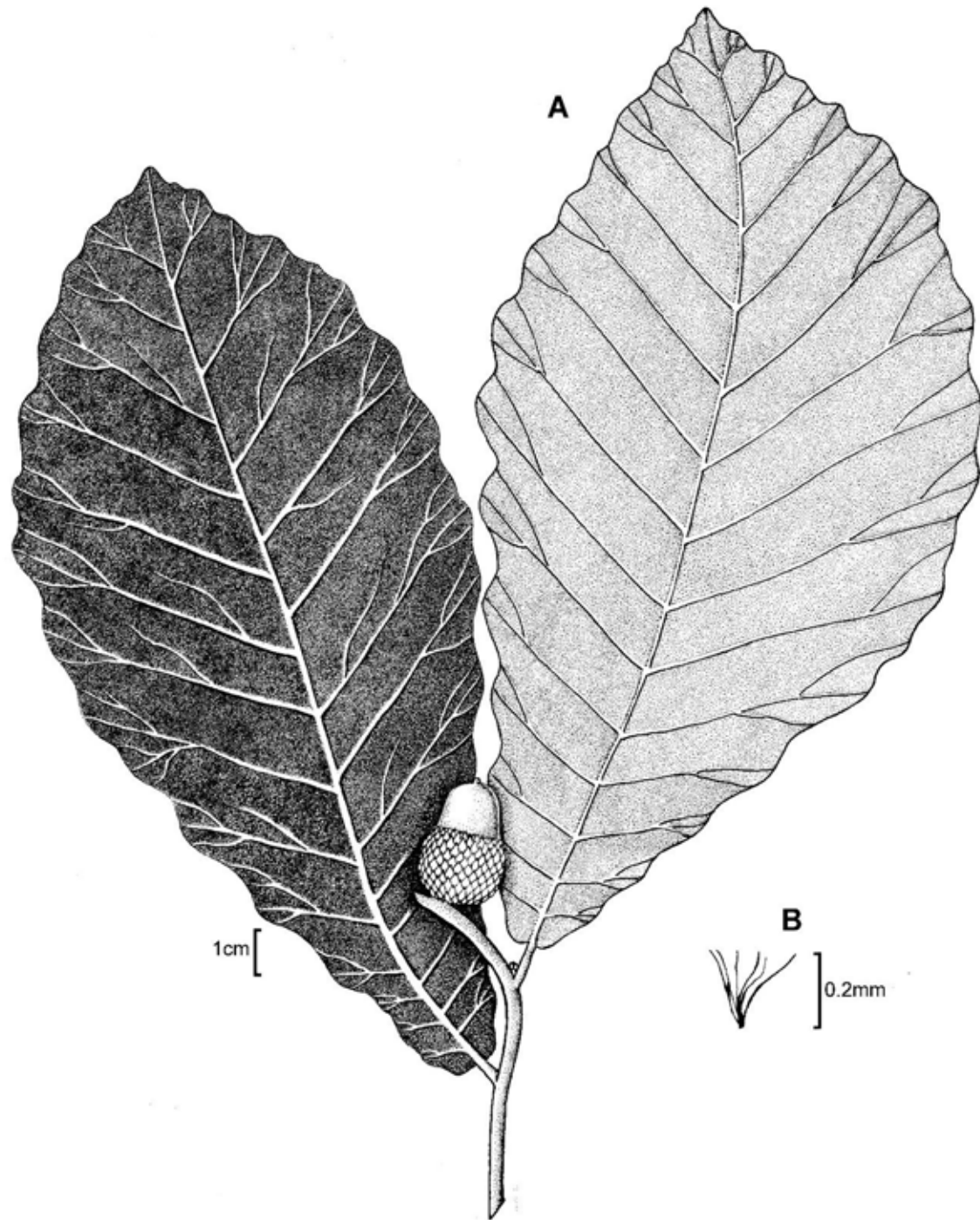


Figura 8. *Quercus magnoliifolia*. A. Rama; B. Fruto, bellota; C. Tricomas fasciculados sésiles. Tomado de Romero et al., 2002.

7. *Quercus mexicana* Humb. & Bonpl. Plant. Aequin. II: 35, t. 82. 1809.

Árbol de 3 a 15 m de alto, caducifolio, con tronco de .40 a 100 cm de diámetro; corteza gris; ramillas de (1)1.5 a 2 mm de diámetro, con indumento de tricomas fasciculados estipitados, glabrescentes, lenticelas del mismo color que la corteza, de 0.8 a 1.1 mm de largo; yemas ovoides de ápice agudo, de (1)2 a 5(8) mm de largo, de color castaño, escamas pilosas en los márgenes; estípulas lineares, de 3 a 5 mm de largo, caedizas, algunas persistentes por un tiempo cerca de las yemas apicales; hojas jóvenes del mismo color que las adultas; haz con indumento disperso de tricomas fasciculados muy pequeños; envés con indumento disperso de tricomas fasciculados estipitados; láminas de las hojas maduras de textura semicoriácea, elípticas, lanceoladas u oblongas, de (2)3 a 9(12) cm de largo por (0.9)1.5 a 3.5(4.2) cm de ancho, ápice agudo convexo, subagudo o redondeado, aristado, base aguda a obtusa, cordada, a veces asimétrica, margen engrosado, ligeramente revoluto, cartilaginoso, entero a entero-ondulado, a veces con una o dos aristas, venación secundaria broquidódroma débil, nervaduras secundarias 6 a 12 en cada lado, casi rectas, se bifurcan en el ápice; haz verde oscuro, lustroso, con algunos tricomas fasciculados y dispersos en la base de la hoja; envés ligeramente más pálido, con indumento uniforme de tricomas fasciculados contortos, que se observan como puntuaciones, epidermis papilosa; amentos masculinos de 3 a 4.5 cm de largo, con muchas flores, perianto de 2 a 3.5 mm de diámetro, pubescente, estambres 6 a 7, filamentos de ca. 1 mm de largo, anteras de ca. 1 a 1.2 mm de largo; amentos femeninos de 1 cm de largo, con 1 a 4 flores pubescentes; frutos anuales, solitarios o en grupos de 4 ó más, sésiles o en pedúnculos de 2 a 9 mm de largo; cúpulas hemisféricas, de 6 a 9(12) mm de largo por (7)10 a 14 mm de diámetro, sus escamas de ápice subagudo o redondeado y base no engrosada, pubescentes; bellotas ovoides, de 9 a 15(19) mm de largo por 8 a 11(12) mm de diámetro, incluida en la cúpula un tercio o la mitad de su largo. (Fig. 9).

**Reconocimiento.** Se reconoce porque sus hojas tienen margen entero, ápice aristado y envés con indumento de tricomas contortos que se observan como puntuaciones, epidermis papilosa y no ampulosa. *Q. mexicana* muestra similitud con *Q. crassipes*, esta última se

distingue por no presentar los tricomas contortos a manera de puntuaciones; además, posee la epidermis ampulosa.

**Distribución y hábitat.** Endémica del noreste, centro, sur y sureste de México. Chis., D.F., Gto., Hgo., Méx., N.L., Pue., Qro., S.L.P. Tamps. y Ver. Se encuentra en bosques de *Quercus*, a veces penetra al bosque de *Quercus-Juniperus*, *Quercus-Pinus*, bosque mesófilo de montaña y matorral de *Quercus-Rhus*. Alt. 1600-3050 m.

**Fenología.** Datos de floración desconocidos, fructifica de agosto a enero.

**Nombre popular y usos.** Encino, encino tezahuatl. Su madera se usa como leña y para la elaboración de carbón.

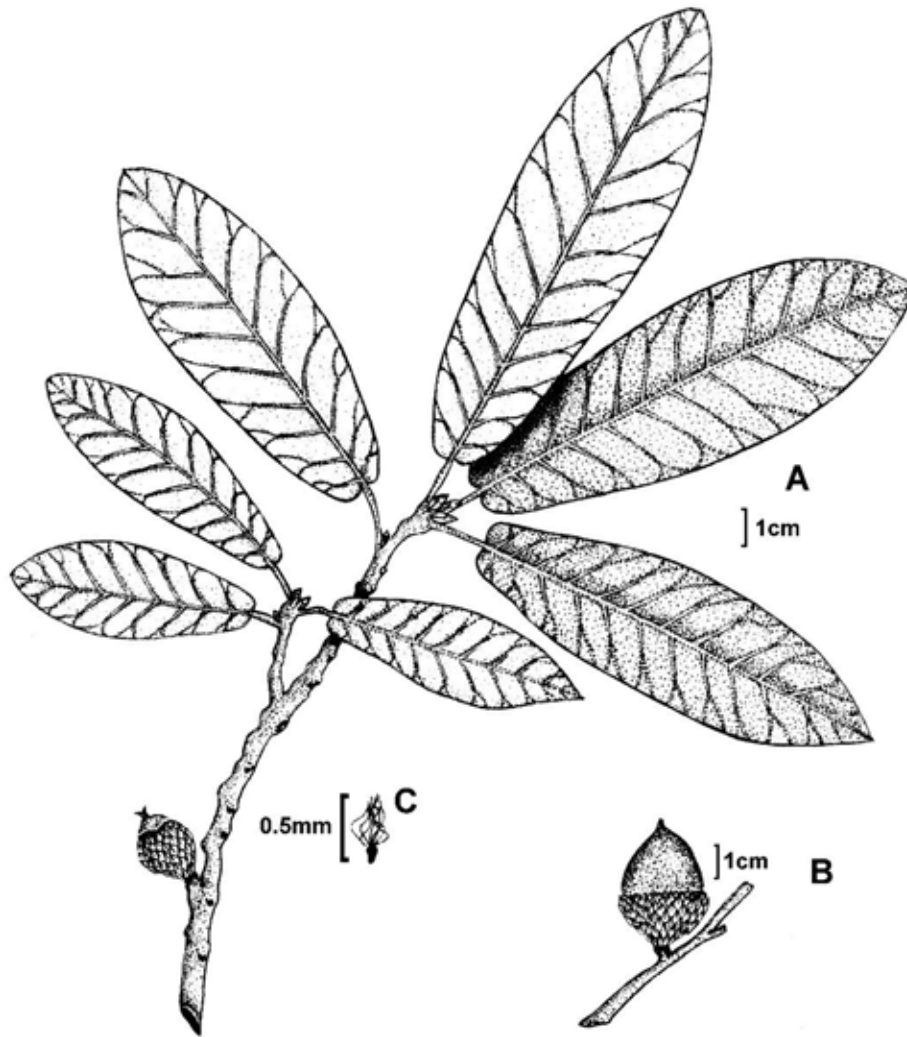


Figura 9. *Quercus mexicana* A. Rama con fruto inmaduro; B. Fruto, bellota; C. Tricoma fasciculado estipitado. Tomado de Romero et al., 2002.

8. *Quercus polymorpha*. Cham. & Schltdl., Linnaea 5: 78. 1830.

Árbol de 4 a 15(25) m de alto, caducifolio, con tronco de 50 cm de diámetro; corteza gris; ramillas rojizas a grises, de 1.7 a 3 mm de diámetro, con indumento de tricomas fasciculados estipitados y simples, glabrescentes, lenticelas pálidas, de 0.5 a 1 mm de largo; yemas ovoides, de 2 a 5(8) mm de largo, de color castaño; estípulas lineares, de 3 a 4 mm de largo, pubescentes, caedizas; pecíolos de 11 a 18(30) mm de largo, glabrescentes; hojas jóvenes con indumento denso amarillento, de tricomas fasciculados estipitados, distribuidos en el haz y envés, así como otros simples ubicados en la nervadura primaria del envés, en el envés hay también tricomas glandulares hialinos; láminas de las hojas maduras de textura coriácea, rugosas, ovadas, ovado-lanceoladas o elípticas, de (4.5)7.0 a 11(16) cm de largo por (2)3.1 a 6.2(13.1) cm de ancho, ápice agudo convexo, mucronado, base aguda, redondeada o subcordada, margen engrosado, ligeramente revoluto y ligeramente cartilaginoso, entero o dentado, con 2 a 5 dientes cortos de cada lado, terminados en un mucrón, venación secundaria broquidódroma débil cuando el margen es entero y mixta broquidódroma débil-craspedódroma cuando la hoja presenta dientes, nervaduras secundarias 9 a 12(15) en cada lado, rectas o ligeramente curvadas; haz verde, algo lustroso, casi glabro, con indumento de tricomas fasciculados sobre la nervadura primaria; envés casi glabro, más claro que el haz, glauco, con indumento escaso de tricomas fasciculados estipitados, así como otros glandulares de color ámbar dispersos en la lámina, más abundantes cerca de las nervaduras primaria y secundarias, epidermis glauco-cerosa, a veces blanquecina o grisácea, y blanco papilosa; amentos masculinos de 3 a 7 cm de largo, con muchas flores distribuidas a lo largo del raquis, perianto de 2 a 3 mm de diámetro, largamente pubescente, estambres 6 a 8, filamento de ca. 1 mm de largo, anteras de ca. 1 mm de largo; amentos femeninos de 1 a 1.5 cm de largo, con 5 ó más flores, pubescentes; frutos anuales, solitarios o en pares, pedúnculo de 15 a 20(25) mm de largo; cúpulas hemisféricas, de 7 a 14 mm de largo por 12 a 15(21) mm de diámetro, sus escamas de ápice obtuso y base engrosada, pubescentes; bellota ovoide, de 13 a 18(21) mm de largo por 8 a 15 mm de diámetro, pubescente, incluida en la cúpula hasta un medio de su largo. (Fig. 10).



**Reconocimiento.** se reconoce por sus hojas generalmente de margen entero, rugosas; envés casi glabro y glauco, con la epidermis blanco papilosa y pecíolos largos de 11 a 30 mm de largo.

**Distribución.** noreste, centro, sur y sureste de México en los estados de Chis., Hgo., N.L., Pue., Qro., S.L.P., Tamps. y Ver. Centroamérica. Guatemala. También se distribuye en EUA. Se encuentra en bosques de *Quercus*, a veces penetra al bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio y matorral de *Quercus*; también en la transición de los bosques de *Quercus* a tropical subperennifolio y tropical caducifolio a mesófilo de montaña; se asocia con *Juniperus*, *Liquidámbar*, *Clethra*, *Lanchocarpus*, *Juglans* *Bursera*, *Cedrela*, *Brahea* y *Platanus*. Alt. 200-24500 m.

**Nombre Común y usos.** encino, encino manzanero, encino prieto, roble.

**Fenología.** Florece en marzo y fructifica de octubre a diciembre.

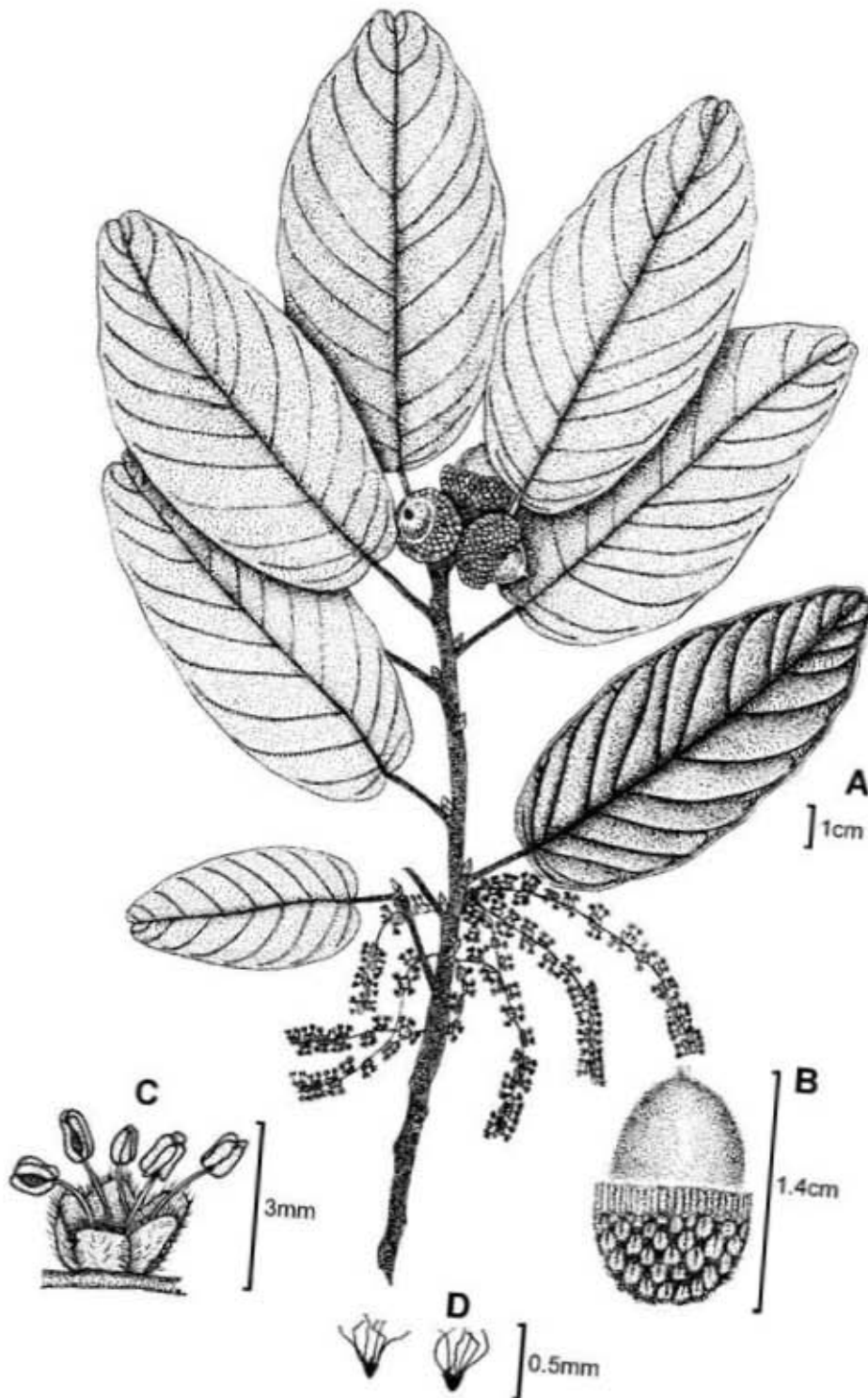


Figura 10. *Quercus polymorpha*. A. Rama con frutos y amentos masculinos; B. Fruto, bellota; C. Flor masculina; D. Tricomas fasciculados estipitados. Tomado de Romero et al., 2002.

9. *Quercus resinosa* Liebm., Overs. Dansk Vidensk. Selsk. Forh. 1854: 182. 1854.

Árbol de (6)10 a 12(17) m de alto, caducifolio, con tronco corto, de 30 a 70 cm de diámetro; corteza gruesa gris escamosa, café-grisáceo a negra; ramillas amarillentas, de 3 a 4(10) mm de diámetro, con indumento denso de tricomas fasciculados sésiles, glandulares y simples, por lo general persistente por varias temporadas, lenticelas pálidas, con frecuencia inconspicuas; yemas ovoides, de 3 a 6 mm de largo, de color café pálido, escamas pubescentes en los márgenes; estípulas lineares a tubuladas, de 7 a 10(20) mm de largo, pubescentes, caedizas o persistentes por una o más estaciones; pecíolos de 2 a 6 mm de largo mm de largo, pubescentes, con frecuencia envueltos entre los lóbulos de la hoja; hojas jóvenes con el haz rojizo por la abundancia de tricomas glandulares vermiformes y tricomas fasciculados sésiles; envés con indumento denso y pálido, formado por tricomas fasciculados sésiles, con abundantes tricomas glandulares sobre las nervaduras primaria y secundarias; láminas de las hojas maduras de textura dura coriácea, rugulosas, anchamente obovadas, de (10)15 a 30(50) cm de largo por (5)9 a 20(30) cm de ancho, ápice agudo a obtuso, mucronado, base aguda a obtusa, a veces asimétrica, margen engrosado, ligeramente revoluto, crenado, con 7 a 14 crenas en cada lado, de ápices terminados en un mucrón generalmente doblado hacia adentro, venación secundaria craspedódroma, nervaduras secundarias (10)16 a 20 en cada lado, por lo general rectas y paralelas; haz verde, algo lustroso, con indumento de tricomas fasciculados muy cortos sésiles, así como otros glandulares; envés blanco amarillento, con indumento abundante de tricomas fasciculados cortos sésiles que no dejan ver la epidermis, así como otros glandulares de color amarillento a rojizo, epidermis lisa o ligeramente ampulosa y papilosa; amentos masculinos de 5 a 15(20) cm de largo, con más de 30 flores, perianto pubescente y glandular, estambres 8 a 12, filamentos de ca. 2 mm de largo, anteras de ca. 1.5 a 2 mm de largo; amentos femeninos de 2 a 5 cm de largo, con 1 a 5(10) flores, pubescentes; frutos anuales, solitarios o en grupos de 2 o 3, pedúnculos de (5)15 a 20 mm de largo; cúpulas hemisféricas, de 10 a 20 mm de largo por 15 a 25(35) mm de diámetro, sus escamas de ápice agudo y base engrosada; bellota ovoide de 15 a 35 mm de largo por 15 a 30 mm de diámetro, de paredes delgadas y arrugadas cuando secas, excepto cuando están completamente maduras, incluso en la cúpula cerca de un tercio de su largo. (Fig. 11).

**Reconocimiento.** Se reconoce por sus hojas grandes de hasta 50 cm de largo, anchamente obovadas; ramillas gruesas de hasta 10 mm de diámetro; pecíolos cortos de 2 a 6 mm de largo; envés blanco amarillento y por su epidermis lisa o ligeramente ampulosa y papilosa.

**Distribución y hábitat.** endémica del occidente y centro de México. Ags., Dgo., Gto., Jal., Mich., Nay., S.L.P. y Zac. Se encuentra en bosques de *Quercus* y *Pinus-Quercus*, menos común, a veces penetra en bosque de galería. Alt. 1300-2500 m.

**Fenología.** Florece de marzo a mayo y fructifica de octubre a noviembre.

**Nombres populares y usos.** encino amarillo, encino roble, roble, roble blanco. La madera de este especie por su abundancia y distribución es sumamente explotada como leña, carbón, postería y horcones. Las hojas por su tamaño y dureza se utilizan en el campo para hornear pan y también para tejabanos de construcciones rurales.

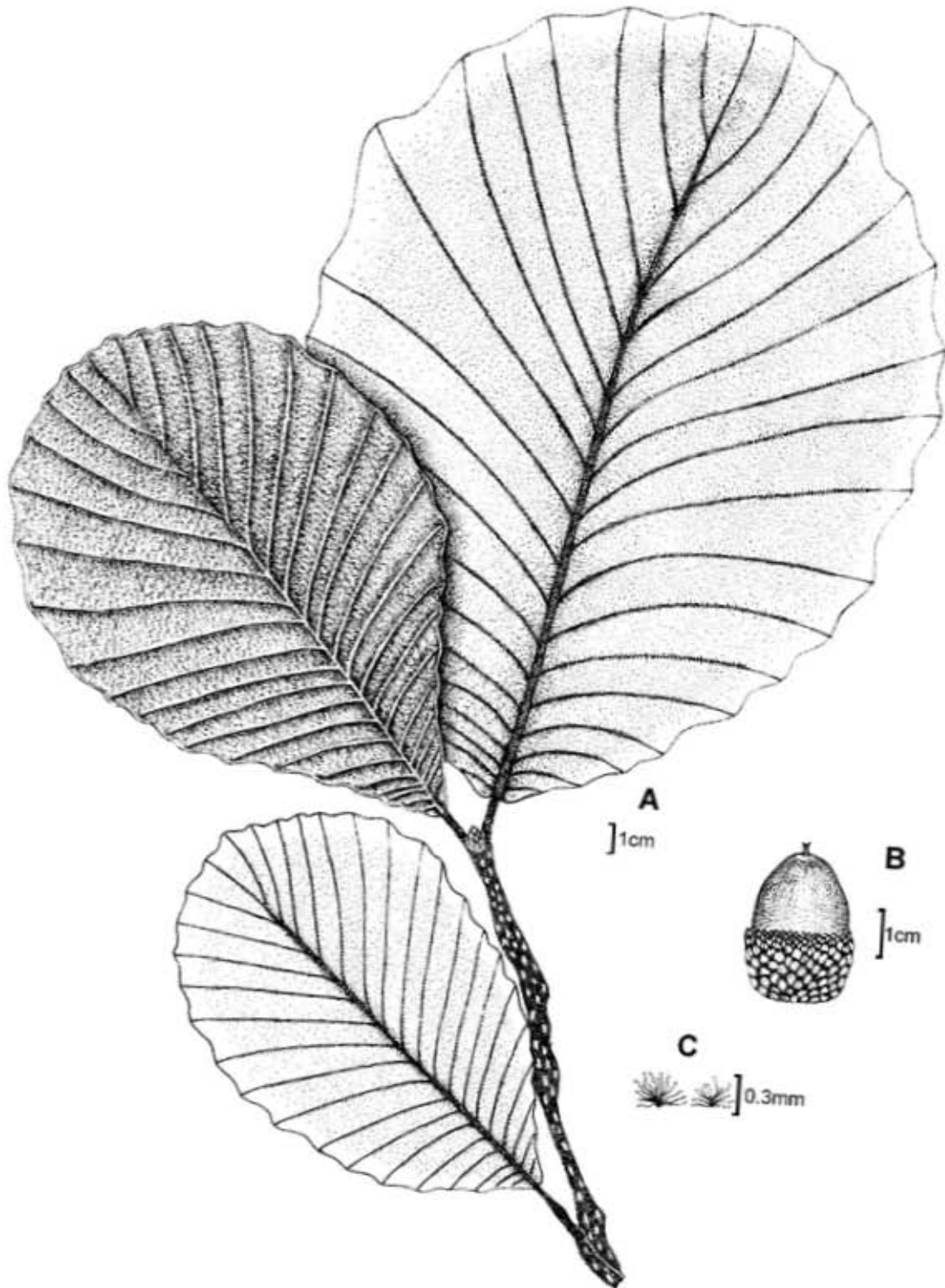


Figura 11. *Quercus resinosa*. A. Rama B. Fruto (cúpula y nuez). C. Tricomas fasciculados sésiles. Tomado de Romero et al., 2002

10. *Quercus rysophylla* Weatherby., Proc. Amer. Acad. Arts 45(17): 423-424. 1910.

Árbol de 8 a 10(20) m de altura, caducifolio; corteza grisácea; ramillas rojizas, de 3 a 4 mm de diámetro, con indumento de tricomas fasciculados sésiles, así como otros simples, glabrescentes, lenticelas claras, de hasta 2 mm de largo; yemas cónicas, de 5 a 6 mm de largo, de grisáceas, escamas glabrescentes; estípulas lineares de 5 mm de largo, pubescentes, caedizas; pecíolos de 3 a 6 mm de largo, glabrescentes; láminas de las hojas maduras coriáceas, muy rugosas, elípticas, de (6)8 a 15(23) cm de largo por (2)2.5 a 4.5(5) cm de ancho, ápice agudo, recto, aristado, base aguda convexa, frecuentemente cordada, margen engrosado, cartilaginoso, revoluto, entero, raras veces con 1 a 4 aristas en un sólo lado de la hoja, broquidódroma débil, nervaduras secundarias de 13 a 17 en cada lado, ligeramente curvadas, nervadura primaria amarillenta; haz verde amarillento a glauco, glabro o con indumento de tricomas fasciculados estipitados, escasos, así como otros glandulares vermiformes y rojizos, sobre las nervaduras; envés glauco con tricomas fasciculados estipitados en las axilas de las nervaduras secundarias y tricomas glandulares vermiformes, dispersos, epidermis papilosa; amentos masculinos desconocidos; amentos femeninos de hasta 1 cm de largo, con 1 a 4 flores, pubescentes; frutos anuales, sésiles o en pedúnculos de hasta 4 mm de largo; cúpulas hemisféricas, de 10 mm de diámetro y 9 mm de largo, sus escamas de ápice truncado u obtuso y base no engrosada, pubescentes, incluida en la cúpula la mitad de su largo. (Fig. 12).

**Reconocimiento.** Se reconoce por sus hojas coriáceas, muy rugosas y elípticas, generalmente de borde entero, nervadura primaria amarillenta y envés glauco con tricomas fasciculados estipitados en las axilas de las nervaduras secundarias.

**Distribución y hábitat.** endémica del noreste, centro, sur y sureste de México. Hgo., N.L., Qro., S.L.P., Tamps. y Ver. presente en bosque de *Quercus* y *Pinus-Quercus*; se asocia con *Clethra*. Alt. 1400-1900 m.

**Fenología.** Fructifica en julio y agosto.

**Nombres populares y usos.** Encino. Su madera es usada para construcción.

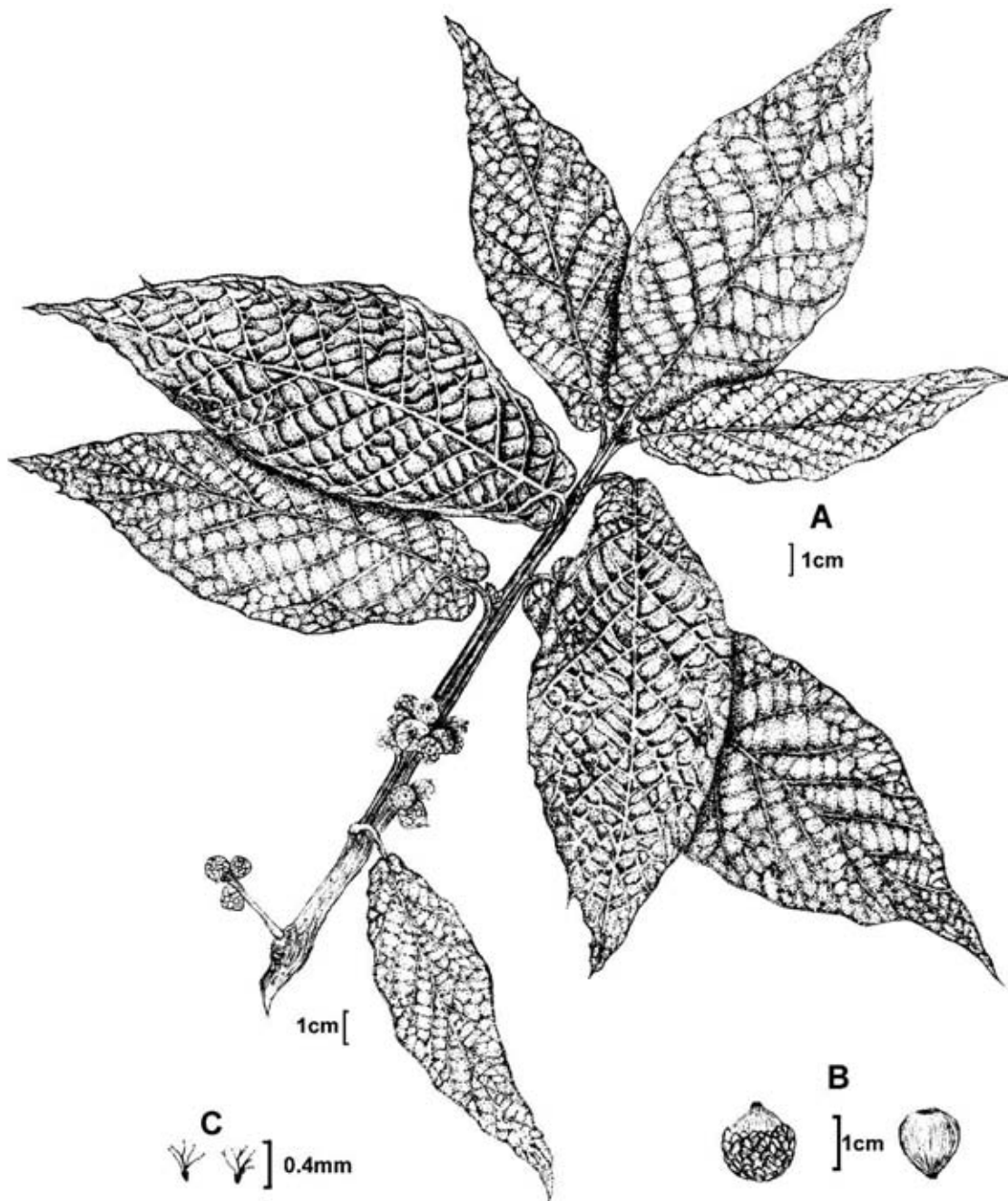


Figura 12. *Quercus rhysophylla* A. Rama con frutos inmaduros; B. Fruto: bellota y nuez; C. Tricomas fasciculados estipitados. Tomado de Romero et al., 2002.



## 7.2. Descripciones de arquitectura foliar.

### 1. *Quercus crassifolia* Humb. Bonpl.

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de formas elípticas a obovadas-anchas, de 6 a 10 cm de largo, 4 a 6 cm de ancho; ápice agudo, acuminado u obtuso; base simétrica, de forma cordada; margen engrosado, revoluto, dentado – serrado, con 3 a 9 dientes por lado, terminados en aristas de 0.5 hasta 1.5 mm de largo, 1 a 10 aristas de cada lado, en algunas ocasiones el margen es entero; venación pinnada craspedódroma-simple; vena media recorrido derecho, no ramificado de tamaño masivo; venas secundarias ángulo agudo-angosto ( $< 45^\circ$ ) a moderado ( $45-65^\circ$ ), variaciones en el ángulo de divergencia, más agudo que las inferiores, aunque en algunas ocasiones es uniforme, gruesas, de recorrido derecho ramificado, comportamiento de las ramificaciones, uniéndose en ángulo recto, venas intersecundarias ausentes; venas terciarias ángulo de origen obtuso–recto, modelo percurrente alterna, convexas, relación con la vena media, disminuyendo apicalmente; venas de cuarto orden reticuladas poligonal regular, de tamaño fino a moderado y trayectoria ortogonal; venas de quinto orden, reticuladas polygonal regular, tamaño fino a moderado y trayectoria ortogonal; venación última marginal incompleta; vénulas simples a ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, orientadas, cuadradas y pequeñas; haz glabro, con tricomas fasciculados, de 8 ramillas, en la base de la nervadura primaria; envés con indumento abundante, tricomas fasciculados extendidos de 12 ramillas, con estípites largo, distribución uniforme, epidermis ampulosa y papilosa; pecíolo de 6 a 10 mm de largo y 1.5 a 3 mm de diámetro (fig. 13); estomas de tipo anomocítico (Fig. 26).

*Ejemplares examinados:* México, **Quéretaro**, 5 km de Cuatro Palos, camino a la Cañada, Mpio. De Pinal de Amoles, *E.Carranza*, 2108 (ENCB); México, **Quéretaro**, 14 km al W de Macon, sobre la carretera a Vizarrón, Mpio. Peñamiller., *Rzedowski* 31619 (ENCB); México, **Querétaro**, Molinitos de Orozco, Mpio.Peñamiller., *S.Zamudio* 2593 (ENCB).

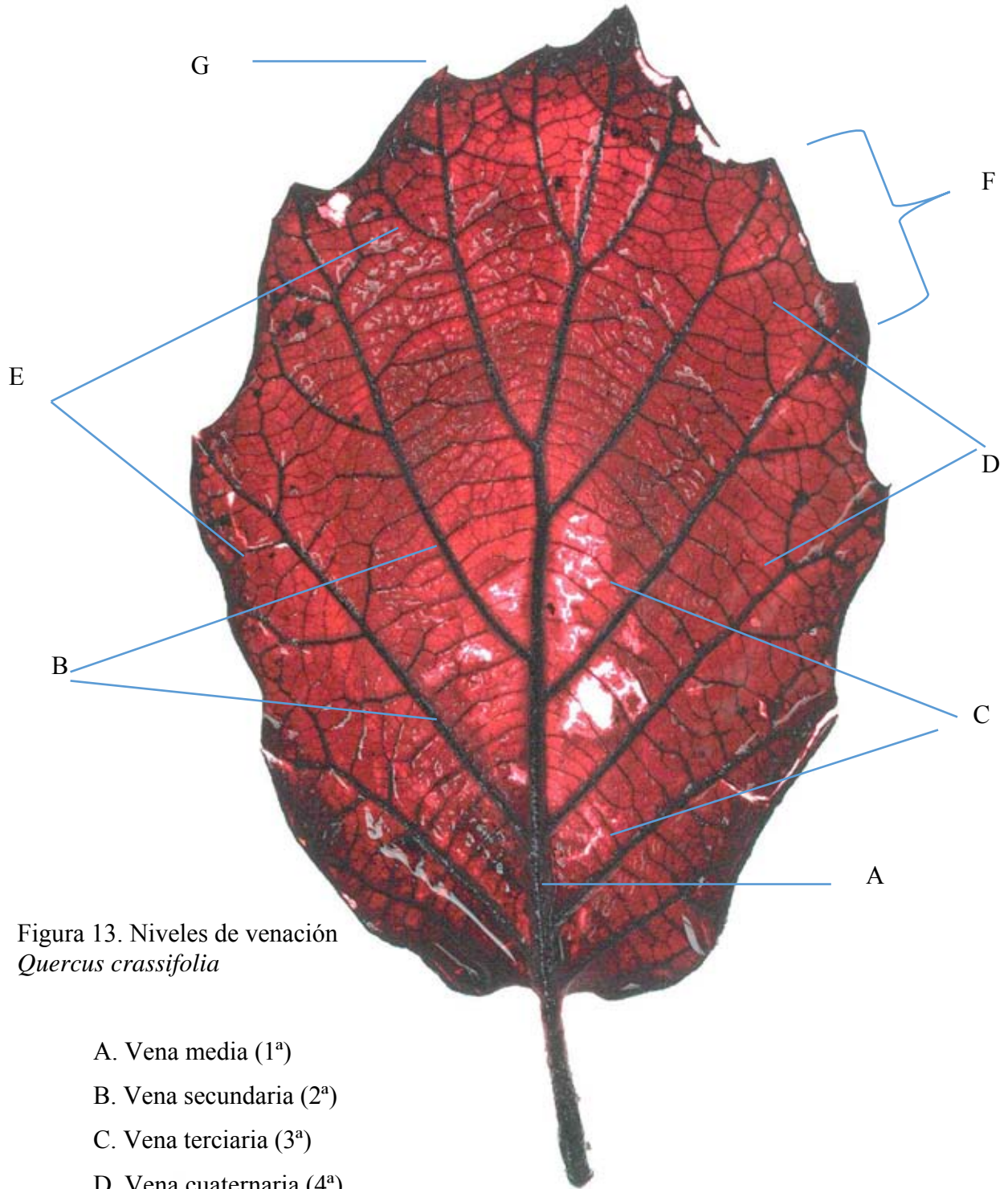


Figura 13. Niveles de venación  
*Quercus crassifolia*

- A. Vena media (1<sup>a</sup>)
- B. Vena secundaria (2<sup>a</sup>)
- C. Vena terciaria (3<sup>a</sup>)
- D. Vena cuaternaria (4<sup>a</sup>)
- E. Vena quinta (5<sup>a</sup>)
- F. Dientes
- G. arista

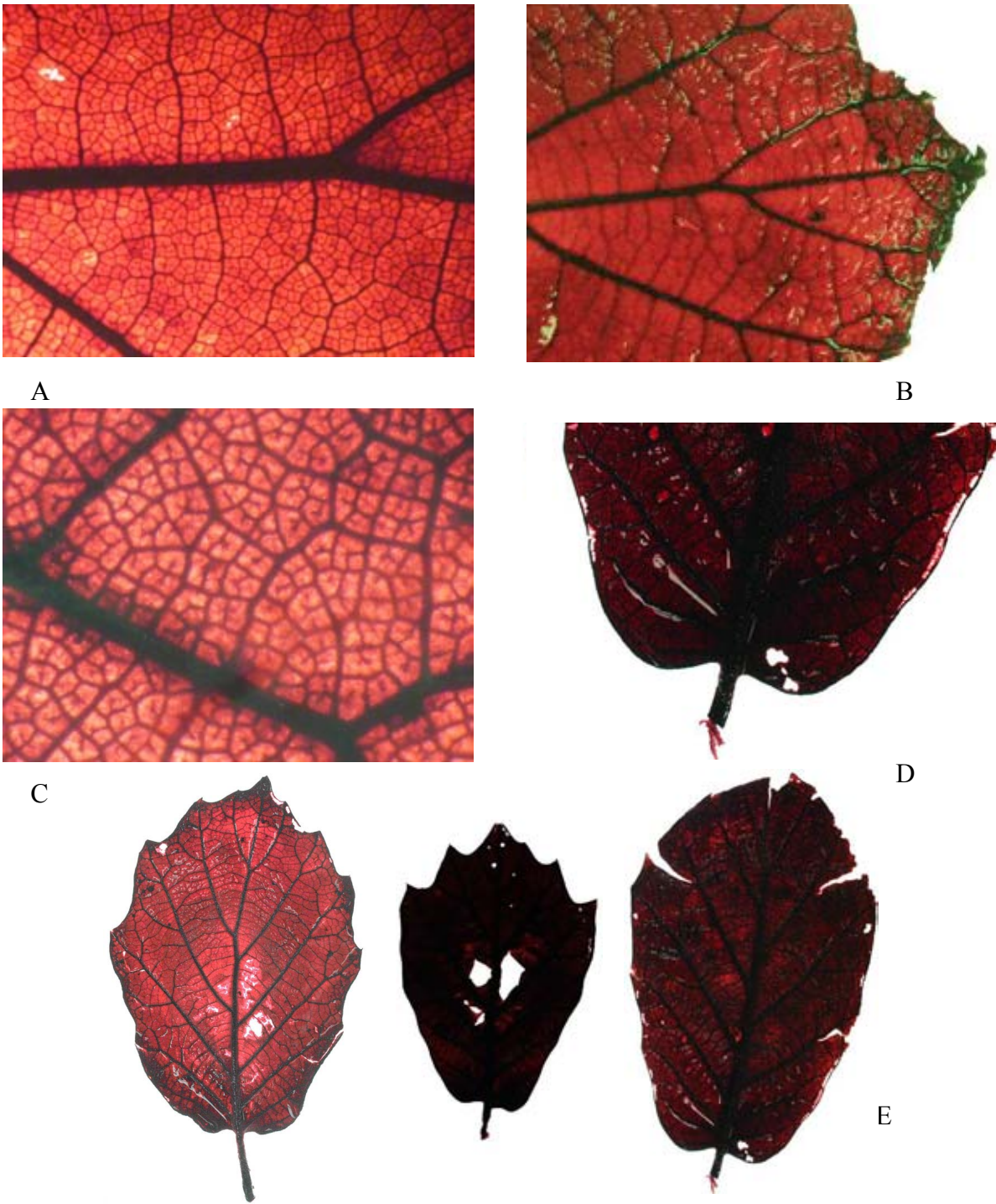


Fig. 13. *Quercus crassifolia*. A. Niveles de venación B. Ápice C. Vénulas y areolas D. Base cordada, simétrica E. Forma de la hoja.

**2. *Quercus eduardi*** Trel.

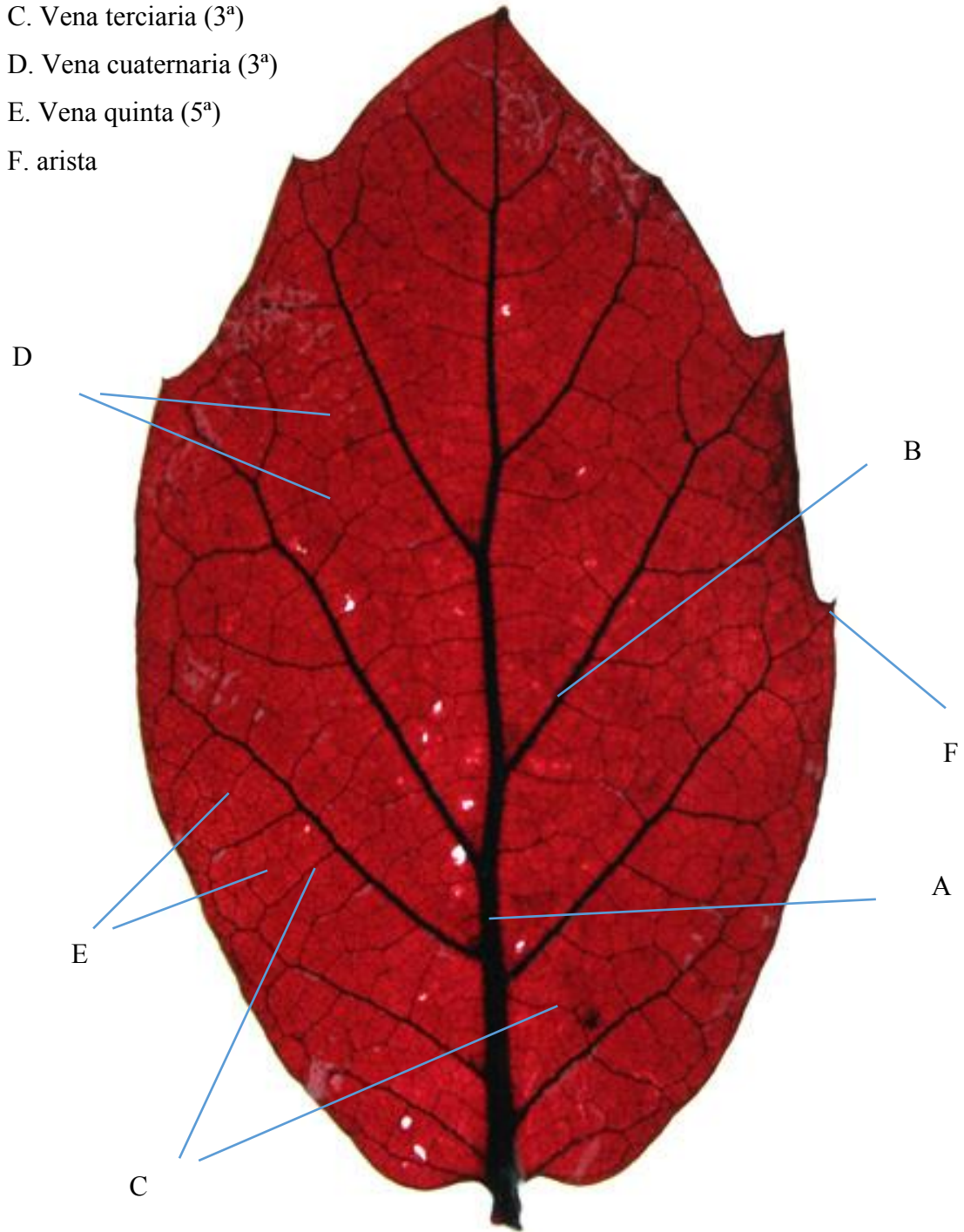
Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas; de formas elípticas a ovadas de 3 a 5 cm de largo, 1 a 2 cm de ancho; ápice agudo; base simétrica, cordada; margen engrosado, ligeramente revoluto dentado - serrado 3-4 dientes por lado, con aristas de 0.1 a 1.5mm, en algunas ocasiones el margen es entero, grueso; venación pinnada craspedódroma-mixta; vena media de recorrido derecho no ramificado, de tamaño fuerte a veces moderado; venas secundarias con ángulo de divergencia agudo-ancho (65-80°) a moderado (45-65°) con variaciones en el ángulo de divergencia superiores mas agudas que las inferiores, gruesas y de recorrido derecho ramificado, las ramificaciones de unen a secundarias en ángulo agudo (<45°), venas intersecundarias presentes, 2-4 simples y débiles; venas terciaras ángulo de origen obtuso-recto, modelo percurrentes alternas, sinuosas, relación con la vena media obtusas, disminuyendo apicalmente; venas de cuarto orden reticulada poligonal regular, tamaño grueso a moderado, de trayectoria ortogonal; venas de quinto orden reticuladas poligonal regular, tamaño fino a grueso y trayectoria ortogonal, venación última marginal incompleta; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, orientadas, cuadrangulares de tamaño pequeño; haz verde-grisáceo, glabrescente, con indumento de tricomas fasciculados sésiles contortos, de 8 ramillas, cerca de la base; envés con indumento abundante de tricomas fasciculados sésiles contortos, de 11 ramillas, distribuidos uniformemente, algunas veces tricomas glandulares, epidermis poco ampulosa y lisa; pecíolo 3 a 5 mm de largo, 0.5 a 1.5 mm de diámetro (fig. 14); estomas de tipo ciclocítico (fig. 27).

*Ejemplares examinados:* México, **Querétaro**, 6-7 km al SW de Sta. Ma. de Cocos, camino a el Charco, Mpio. de Arroyo seco, Carranza 1207 (ENCB); México, **Guanajuato**, 20 km al NNW de Juventino Rosas, Mpio. de Juventino Rosas, R&J.D. Galván 3946 (IEB); México, **Guanajuato**, 4 km al W de San José, Mpio. Dolores Hidalgo, R&S. Galván 4394 (ENCB).



Figura 14. Niveles de venación  
*Quercus eduardi*

- A. Vena media (1<sup>a</sup>)
- B. Vena secundaria (2<sup>a</sup>)
- C. Vena terciaria (3<sup>a</sup>)
- D. Vena cuaternaria (3<sup>a</sup>)
- E. Vena quinta (5<sup>a</sup>)
- F. arista



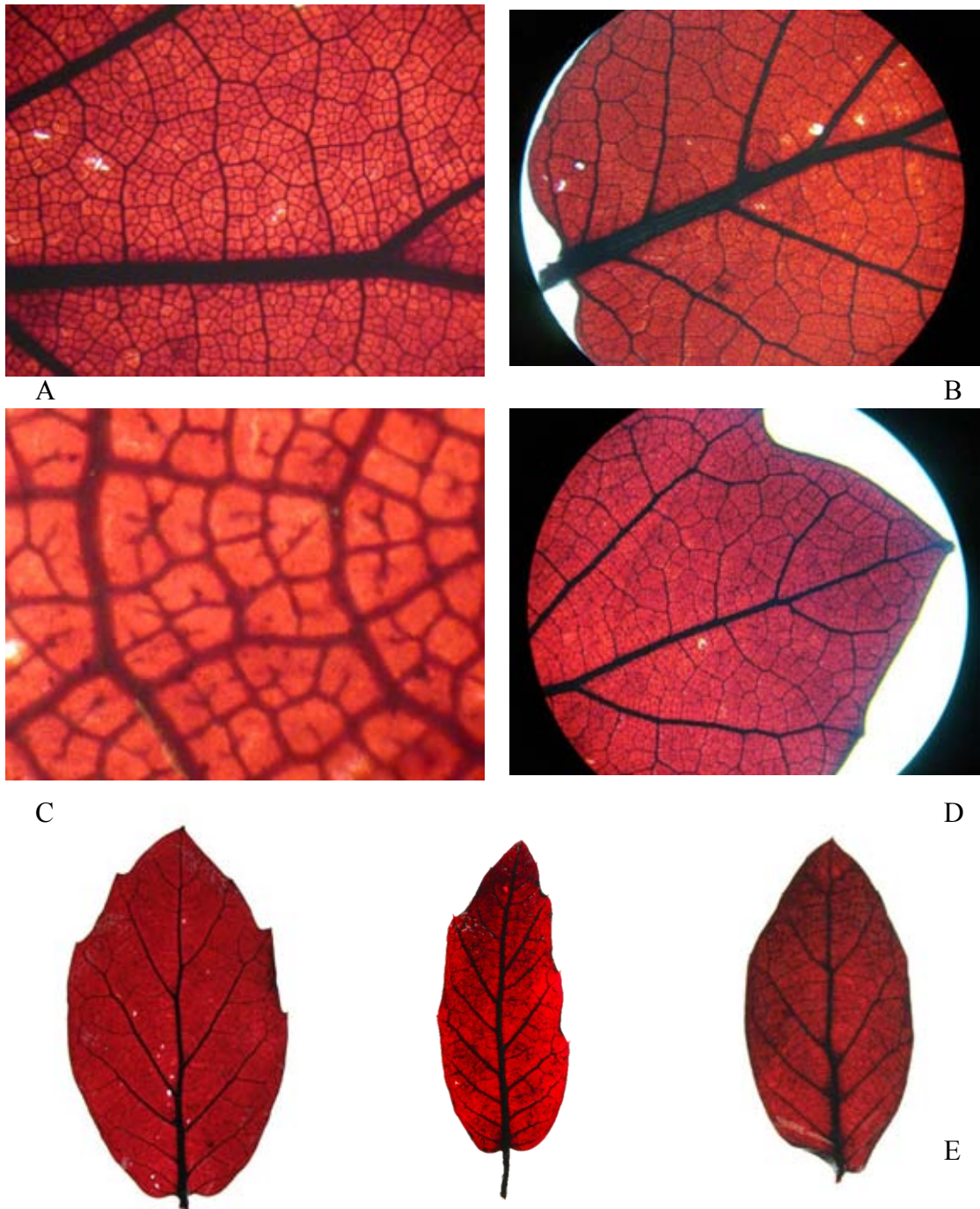


Fig. 14. *Quercus eduardi*. **A.** Niveles de venación. **B.** Base cordada simétrica **C.** vénulas y aréolas **D.** Ápice y dientes con aristas **E.** Forma de la hoja.

3. *Quercus gentryi* C. H. Muller.

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de formas oblongas-angostas a ovadas, de 1 a 2 cm de ancho, 6 a 9 cm de largo; ápice agudo, aristado, de 0.12 a 1.15 mm; base simétrica, a veces asimétrica, obtusa a redondeado; margen entero, no revoluto; venación pinnada camptódroma-broquidódroma; vena media tamaño fuerte a masivo, de recorrido derecho no ramificado; venas secundarias de ángulo de divergencia agudo-ancho (65-80°) a moderado (45-65°), variaciones en el ángulo de divergencia secundarias superiores mas obtusas que las inferiores, en algunas ocasiones uniforme, gruesas, de recorrido derecho ramificado que forma ojales de ángulo recto; venas intersecundarias presentes, 3 – 5 simples y débiles; venas terciarias ángulo de origen obtuso-recto, modelo percurrentes alternas, convexas, relación con la vena media obtuso, con una variabilidad disminuyendo exmedialmente; venas de cuarto orden reticulada poligonal regular, tamaño moderado a grueso, de trayectoria ortogonal; venas de quinto orden reticulada poligonal regular, tamaño fino a moderado, de trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada; vénulas ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, orientadas, cuadrangulares y de tamaño pequeño; haz casi glabro, tricomas fasciculados de estípites cortos de 8 ramillas, dispersos; envés con indumento escaso de tricomas fasciculados extendidos de estípites cortos, de 8 ramillas, algunos tricomas glandulares, distribuidos en las axilas de las nervaduras y de la vena media, epidermis ampulosa y papilosa; pecíolo 2 a 5 mm de largo, 0.8 a 1.2 mm de diámetro (fig. 15); estomas de tipo anomocítico (fig. 28).

*Ejemplares* examinados: México, **Michoacán**, Mpio. De Tzintzuntzan; Ladera N. del cerro Tariaqueri. D. Barriga 6107 (IEB); México, **Michoacán**, Mpio. Churintzio; B. El Guajolote Zinaparo. M.A. Bello 1091 (ENCB); México, **Michoacán**, Mpio. Morelia; Nte C. Puerto el Pinito. Medina 2243 (IEB).

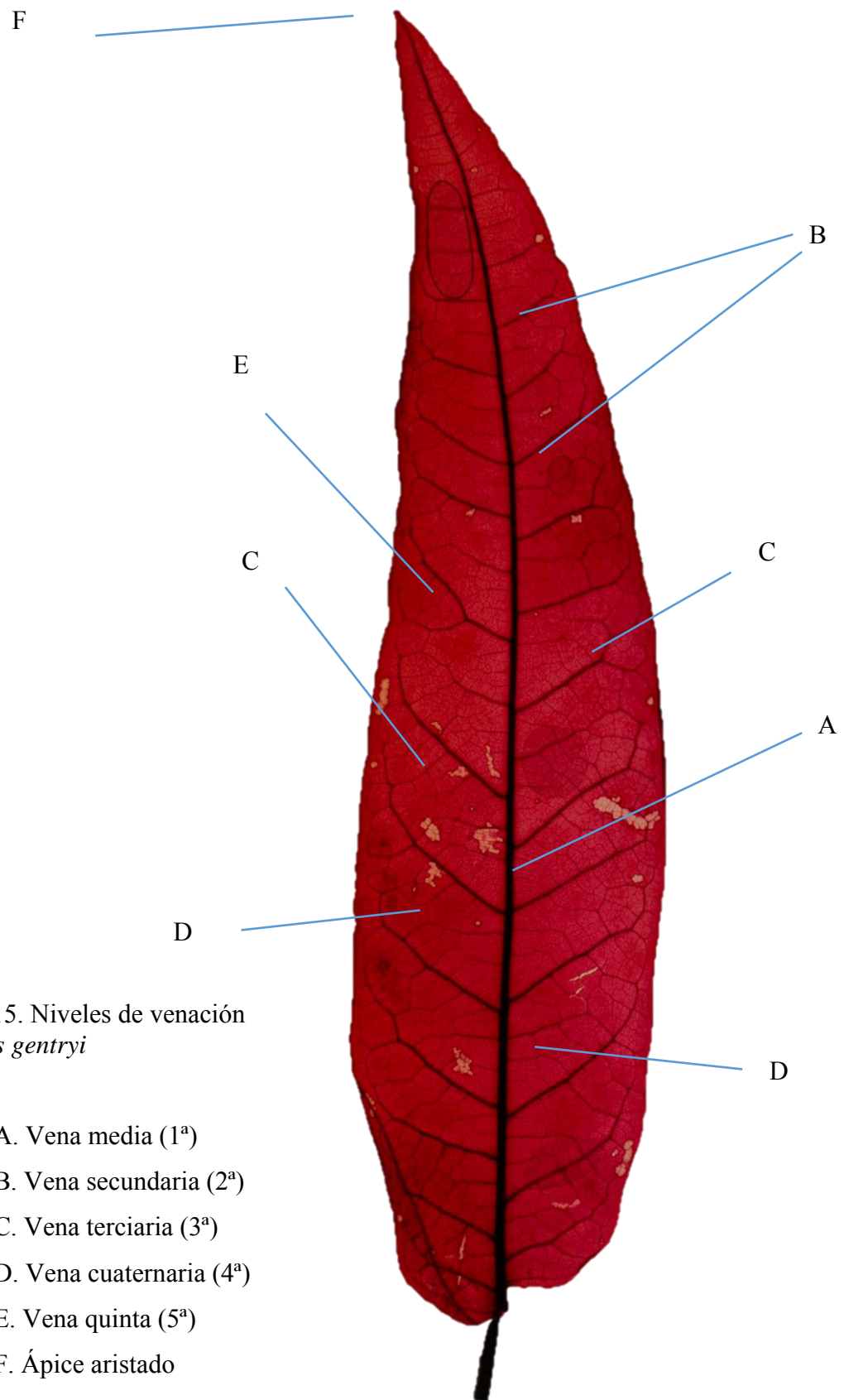


Figura 15. Niveles de venación  
*Quercus gentryi*

- A. Vena media (1<sup>a</sup>)
- B. Vena secundaria (2<sup>a</sup>)
- C. Vena terciaria (3<sup>a</sup>)
- D. Vena cuaternaria (4<sup>a</sup>)
- E. Vena quinta (5<sup>a</sup>)
- F. Ápice aristado



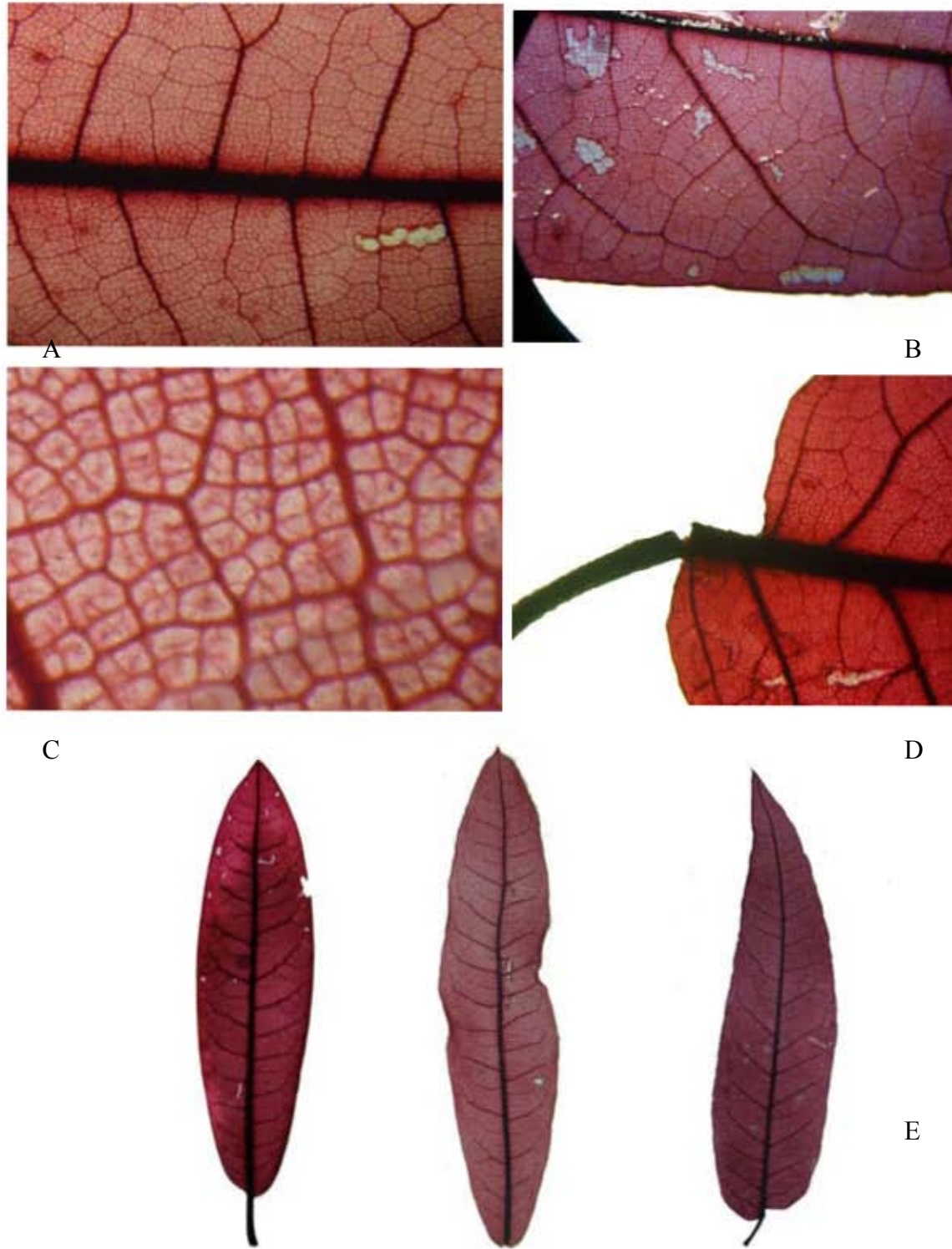


Fig. 15. *Quercus gentryi*. **A.** Niveles de venación **B.** Venación última marginal **C.** Vénulas y areolas **D.** Base asimétrica. **E.** Forma de la hoja.

**4. *Quercus germana*.** Cham. & Schlecht.,

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de formas elípticas a obovadas, de 9 a 12 cm de largo, de 2 a 6 cm de ancho; ápice agudo, acuminado; base simétrica, obtusa a aguda; margen dentado – serrado, 5-6 dientes por lado, terminados en mucrones cortos de 0.1 a 0.30 mm de largo, no revoluto; venación pinnada craspedódroma-semicraspedódroma; vena media de tamaño moderado a veces fuerte, recorrido derecho no ramificado; venas secundarias ángulo agudo-moderado (45-65°), con variaciones en el ángulo de divergencia superiores más agudas que las inferiores, en ocasiones la variación es uniforme, tamaño grueso, derecho, ramificado, que forman ojales en ángulo-agudo, venas interscundarias presentes simples-débiles, cerca de la base (2-4) y en la mayor parte de la lámina ausentes; venas terciarias ángulo de origen obtuso-recto a agudo-recto, modelo percurrente alterno, recorrido derecho, algunas veces convexo, relación con la vena media oblicuo, ángulo disminuyendo apicalmente; venas de cuarto orden reticulada poligonal regular, tamaño grueso a moderado, trayectoria ortogonal; venas de quinto orden reticuladas poligonal regular, tamaño fino de trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada; vénulas simples, rara vez ramificadas; areolas bien desarrolladas, orientadas de forma irregular a cuadrangular, tamaño pequeño; haz casi glabro, con tricomas fasciculados sésiles de 6 ramillas, así como glandulares cerca del pecíolo; envés casi glabro, con indumento escaso de tricomas fasciculados sésiles extendidos de 8 ramillas, con distribución en axilas y vena media, epidermis no ampulosa, papilosa; pecíolo 2 a 4 mm de largo, 1 a 1.8 mm de diámetro (fig. 16); estomas de tipo anomocítico (fig. 29).

*Ejemplares examinados;* **Querétaro**, Mpio. Landa; cerca de Neblinas, Rzedowski 46401(IEB); **Querétaro**, Mpio. Querétaro; 2km al NE de Pinal de Amoles, sobre la carretera de Jalpan. Rzedowski 43122 (IEB); **Querétaro**, Mpio. Landa, 11km al SE de agua Zarca, Rzedowski 42784 (IEB).

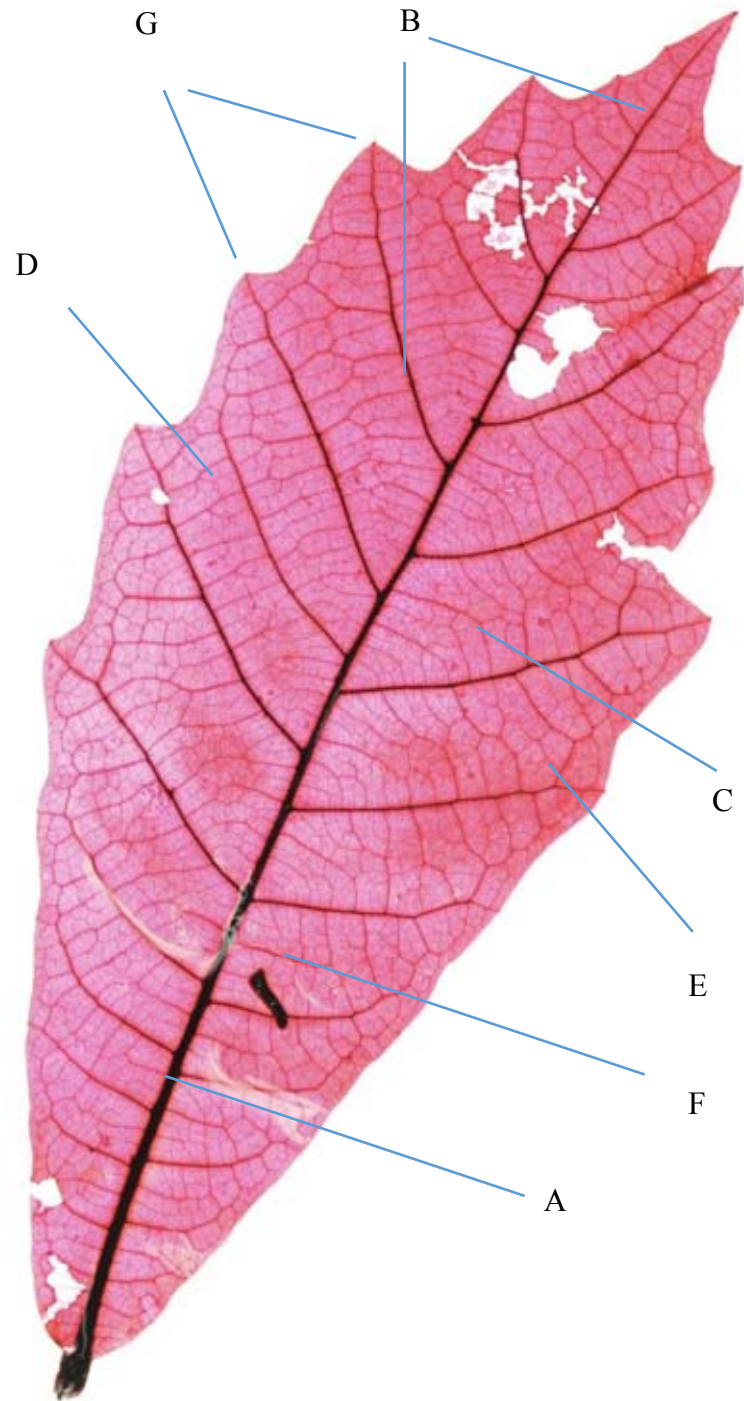


Figura 16. Niveles de venación  
*Quercus germana*

- A. Vena media (1<sup>a</sup>)
- B. Vena secundaria (2<sup>a</sup>)
- C. Vena terciaria (3<sup>a</sup>)
- D. Vena cuaternaria (4<sup>a</sup>)
- E. Vena quinta (5<sup>a</sup>)
- F. Venas intersecundarias
- G. Mucrón

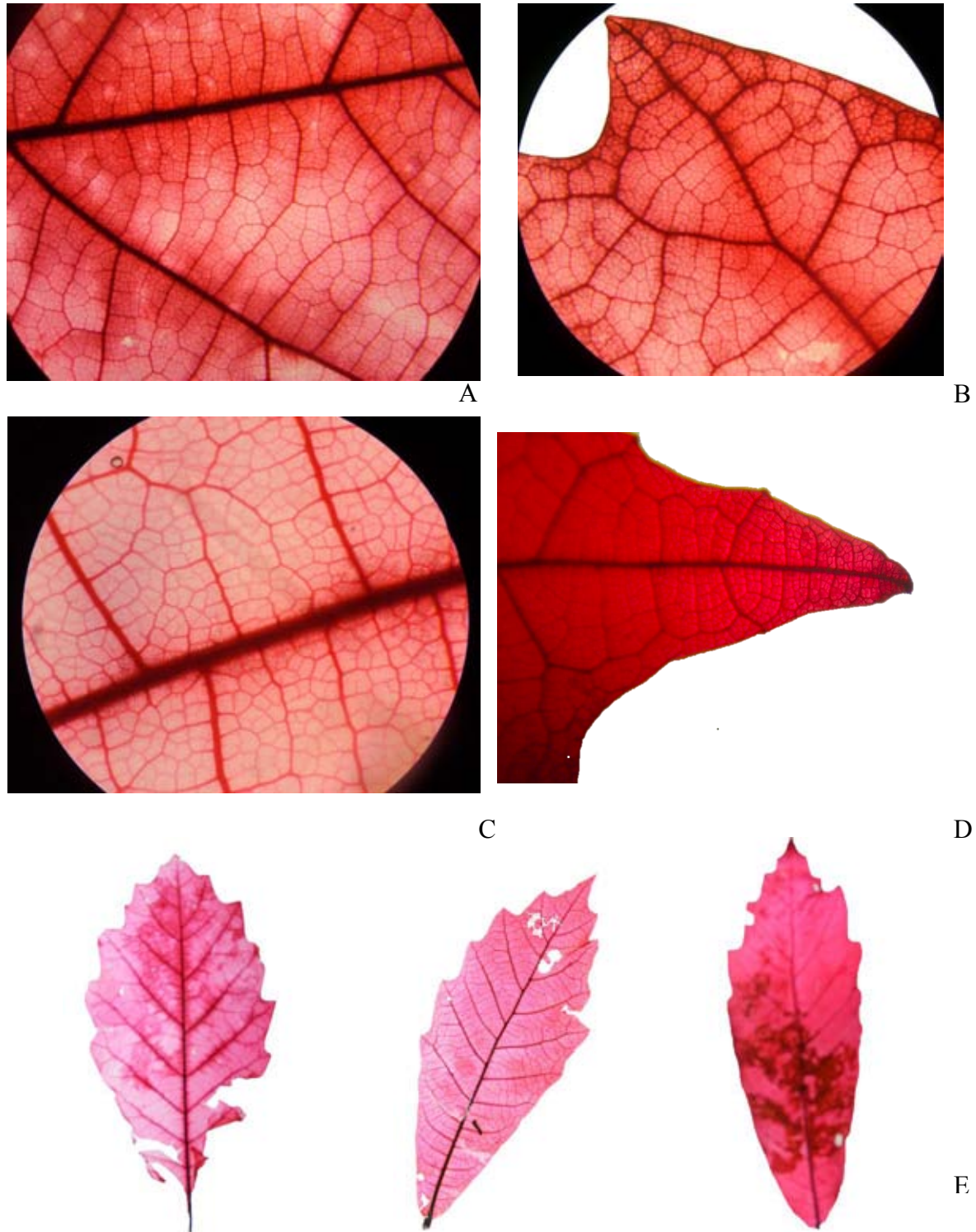


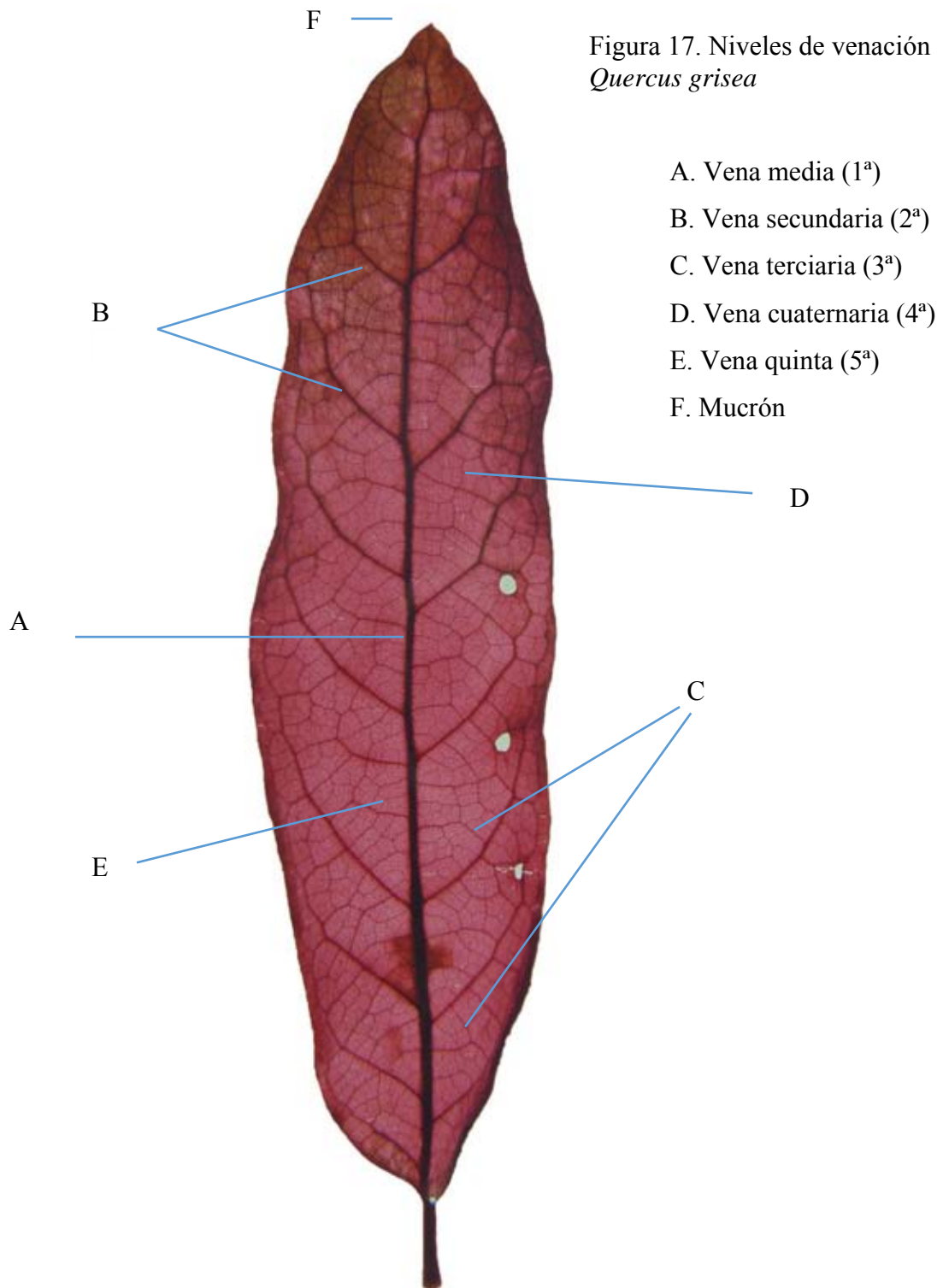
Fig. 16. *Quercus germana*. A. Niveles de venación B. Diente terminado en mucrón C. Areolas y vénulas D. Ápice E. Forma de la hoja



5. *Quercus grisea* Liebm.

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de formas oblongas, elípticas, u ovadas, 1 a 2 cm de ancho, 2 a 4 cm de largo; ápice agudo a obtuso, mucronado; base asimétrica, en algunas hojas presentan simetría, obtuso, a cordada; margen engrosado, ligeramente revoluto, entero o crenado, 1-4 crenas de cada lado, terminadas en mucrón de 0.2 a 0.6 mm; venación pinnada camptodróna - broquidódroma; vena media tamaño moderado a masivo, recorrido derecho no ramificado; venas secundarias ángulo de divergencia agudo-moderado ( $45^{\circ}$ - $65^{\circ}$ ), casi uniforme, a veces superiores mas agudas que las inferiores, gruesas, recorrido derecho ramificado formando ojales, uniéndose a secundarias superadyacentes en ángulo agudo, venas intersecundarias ausentes; venas terciarias con ángulo de origen obtuso a agudo, modelo percurrente alterno, sinuosas; venas de cuarto orden, reticuladas poligonal regular, tamaño moderado de trayectoria ortogonal; venas de quinto orden reticuladas polygonal regular, tamaño moderado y trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada; vénulas ramificadas una vez, aunque hay presencia de algunas vénulas simples; areolas bien desarrolladas, orientadas de forma cuadrangular; haz con indumento de tricomas fasciculados sésiles de 8 ramillas, distribuidos uniformemente; envés con indumento abundante de tricomas fasciculados sésiles de 8 ramillas, epidermis papilosa; pecíolo 2 a 4 mm de largo, 0.7 a 1.3 mm de diámetro (fig. 17); estomas de tipo anomocítico (fig. 30).

*Ejemplares examinados:* **Guanajuato**, Mpio. W.L.Meagher s/n, 11.10.18 (IEB); **Guanajuato**, Mpio. R.Hernández 626 (IEB); **Querétaro**, Mpio. de Colón; 11 km al W de la Esperanza. S.Zamudio R. 8006 (IEB).



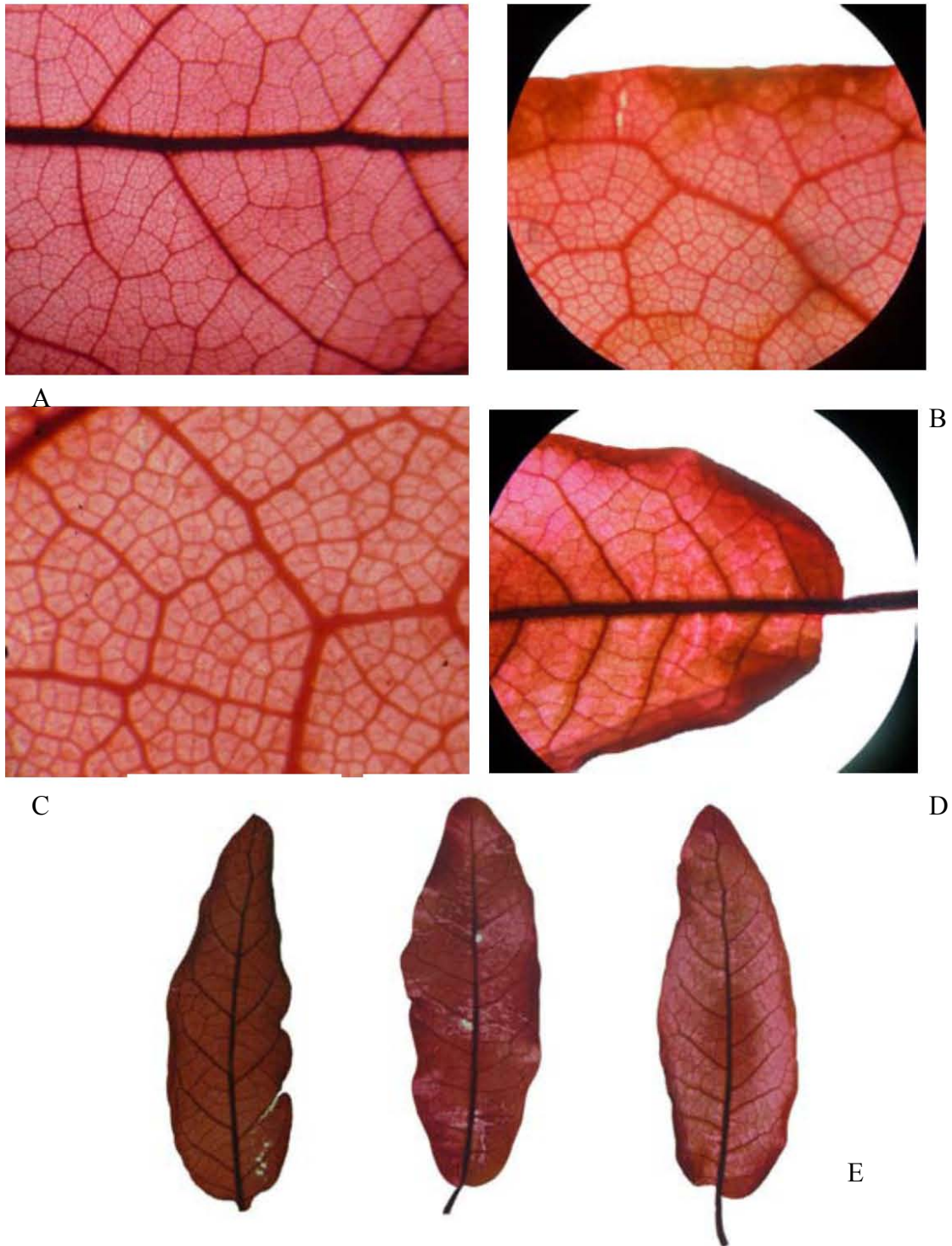


Fig. 17. *Quercus grisea*. A. Niveles de venación B. Venación última marginal C. vénulas y areolas D. base asimétrica E. Forma de la hoja.

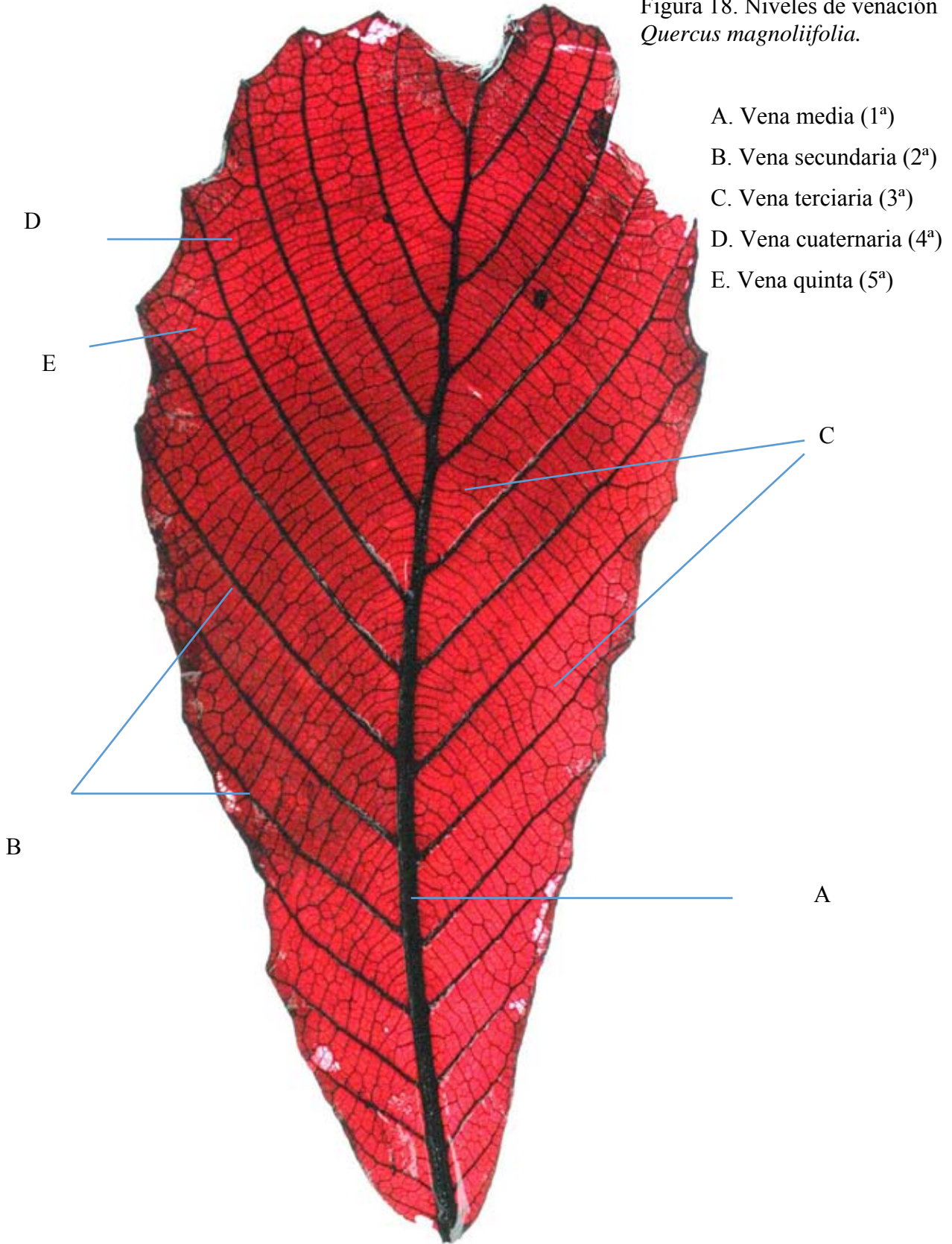
**6. *Quercus magnoliifolia* Née.**

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de formas elípticas anchas, a obovadas, de 12 a 15 cm de largo, 5 a 8 cm de ancho; ápice obtuso o redondeado; base simétrica, en algunas ocasiones es asimétrica, obtusa o aguda; margen engrosado, ligeramente revoluto, crenado con 9 a 14 a crenas de cada lado, terminadas en un mucrón corto de 0.1 a 0.5 mm; venación que presenta es pinnada craspedódroma-simple; vena media de tamaño fuerte a masivo, recorrido derecho no ramificado; venas secundarias ángulo agudo-moderado (45-65°) a agudo ancho (65-80°), ángulo de divergencia superiores más agudas que las inferiores, grosor moderado y de recorrido derecho no ramificado, venas intersecundarias ausentes; venas terciarias con ángulo de origen obtuso-recto a agudo, modelo percurrente alterno, recorrido convexo a derecho, dirigiéndose hacia la vena media en un ángulo obtuso raramente agudo; venación de cuarto orden reticuladas polygonal regular, tamaño moderado, algunas pueden ser gruesas y trayectoria ortogonal; venación de quinto orden reticulada poligonal regular, tamaño fino, trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada; vénulas ramificadas una vez, con presencia de simples; areolas bien desarrolladas, con disposición orientadas, forma cuadrangular algunas veces irregulares y tamaño pequeño; haz, glabrescente, indumento de tricomas fasciculados de 6 ramillas y glandulares en la base de la nervadura primaria; envés con indumento de abundante de tricomas fasciculados sésiles extendidos, de 8 ramillas, distribuidos uniformemente, con algunos tricomas glandulares, epidermis ampulosa y papilosa; pecíolo 3 a 5 mm de largo, 1 a 3 mm de diámetro (fig. 18); estomas de tipo anomocítico (fig. 31).

*Ejemplares examinados:* **Michoacán**, Mpio. Uruapan; Campo experimental "Barranca de Cupatitzio". Madrigal S/N (ENCB); **Guanajuato**, Mpio. Juventino Rosas; 23.5 km al NNW de Juventino Rosas. R.J.D.Galván 3954 (ENCB); **Michoacán**; cerro de Tipitarillo, 12 km. M.Martinez 2798(ENCB).



Figura 18. Niveles de venación *Quercus magnoliifolia*.



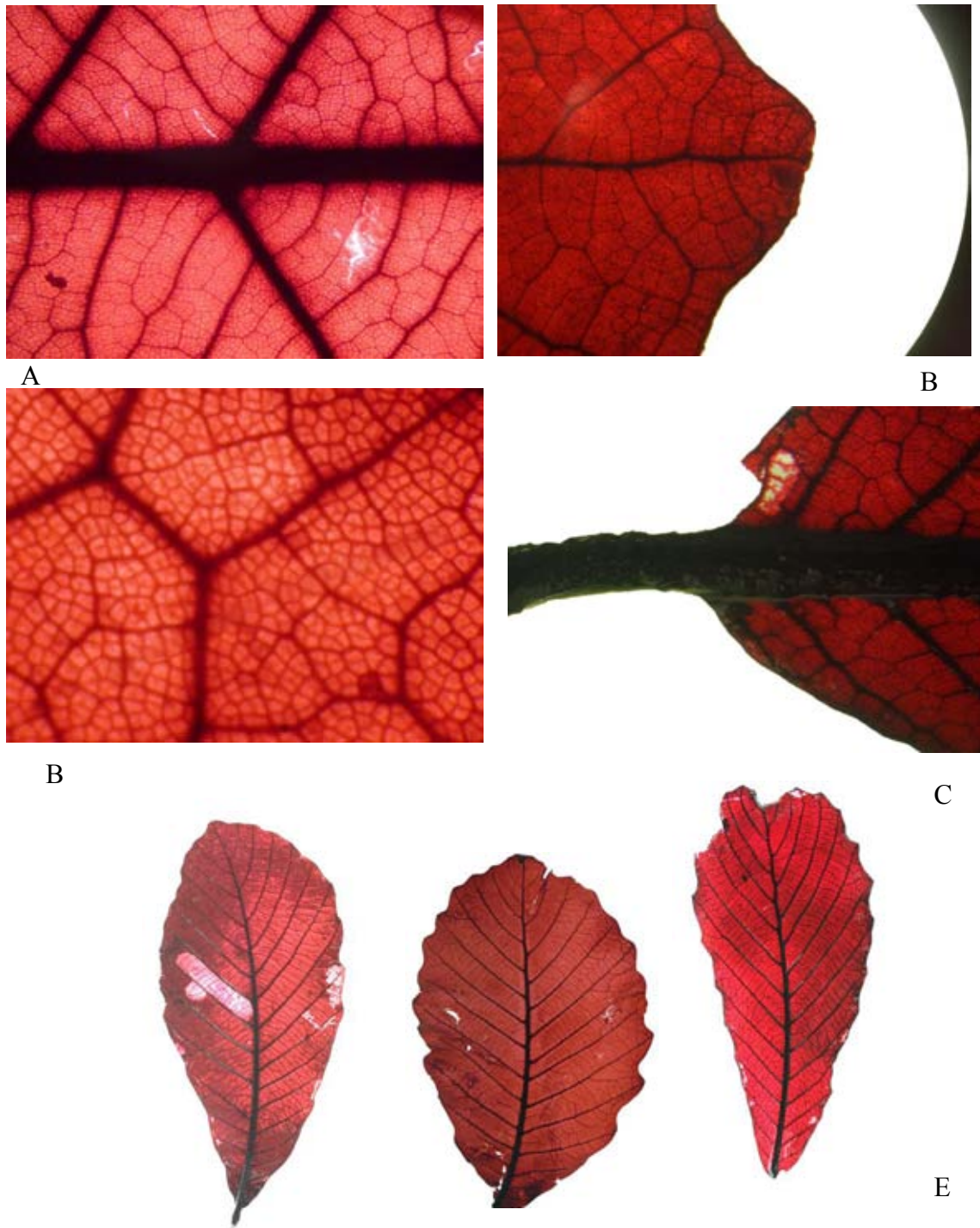


Fig. 18. *Quercus magnoliifolia*. A. Niveles de venación B. Ápice C. vénulas y areolas D. base simétrica E. Forma de la hoja.

7. *Quercus mexicana* Humb. & Bonpl.

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de forma elípticas a ovadas, de 5 a 7 cm de largo, 1 a 3 cm de ancho; ápice agudo o redondeado, aristado de 0.2 a 1.6 mm de largo; base asimétrica a veces simétrica, obtusa o cordada; margen engrosado, ligeramente revoluto, entero a entero-ondulado; venación pinnada camptódroma-broquidódroma; vena media de tamaño fuerte, raras veces débil, recorrido derecho, no ramificado; venas secundarias divergen de la vena media en ángulo agudo-ancho (65-80°), pocas veces agudo-moderado (45-65°), variaciones en el ángulo de divergencia superiores más agudas que las inferiores, grosor moderado, recorrido derecho ramificado formando ojales, uniéndose a secundarias superadyacentes en ángulo agudo, venas intersecundarias presentes, 2- 4 simples y débiles; venas terciarias ángulo de origen agudo-recto, modelo percurrente alterna, recorrido convexo, relación con la vena media oblicuo disminuyendo apicalmente; venas de cuarto orden percurrente alterna, tamaño moderado y trayectoria ortogonal; venas de quinto orden reticulada poligonal regular, tamaño fino en ocasiones moderado y trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada; vénulas simples, areolas bien desarrolladas, orientadas de forma cuadrangular y de tamaño pequeño; haz con algunos tricomas fasciculados de estípite corto, de 5 ramillas, dispersos; envés con abundante indumento de tricomas fasciculados contortos, de 11 ramillas, distribución uniforme, epidermis no ampulosa, papilosa; pecíolo 2.1 a 7.2 mm de largo, 0.6 a 2.0 mm de diámetro (fig. 19); estomas de tipo anomocítico (fig. 32).

*Ejemplares examinados:* **Querétaro**, Mpio. de Landa 3-4 km al NNW de lagunita de San Diego. E.Carranza 2552 (ENCB); **Querétaro**, Mpio. Cadereyta; alrededores de el Doctor. Rzedowski 45066 (ENCB); **Querétaro**, Mpio. Cadereyta; Cima de la Sierra Peña Azul, 3-4 km al oeste de EL Javali. S. Zamudio 3040 (ENCB);

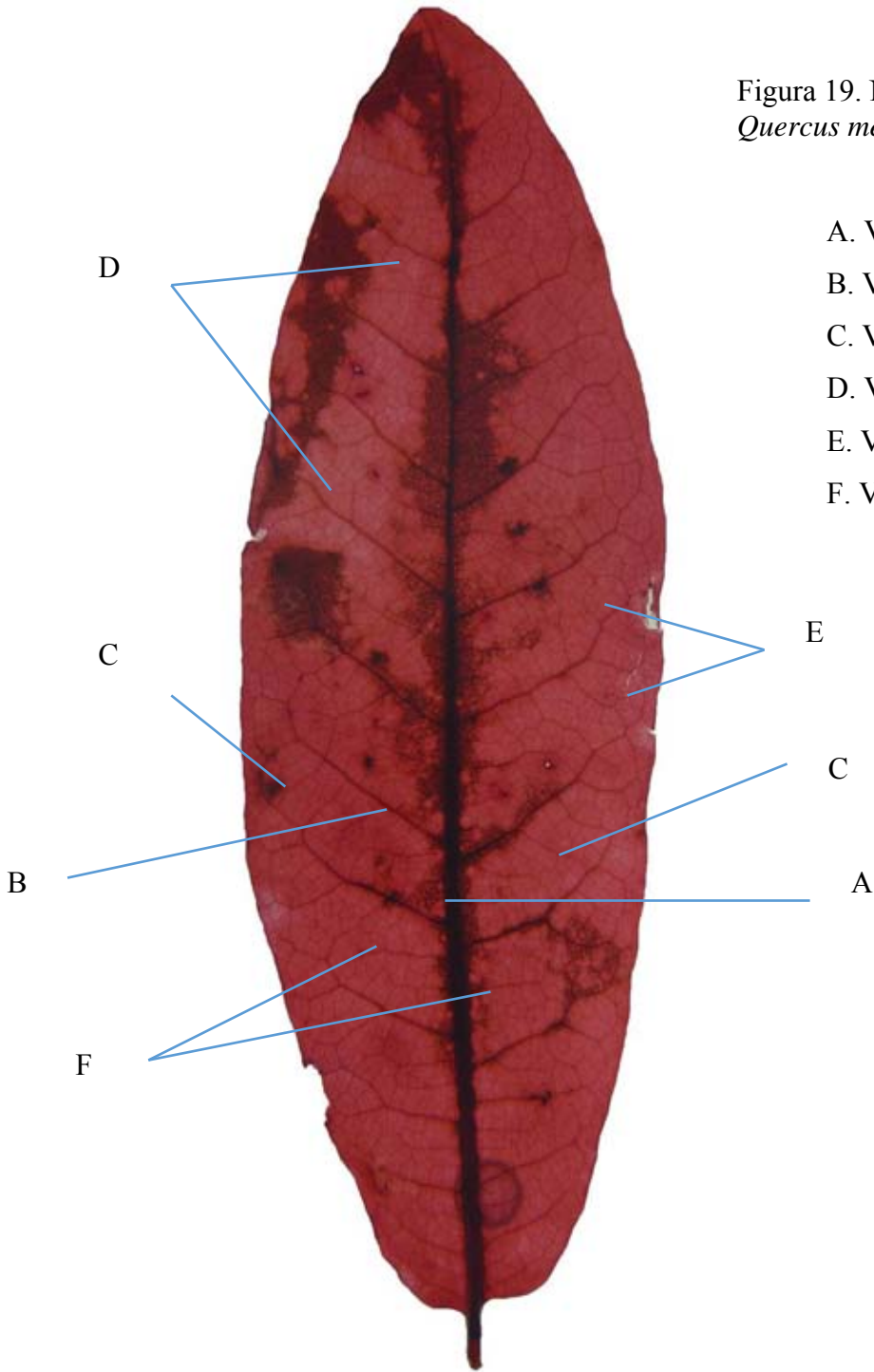


Figura 19. Niveles de venación *Quercus mexicana*.

- A. Vena media (1<sup>a</sup>)
- B. Vena secundaria (2<sup>a</sup>)
- C. Vena terciaria (3<sup>a</sup>)
- D. Vena cuaternaria (4<sup>a</sup>)
- E. Vena quinta (5<sup>a</sup>)
- F. Venas intersecundarias



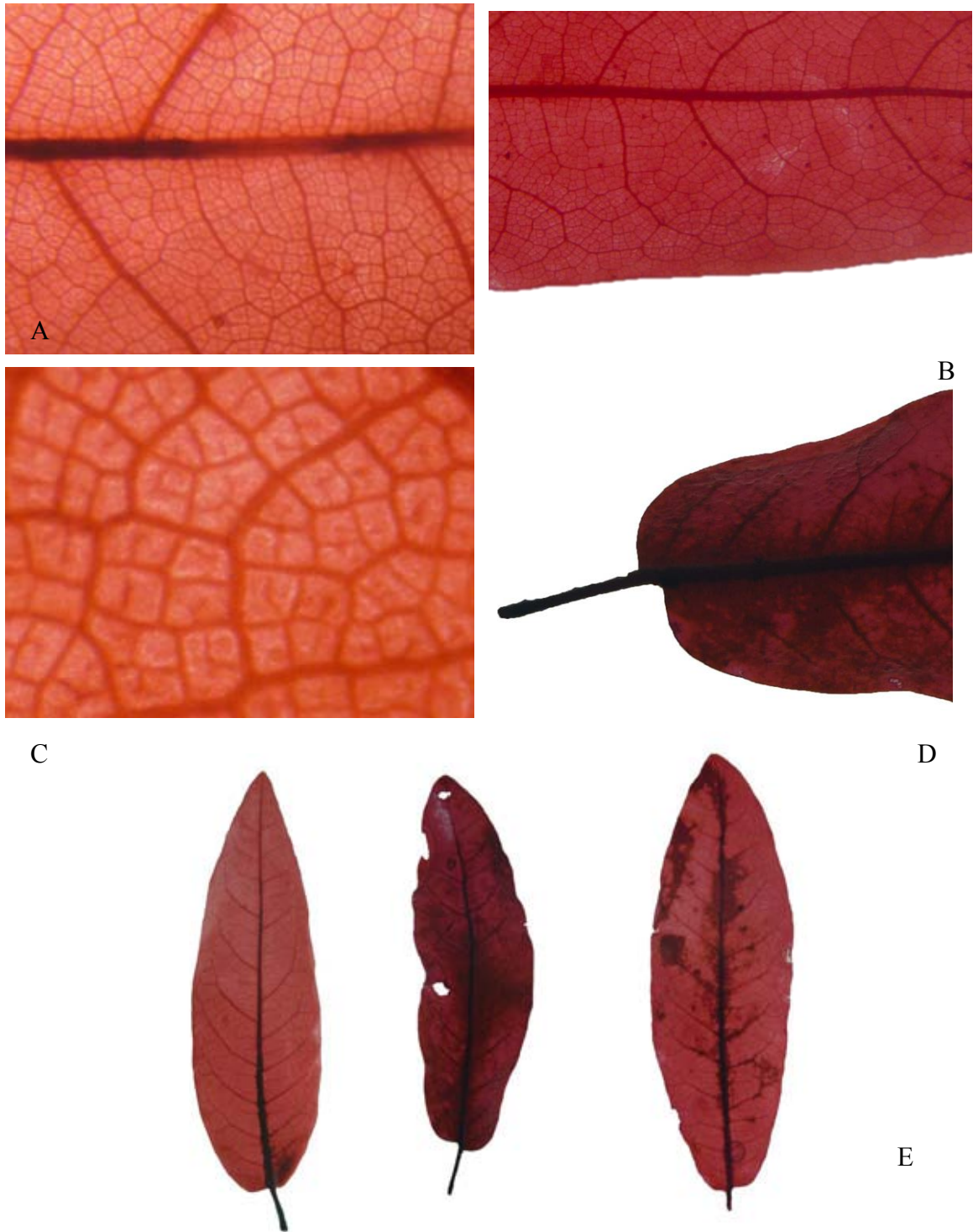


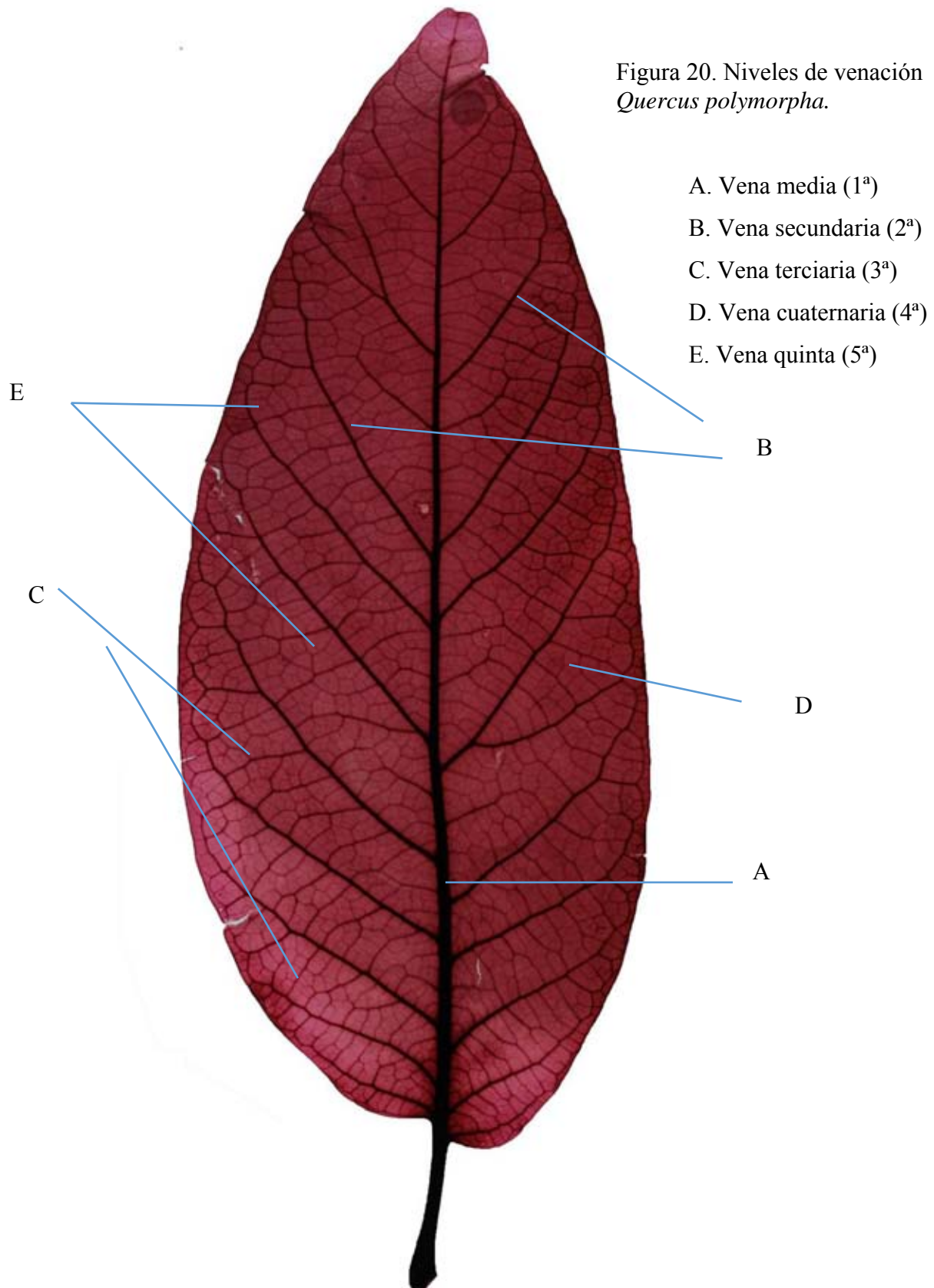
Fig. 19. *Quercus mexicana*. A. Niveles de venación B. Venación última marginal C. vénulas y areolas D. base asimétrica E. Forma de la hoja.

8. *Quercus polymorpha* Cham. & Schltdl.

Hojas maduras coriáceas, láminas enteras simétricas, de formas elípticas a ovadas, de 10 y 12 cm de largo, 3 a 6 cm de ancho; ápice agudo, retuso, mucronado, mucrones cortos 0.1 a 0.2 mm; base simétrica, a veces asimétrica, cordada o redondeada; margen engrosado, ligeramente revoluto, entero; venación pinnada camptódroma-broquidódroma; vena media de tamaño fuerte, recorrido derecho no ramificado; venas secundarias con un ángulo de divergencia agudo-moderado (45°-65°), con variaciones en el ángulo casi uniforme, gruesas, de recorrido derecho ramificado, formando ojales uniéndose a secundarias en ángulo agudo; venas intersecundarias simples, débiles; venas terciarias ángulo de origen obtuso-recto, modelo percurrente alterno, sinuosas a veces derechas; venas de cuarto orden reticulada poligonal regular de tamaño moderado en ocasiones fino, trayectoria ortogonal; venas de quinto orden reticuladas poligonal regular, tamaño moderado a fino, trayectoria ortogonal; venación última marginal ojalada o incompleta; vénulas simples o ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas, orientadas de forma cuadrangular, raras veces irregulares, tamaño pequeño; haz casi glabro, con indumento de tricomas fasciculados en las nervaduras de la vena media, de 6 ramillas; envés con indumento muy escaso de tricomas fasciculados estipitados de 4 a 6 ramillas, algunos glandulares dispersos en la lámina y en las nervaduras, epidermis papilosa; pecíolo 10 a 18 mm de largo, 1.0 a 1.6 mm de diámetro (fig. 20); estomas de tipo anomocítico (fig. 33).

*Ejemplares examinados:* México, **Querétaro**, Mpio. Carranza 2030 (); México, **Querétaro**, Mpio. de Landa; 1.5 km al SW de Río Verdito, H. Rubio 1252 (IEB); México, **Querétaro**, Mpio. de Jalpan; 2 a 3 km al N de El Carrizal de los Durán, El Molcajete, Servín 1343 (IEB).

Figura 20. Niveles de venación  
*Quercus polymorpha*.



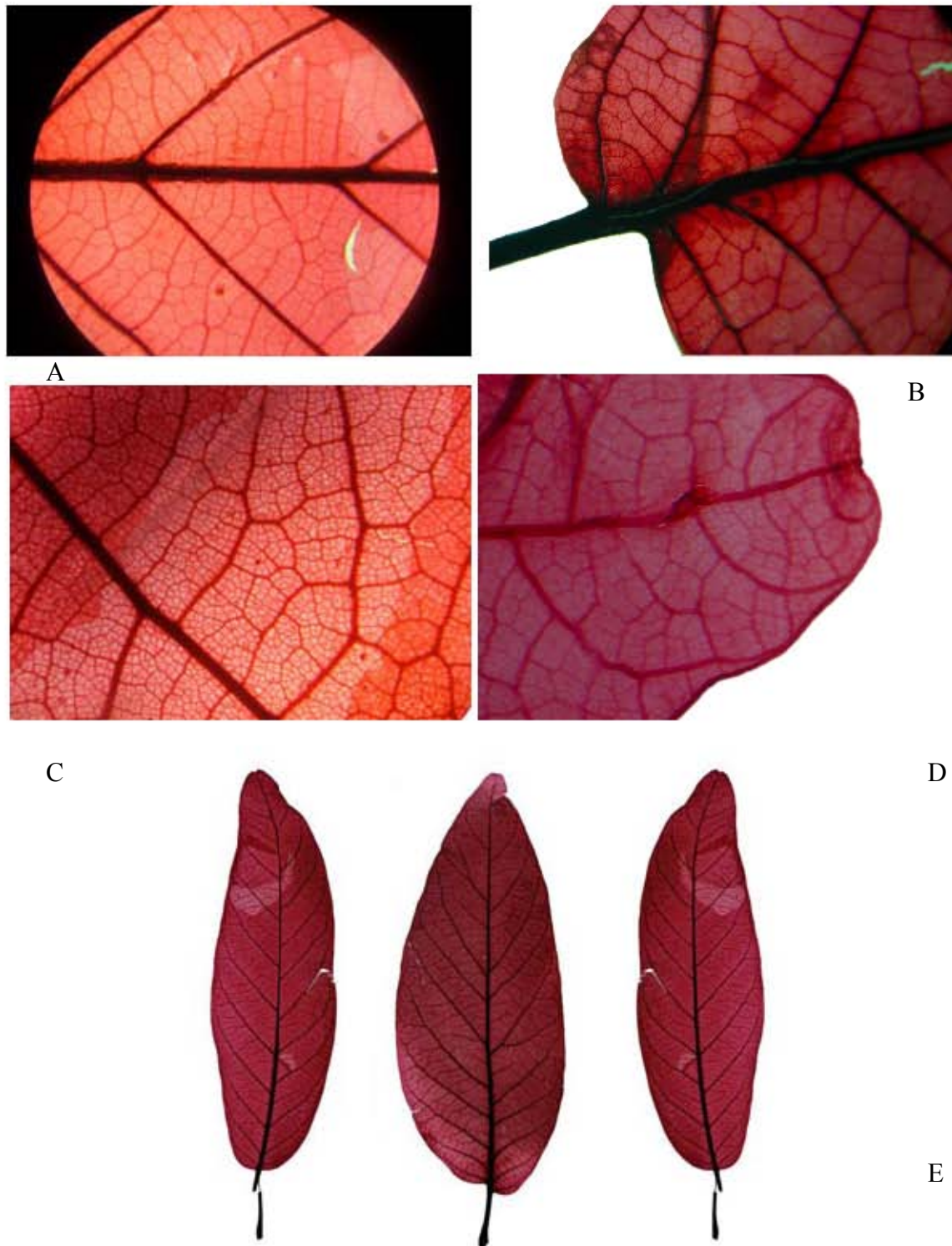


Fig. 20. *Quercus polymorpha*. A. Niveles de venación B. Base asimétrica C. vénulas y areolas D. Ápice terminado en mucrón E. Forma de la hoja.



9. *Quercus resinosa* Liebm.

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de formas ovoides anchas, 14 a 17 cm de largo, 8 a 10 cm de ancho; ápice obtuso, mucronado; base asimétrica, aguda; margen engrosado, ligeramente revoluto, crenado, 7 a 15 crenas en cada lado, terminando en mucrones de 0.1 a 1.2 mm, doblados; venación pinnada craspedódroma-simple; vena media moderada a masiva, de recorrido derecho no ramificado; venas secundarias con ángulo de divergencia agudo-moderado ( $45^{\circ}$ - $65^{\circ}$ ), variación en el ángulo casi uniforme, a veces superiores mas agudas, grosor moderado, recorrido derecho no ramificado, venas intersecundarias ausentes; venas terciarias ángulo de origen obtuso a agudo, modelo percurrente alterna, convexas a sinuosas, relación con la vena media obtusa, disminuyendo apicalmente; venas de cuarto orden modelo reticuladas poligonal regular, de tamaño moderado, algunas veces grueso, y trayectoria ortogonal; venas de orden quinto reticulada poligonal regular, tamaño fino, de trayectoria ortogonal; venación última marginal incompleta; vénulas ramificadas una vez con presencia de simples; areolas bien desarrolladas, con disposición al azar, de forma cuadrangular y de tamaño pequeño; haz con indumento de tricomas fasciculados sésiles cortos, de 5 a 6 ramillas, algunos glandulares; envés con indumento abundante de tricomas fasciculados cortos sésiles, de 10 a 12 ramillas, así como glandulares, epidermis ampulosa y papilosa; pecíolo 3 a 7 mm de largo, 1 a 3 mm de diámetro (fig. 21); estomas de tipo anomocítico (fig. 34).

*Ejemplares examinados:* México, **Jalisco**, Mpio. de Mascota; arroyo del Zacaton, 6 km al SW de el rincón. Aguirre & Torres 695 (IEB); México, **Querétaro**, Mpio. Arroyo seco; 4-5 km al NW de la Florida. E. Carranza 2459 (IEB); México, **Michoacán**, Mpio. Morelia; sur de Jesús del Monte. Medina 2243 (IEB).

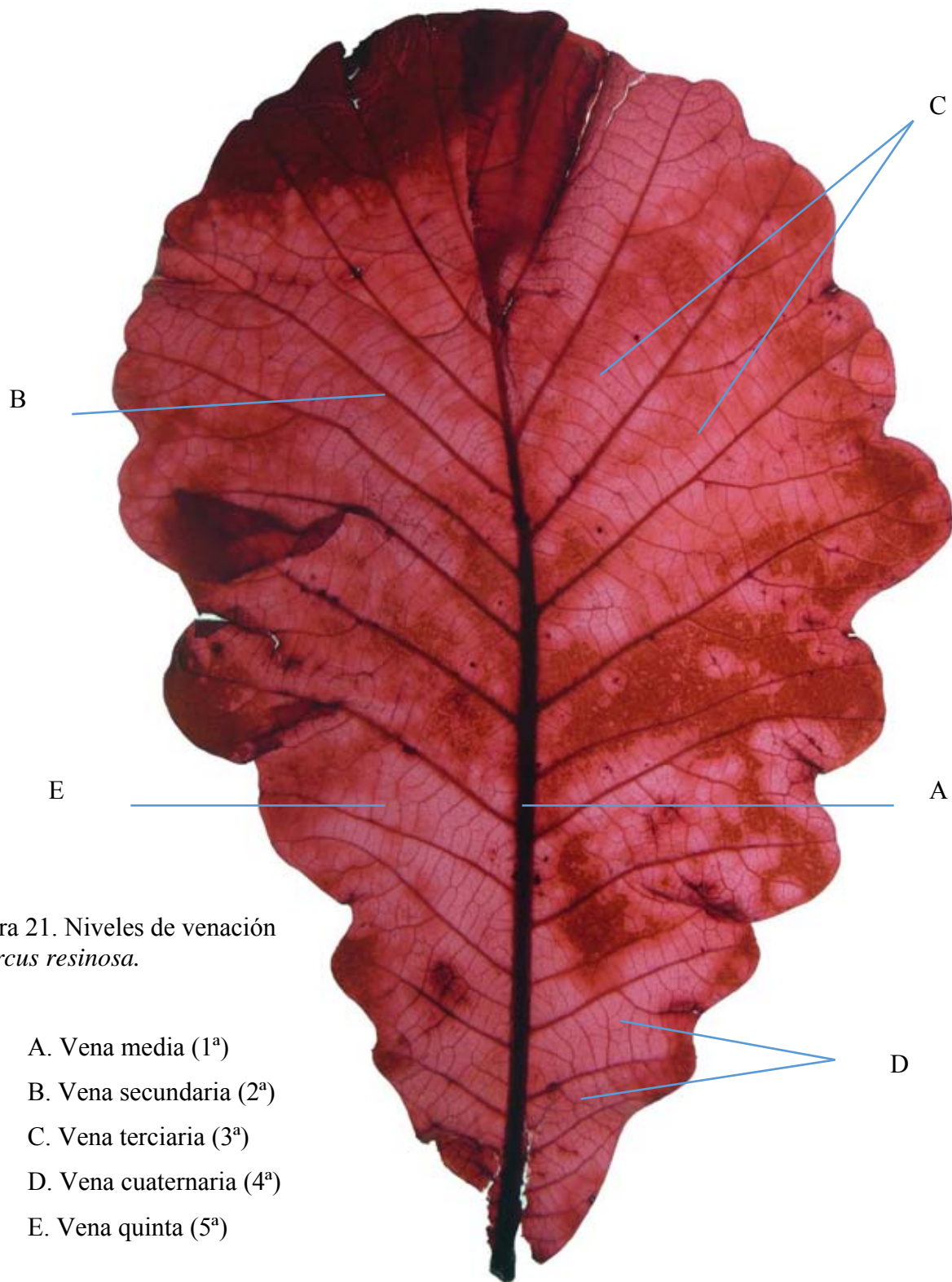
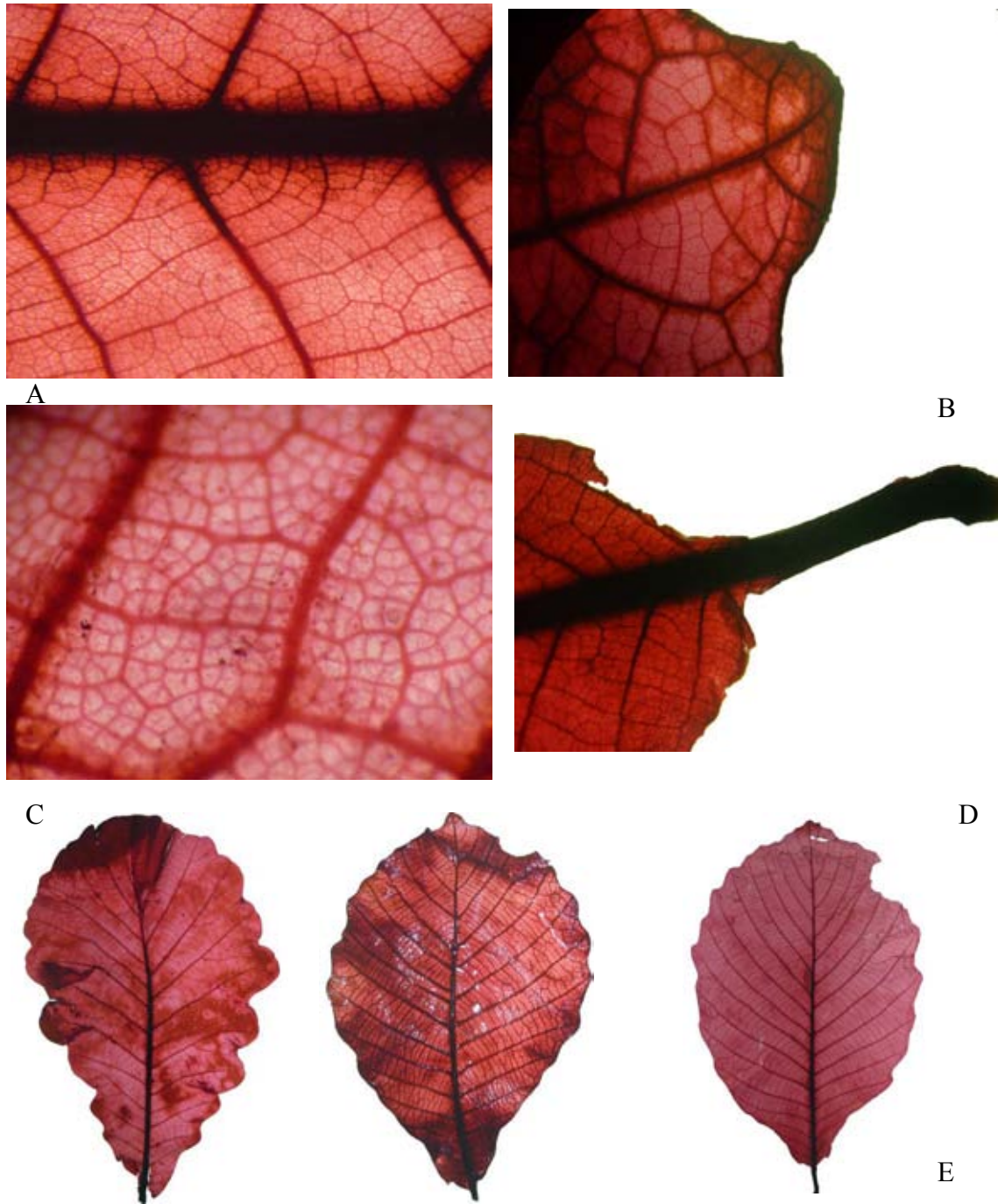


Figura 21. Niveles de venación *Quercus resinosa*.

- A. Vena media (1<sup>a</sup>)
- B. Vena secundaria (2<sup>a</sup>)
- C. Vena terciaria (3<sup>a</sup>)
- D. Vena cuaternaria (4<sup>a</sup>)
- E. Vena quinta (5<sup>a</sup>)



**Fig. 21.** *Quercus resinosa*. **A.** Niveles de venación **B.** Ápice terminado en mucrón **C.** venulas y areolas **D.** Base asimétrica **E.** Forma de la hoja.

**10. *Quercus rysophylla* Weatherby.**

Hojas maduras coriáceas, de láminas enteras simétricas, de formas elípticas, de 12 a 16 cm de largo, 3 a 6 cm de ancho; ápice agudo, aristado, de 0.5 a 1.5 mm de largo; base simétrica algunas veces asimétrica, agudo, o cordada; margen engrosado, revoluto, entero; venación pinnada camptódroma-broquidódroma; vena media tamaño fuerte y recorrido derecho no ramificado; venas secundarias con ángulo de divergencia agudo-moderado (45°-65°), con una variación casi uniforme, gruesas, recorrido curvado abruptamente, uniéndose a secundarias superadyacentes en un ángulo agudo; venas intersecundarias, 2-4 venas, simples-débiles; venas terciarias con ángulo de origen obtuso a agudo, modelo percurrente alterna de recorrido derecho; venas cuartas reticulada regular polygonal, tamaño moderado a grueso, trayectoria ortogonal; venas quintas reticuladas poligonal regular, tamaño moderado, de trayectoria ortogonal; venación última marginal incompleta; vénulas ramificadas una vez, a veces simples; areolas bien desarrolladas, orientadas, cuadrangulares en ocasiones irregulares, tamaño pequeño; haz glabro, tricomas fasciculados estípidados, de 6 a 7 ramillas, en las nervaduras; envés con indumento escaso de tricomas fasciculados extendidos con estípide corto, de 8 ramillas, distribuidos en las axilas y vena media, con algunos tricomas glandulares, dispersos, epidermis papilosa; pecíolo 1 a 4 mm de largo, 1 a 2mm de diámetro (fig. 22); estomas de tipo anomocítico (fig. 35).

*Ejemplares examinados:* México, **Querétaro**, Mpio. de Jalpan; 2-3 km al oriente de San Isidro. B.Servin 219 (IEB); México, **Querétaro**, Mpio. de Landa; 1.5 km al noreoeste de San Onofre. H.Rubio 2448 (IEB); México, **Querétaro, Mpio. de Landa**; Joya de León, camino rto Moctezuma, 10 km. H.Rubio 2462 (IEB).

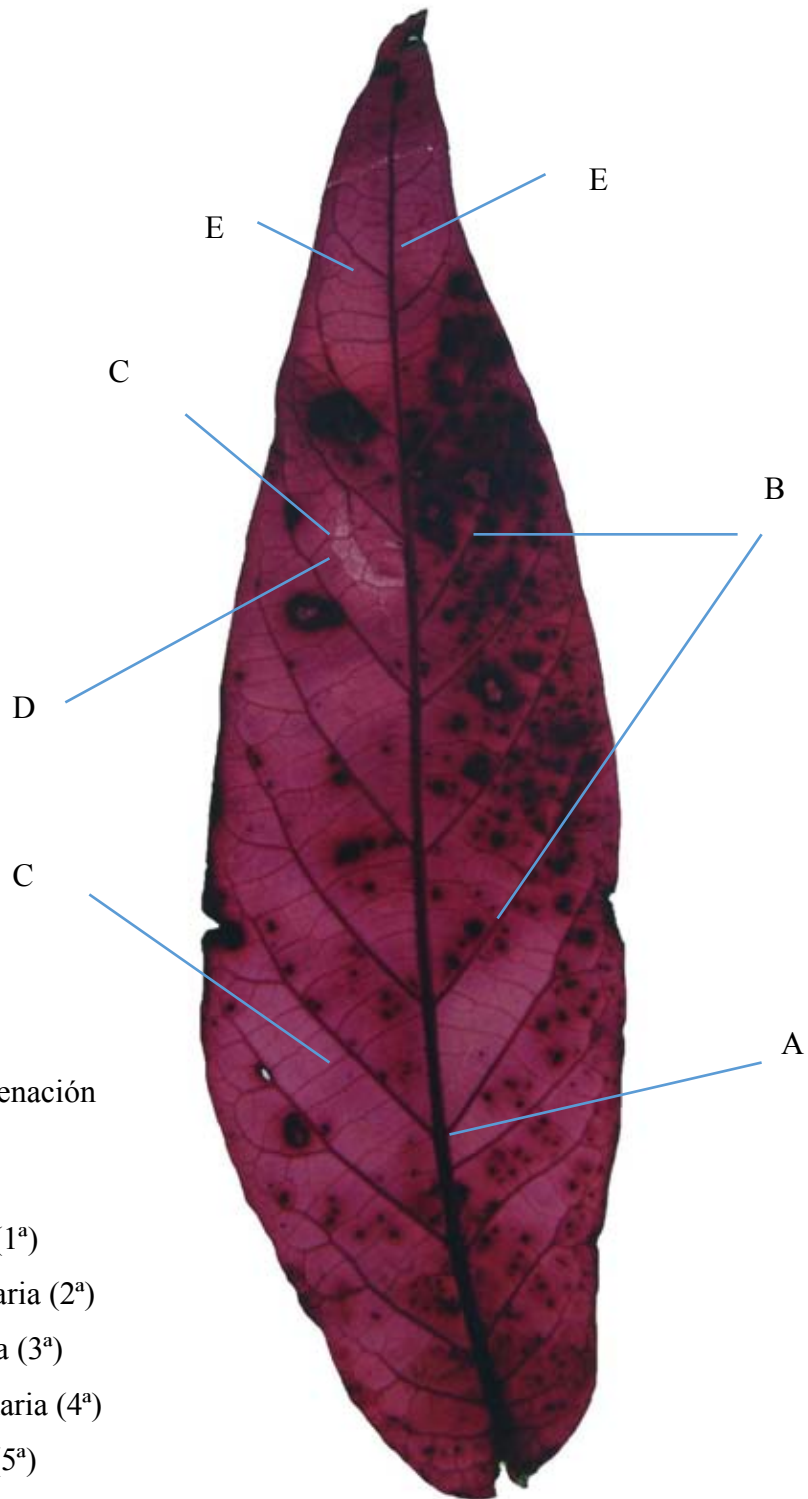


Figura 22. Niveles de venación *Quercus rhysophylla*.

- A. Vena media (1<sup>a</sup>)
- B. Vena secundaria (2<sup>a</sup>)
- C. Vena terciaria (3<sup>a</sup>)
- D. Vena cuaternaria (4<sup>a</sup>)
- E. Vena quinta (5<sup>a</sup>)



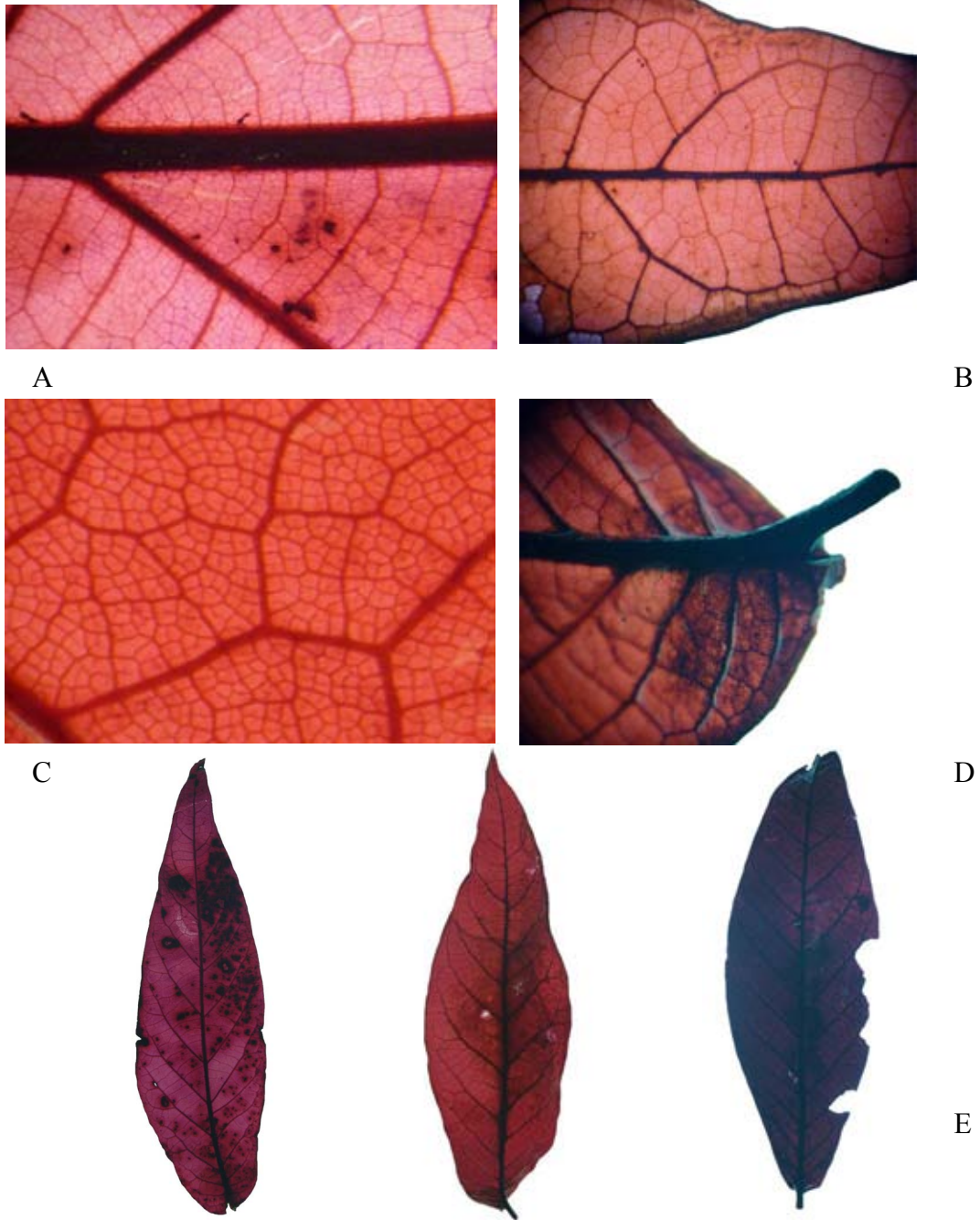


Fig. 22. *Quercus polymorpha*. A. Niveles de venación B. Venación última marginal C. venulas y areolas D. Base simétrica E. Forma de la hoja.

### 7.3. Análisis numérico

Se presentan los dos análisis numéricos realizados, el primero analizó los caracteres cualitativos y el segundo los cuantitativos. Se usaron como OTU's a los ejemplares elegidos de las diez especies.

#### 7.3.1. Análisis de caracteres cualitativos

Se describieron 104 caracteres de arquitectura foliar basados en los ejemplares examinados (Tabla 1), los cuales fueron codificados para realizar el análisis numérico (Tabla 2). Los caracteres codificados conformaron la matriz básica de datos (Tabla 3).

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

Cod OTU's	País / Estado	Colector	Herbario
2108	México, Querétaro	E. Carranza	ENCB
31619	México, Querétaro	V. Rzedowski	ENCB
2593	México, Querétaro	S. Zamudio	ENCB
1207	México, Querétaro	Carranza	ENCB
3946	México, Guanajuato	R&J.D. Galván	ENCB
4394	México, Guanajuato	R& S. Galván	ENCB
6107	México, Michoacán	D. Barriga	IEB
JNL 1091	México, Michoacán	M.A. Bello	ENCB
2243	México, Michoacán	Medina	IEB
42789	México, Querétaro	Rzedowski	IEB
43122	México, Querétaro	Rzedowski	IEB
46401	México, Querétaro	Rzedowski	IEB
626	México, Guanajuato	R.Hernandez	IEB
8006	México, Querétaro	S. Zamudio R.	IEB
11018	México, Guanajuato	W.L.Meagher	IEB
2798	México, Michoacán	M. Martinez	ENCB
S/N	México, Michoacán	Madrigal	ENCB
3954	México, Guanajuato	R& J.D. Galván	ENCB
2552	México, Querétaro	E. Carranza	ENCB
45066	México, Querétaro	Rzedowski	ENCB
3040	México, Querétaro	S. Zamudio	ENCB
2030	México, Querétaro	Carranza	IEB
1252	México, Querétaro	Rubio	IEB
1343	México, Querétaro	Servin	IEB
695	México, Jalisco	Aguirre & Torres	IEB
2459	México, Querétaro	E. Carranza	IEB
1148	México, Michoacán	Medina	IEB
219	México, Querétaro	B. Servin	IEB
2448	México, Querétaro	H. Rubio	IEB
2462	México, Querétaro	H. Rubio	IEB

Tabla 2. Caracteres cualitativos y estados de carácter utilizados en el análisis de los 30 ejemplares.

No.	Caracter	Estado de caracter
1	Lámina simétrica	Presente(1)-Ausente(0)
2	Lámina asimétrica	Presente(1)-Ausente(0)
3	Base simétrica	Presente(1)-Ausente(0)
4	Base asimétrica	Presente(1)-Ausente(0)
5	Forma oblonga - angosta	Presente(1)-Ausente(0)
6	Forma elíptica – elíptica	Presente(1)-Ausente(0)
7	Forma elíptica - angosta	Presente(1)-Ausente(0)
8	Forma elíptica - ancha	Presente(1)-Ausente(0)
9	Forma ovada	Presente(1)-Ausente(0)
10	Forma obovada - angosta	Presente(1)-Ausente(0)
11	Forma obovada - ancha	Presente(1)-Ausente(0)
12	Ápice agudo	Presente(1)-Ausente(0)
13	Ápice acuminado	Presente(1)-Ausente(0)
14	Ápice obtuso	Presente(1)-Ausente(0)
15	Ápice redondeado	Presente(1)-Ausente(0)
16	Ápice retuso	Presente(1)-Ausente(0)
17	Base aguda	Presente(1)-Ausente(0)
18	Base obtusa	Presente(1)-Ausente(0)
19	Base redondeada	Presente(1)-Ausente(0)
20	Base cordada	Presente(1)-Ausente(0)
21	Margen entero	Presente(1)-Ausente(0)
22	Margen dentado	Presente(1)-Ausente(0)
23	Margen serrado	Presente(1)-Ausente(0)
24	Margen crenado	Presente(1)-Ausente(0)
25	Margen no revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
26	Margen revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
27	Margen ligeramente revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
28	Margen marcadamente revoluto	Presente(1)-Ausente(0)
29	Presencia de aristas	Presente(1)-Ausente(0)
30	Presencia de mucrones	Presente(1)-Ausente(0)
31	Posición de mucron apical	Presente(1)-Ausente(0)
32	Posición de mucron en dientes	Presente(1)-Ausente(0)
33	Venación craspedódroma	Presente(1)-Ausente(0)
34	Venación semicraspedódroma	Presente(1)-Ausente(0)
35	Venación craspedódroma mixta	Presente(1)-Ausente(0)
36	Venación camptódroma	Presente(1)-Ausente(0)
37	Venación broquidódroma	Presente(1)-Ausente(0)



Tabla 2: continuación...

38	1ª vena tamaño:	débil	Presente(1)-Ausente(0)
39		moderado	Presente(1)-Ausente(0)
40		fuerte	Presente(1)-Ausente(0)
41		masivo	Presente(1)-Ausente(0)
42	2ª vena	< de divergencia agudo-angosto (<45°)	Presente(1)-Ausente(0)
43		< de divergencia agudo moderado (45°-65°)	Presente(1)-Ausente(0)
44		< de divergencia agudo ancho (65°-85°)	Presente(1)-Ausente(0)
45		con variación en el < de divergencia uniforme	Presente(1)-Ausente(0)
46		con variación en el < de divergencia sup. + agudas	Presente(1)-Ausente(0)
47		con variación en el < de divergencia sup. +obtusas	Presente(1)-Ausente(0)
48	Venas intersecundarias simples		Presente(1)-Ausente(0)
49	Venas intersecundarias compuestas		Presente(1)-Ausente(0)
50	3ª vena	Percurrente alterna	Presente(1)-Ausente(0)
51		Reticulada poligonal regular	Presente(1)-Ausente(0)
52		< 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		< de origen obtuso-recto	Presente(1)-Ausente(0)
56		recorrido convexo	Presente(1)-Ausente(0)
57		recorrido sinuoso	Presente(1)-Ausente(0)
58		recorrido derecho	Presente(1)-Ausente(0)
59	4ª vena	Percurrente alterna	Presente(1)-Ausente(0)
60		Reticulada poligonal regular	Presente(1)-Ausente(0)
61		Mixta	Presente(1)-Ausente(0)
62		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	5ª vena	tamaño fino	Presente(1)-Ausente(0)
68		tamaño moderado	Presente(1)-Ausente(0)
69		tamaño grueso	Presente(1)-Ausente(0)
70		trayectoria ortogonal	Presente(1)-Ausente(0)
71		trayectoria al azar	Presente(1)-Ausente(0)
72	Venación última marginal ojalada		Presente(1)-Ausente(0)
73	Venación última marginal incompleta		Presente(1)-Ausente(0)
74	Venación última marginal fimbriada		Presente(1)-Ausente(0)
75	Venúlas simples		Presente(1)-Ausente(0)
76	Venúlas ramificadas una vez		Presente(1)-Ausente(0)

Continuación de la Tabla no. 2...

77		distribución al azar	Presente(1)-Ausente(0)
78		distribución orientadas	Presente(1)-Ausente(0)
79		forma cuadrangular	Presente(1)-Ausente(0)
80	Areolas con:	forma pentagonal	Presente(1)-Ausente(0)
81		forma irregular	Presente(1)-Ausente(0)
82		tamaño pequeño	Presente(1)-Ausente(0)
83		tamaño mediano	Presente(1)-Ausente(0)
84		Indumento ausente	Presente(1)-Ausente(0)
85		Indumento escaso	Presente(1)-Ausente(0)
86		Indumento abundante	Presente(1)-Ausente(0)
87		tricomas glandulares	Presente(1)-Ausente(0)
88		tricomas no glandulares	Presente(1)-Ausente(0)
89		tricomas fasciculados contornos	Presente(1)-Ausente(0)
90		tricomas fasciculados extendidos	Presente(1)-Ausente(0)
91		tricomas con estípite largo	Presente(1)-Ausente(0)
92	Envés con:	tricomas con estípite corto	Presente(1)-Ausente(0)
93		tricomas sésiles	Presente(1)-Ausente(0)
94		tricomas con distribución uniforme	Presente(1)-Ausente(0)
95		tricomas con distribución en axilas y vena media	Presente(1)-Ausente(0)
96		epidermis ampulosa	Presente(1)-Ausente(0)
97		epidermis no ampulosa	Presente(1)-Ausente(0)
98		epidermis papilosa	Presente(1)-Ausente(0)
99		epidermis no papilosa	Presente(1)-Ausente(0)
100		Glabro	Presente(1)-Ausente(0)
101		Casi glabro	Presente(1)-Ausente(0)
102		tricomas con estípite largo	Presente(1)-Ausente(0)
103	Haz con:	tricomas con estípite corto	Presente(1)-Ausente(0)
104		tricomas sésiles	Presente(1)-Ausente(0)

Tabla 3. Matriz Básica de datos de arquitectura foliar (cualitativos).

<b>“OTU’s son filas, caracteres son columnas”</b>	
<b>Estados de Carácter</b>	
1.	1010000000101000000110000100100010000000111001000100001100010100100101001001011001000101011001010101010100
2.	1010000000100100000101100100100010000000101001000100001100010010101001001001011001000101011001010101010100
3.	1010000100010000000101100100100010000000101010000100001100010010101001001001011001000101011001010101010100
4.	10100000100100000001011000101000101000010001010101000010100100011000110010010110010001101000110100100101
5.	10100001000100000001011000101000101000100010010101000010100100101010010010010110010001101000110100100101
6.	10100100000100000001100000101000101000010011010001000010100100011001010010010110010001101000110100100101
7.	10101000000100000100100010001000000110010001001101000011000100011001010100010110010010100101001101001010
8.	10010000100100000010100010001000000110100010001101000011000100011001010100010110010010100101001101001010
9.	10011000000100000100100010001000000110001001100101000011000100101010010100010110010010100101001101001010
10.	10100001000010000100011010000111110000100010010101001001000100011010010100010100110010010100101011001001
11.	10100100000100001000011010000111110000100010010101000010010100011010010100100110010010100101011001001
12.	10100100000010000100011010000111110000010010100101000010010100101010010100100110010010010100101011001001
13.	10010010000100000001100001000110000110010010100001010000100100101001010100100110010001010100110011000001
14.	10101000000100000100100001000110000110001010100001000010100100011010010100010110010001010100110011000001
15.	10010000100001000100000101000110000110100010010001000010100100101001010100010110010001010100110011000001
16.	101000000010001010000001001001111000000010110100010000100101001010001010100100110010001100100110101000000
17.	10010001000100001000000100100111100000010011010101000011010100011010010100010110010001100100110101000000
18.	10100000010000101000000100100111100000010010010001001001000100101010010100010100110001100100110101000000
19.	10100100000001000100100000101000000110010001010101001000101000101001010100100110010001011000010011000010
20.	10010000100100000001100000101000000110010001001101001001001000100110001100100110010001011000010011000010
21.	100100001001000000011000001010000001110000110101010010010001001010100100100110010001011000010011000010

Continuación tabla 3...

22.	1001000010010000000110000010011000011001001010010101000001010010100101001010011001001010000000001001000
23.	10100000100000010010100000100110000110010010100101000010100101001010001010011001010000000001001000
24.	100101000000000100011000001001100001100100101001010000101001001010010011001001010000000001001000
25.	10010000001001001000000100100111100000001010100001000010010100101010010011010010001100100110101000001
26.	1001000000100100100000010010011110000001001001000100001100010001100011001010011001000110101000001
27.	10100000001001001000000100100111100000100010100001001001010100101010010011010010001100100110101000001
28.	100101000001000000011000010010000001100100101001010100000101001010010100110010010100101001011010000
29.	101001000001000010001000010010000001100100101001010000100101000110010100100101100100101001011010000
30.	10010100000100000001100001001000000110010010100001000010010100101001010010011100110010100101001011010000

**7.3.2. Análisis de caracteres cuantitativos**

La matriz (Tabla 4) elaborada comprendió los promedios de los caracteres de tres ejemplares de cada especie (Tabla 5).

Tabla 4. Caracteres cuantitativos y estados de carácter utilizados en el análisis.

1	Largo de la hoja (mm)		Promedio
2	Ancho de la hoja (mm)		Promedio
3	Largo del pecíolo (mm)		Promedio
4	Diámetro del pecíolo (mm)		Promedio
5	No. de dientes		Promedio
6	Tamaño de aristas (mm)		Promedio
7	Tamaño de mucrones (mm)		Promedio
8	Envés	No. de ramas de tricomas	Promedio
9	Haz	No. de ramas de tricomas	Promedio

Tabla 5. Matriz de datos cuantitativos. Las OTU' s son filas y los caracteres son columnas.

	<b>Largo de la hoja (mm)</b>	<b>Ancho de la hoja (mm)</b>	<b>Largo del pecíolo (mm)</b>	<b>Diámetro del pecíolo (mm)</b>	<b>Tamaño de arista (mm)</b>	<b>Tamaño de mucron (mm)</b>	<b>No. de dientes</b>	<b>Envés, no. de ramillas de tricomas</b>	<b>Haz. No. de ramillas de tricomas</b>
<b>1.</b>	106.22	66.59	8.71	2.71	1.10	0	5	12	8
<b>2.</b>	68.44	43.41	6.51	1.95	0.61	0	5	12	8
<b>3.</b>	103.61	62.72	9.99	1.82	1.01	0	9	12	8
<b>4.</b>	41.31	16.76	4.16	1.09	0.67	0	7	11	8
<b>5.</b>	44.57	23.17	3.96	1.21	0.41	0	5	11	8
<b>6.</b>	38.1	18.85	4.38	0.82	1.02	0	5	11	8
<b>7.</b>	75.42	20.01	2.54	1.12	0.26	0	0	8	8
<b>8.</b>	91.56	22.08	3.55	0.84	0.86	0	0	8	8
<b>9.</b>	61.18	17.86	4.30	0.90	0.22	0	0	8	8
<b>10.</b>	105.38	53.0	3.11	1.47	0	0.26	11	8	6
<b>11.</b>	104.62	53.95	4.37	1.07	0	0.28	11	8	6
<b>12.</b>	119.23	38.53	2.32	1.71	0	0.30	11	8	6
<b>13.</b>	35.01	14.11	3.43	1.09	0	0.4	0	8	8
<b>14.</b>	33.40	11.45	2.01	0.83	0	0.51	0	8	8
<b>15.</b>	34.89	12.03	2.04	0.84	0	0.57	0	8	8
<b>16.</b>	151.29	69.97	4.18	2.13	0	0.43	0	8	6
<b>17.</b>	140.18	78.88	3.42	2.29	0	0.19	0	8	6
<b>18.</b>	127.86	53.55	5.12	1.83	0	0.31	0	8	6
<b>19.</b>	53.32	16.00	7.28	1.46	0.95	0	0	11	5

Tabla 5. continuación...

<b>20.</b>	65.37	25.24	4.79	1.28	0.97	0	0	11	5
<b>21.</b>	68.94	23.43	3.82	0.89	1.01	0	0	11	5
<b>22.</b>	104.14	50.33	12.74	1.43	0	0.2	0	4	6
<b>23.</b>	101.35	48.37	15.16	1.49	0	0.1	0	6	6
<b>24.</b>	112.84	37.13	1.90	1.74	0	0.2	0	6	6
<b>25.</b>	170.1	100.69	4.99	2.28	0	0.30	0	10	5
<b>26.</b>	171.11	98.16	3.58	2.66	0	1.31	0	8	6
<b>27.</b>	145.18	88.48	6.98	1.64	0	0.77	0	12	6
<b>28.</b>	122.84	37.13	1.90	1.74	1.03	0	0	8	6
<b>29.</b>	148.50	45.52	3.32	1.66	1.09	0	0	8	7
<b>30.</b>	165.45	54.42	2.47	1.75	1.09	0	0	8	6

### **7.3.3. Análisis numérico de caracteres cualitativos**

En este análisis se observa la formación de seis grupos. Tres de los grupos están formados por 15 OTU's, pertenecientes a la sección *Quercus* (encinos blancos). Los tres grupos restantes estuvieron formados por 15 OTU's pertenecientes a la sección *Lobatae* (encinos rojos) (Fig. 23). En ambas secciones se presentaron caracteres similares, entre los caracteres que los diferencian, son el 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, la presencia de mucrones y el tipo de venación.

Dentro del grupo de la sección *Quercus* se distinguen tres subgrupos, uno (A) formado por los ejemplares de *Q. resinosa*, y *Q. magnoliifolia* (OTU's 26, 27, 25, 18, 17, 16), el segundo (B) formado solo por los ejemplares de *Q. germana* (OTU's 12,10,11) y el tercero (D) formado por ejemplares de *Q. polymorpha* y *Q. grisea* (OTU's 23, 24, 22,14, 15, 13).

En el subgrupo A, el primer núcleo (grupo) estuvo formado por los ejemplares *QRES-Medina1148 QRES-A&T695* y *QRES-Carranza2459* (26, 27, 25) pertenecientes a la especie *Q. resinosa* con un valor de similitud de 0.045. Un segundo núcleo estuvo formado por los ejemplares *QMAG-Martínez2798 QMAG-RJD3954* (18, 17) pertenecientes a la especie *Q. magnoliifolia*, con un valor de similitud de 0.135. Estos primeros núcleos se unieron entre si con un valor de similitud de 0.224. Los caracteres que contribuyeron a la separación del subgrupo fueron la forma de la hoja, el margen crenado, la venación craspedódroma simple que termina con mucrones.

En el subgrupo B, el tercer núcleo estuvo formado por los ejemplares *QGER-Rzedowski43122* y *QGER-Rzedowsk46401* (12, 11) de la especie *Q. germana*, con un valor de similitud de 0.078, los principales caracteres que contribuyeron a la separación fueron el margen dentado serrado, con mucrones, la venación craspedódroma - semicraspedódroma.

En el subgrupo D, el quinto núcleo del subgrupo estuvo formado por los ejemplares *QPOL-Carranza2030 QPOL-Servín1343* (24, 22) de la especie *Q. polymorpha*, que tienen un



valor de similitud de 0.124. Se formó un sexto núcleo con los ejemplares de *QGRI-Zamudio8006 QGRI-Meagher111018* (15, 13) que pertenecen a la especie *Q. grisea*, con un valor de similitud de 0.127. Estos dos núcleos se asociaron entre sí con un valor de similitud de 0.285. En este caso, los caracteres que contribuyeron a la separación de grupos fueron el margen entero con mucrón en el ápice y la venación camptódroma – broquidódroma.

Los subgrupos A y B se asociaron entre sí con un valor de similitud de 0.350; en la formación de estos grupos contribuyeron la presencia de mucrones, 2° vena con ángulo de divergencia agudo- moderado (45- 65°), la venación tercera percurrente alterna, 4° vena reticulada polygonal reticulada, envés con tricomas fasciculados sésiles extendidos y la epidermis papilosa.

Al grupo formado por la sección *Quercus* se unen tres grupos restantes formados por ejemplares de la sección *Lobatae*: el primero (C) formado por los ejemplares de *Q. mexicana*, el segundo (E) formado por ejemplares *Q. rhysohylla* (OTU's 29, 30, 28) y *Q. gentryi* (9, 8, 7, 16) y el tercer grupo (F) formado por los ejemplares de *Q. eduardi* (OTU's 12,10,11) con la asociación de los ejemplares de *Q. crassifolia* (OTU's 3, 2, 1).

En el subgrupo C de la sección *Quercus*, el cuarto núcleo se formó con los ejemplares *QMEX-Rzedowsk45066* y *QMEX-Carranza2552* (20, 21), pertenecientes a *Q. mexicana*, con un valor de similitud 0.125. Los caracteres que contribuyeron a la formación de este grupo separandolo de la sección *Lobatae* (encinos rojos) a la cual pertenece fueron la venación del 3° orden con ángulo de origen agudo-recto, la venación de 4° orden de modelo percurrente alterno, la venación última marginal ojalada, las venúlas simples y los tricomas fasciculados contortos del envés. Un aspecto interesante de *Q. mexicana* es que comparte características con la sección *Quercus*, concretamente con las especies *Q. polymorpha* (23, 24, 22) y *Q. grisea* (15, 14, 13); también se asocia con ejemplares de *Q. rhysohylla* (29, 30, 28) y *Q. gentryi* (9, 8, 7) pertenecientes a la sección *Lobatae*, con un valor de similitud de 0.375. Los principales caracteres que contribuyeron a la agrupación de estos ejemplares fueron el margen entero, entero ondulado, base asimétrica, venas intersecundarias, la venación última marginal ojalada y la venación camptódroma – broquidódroma.

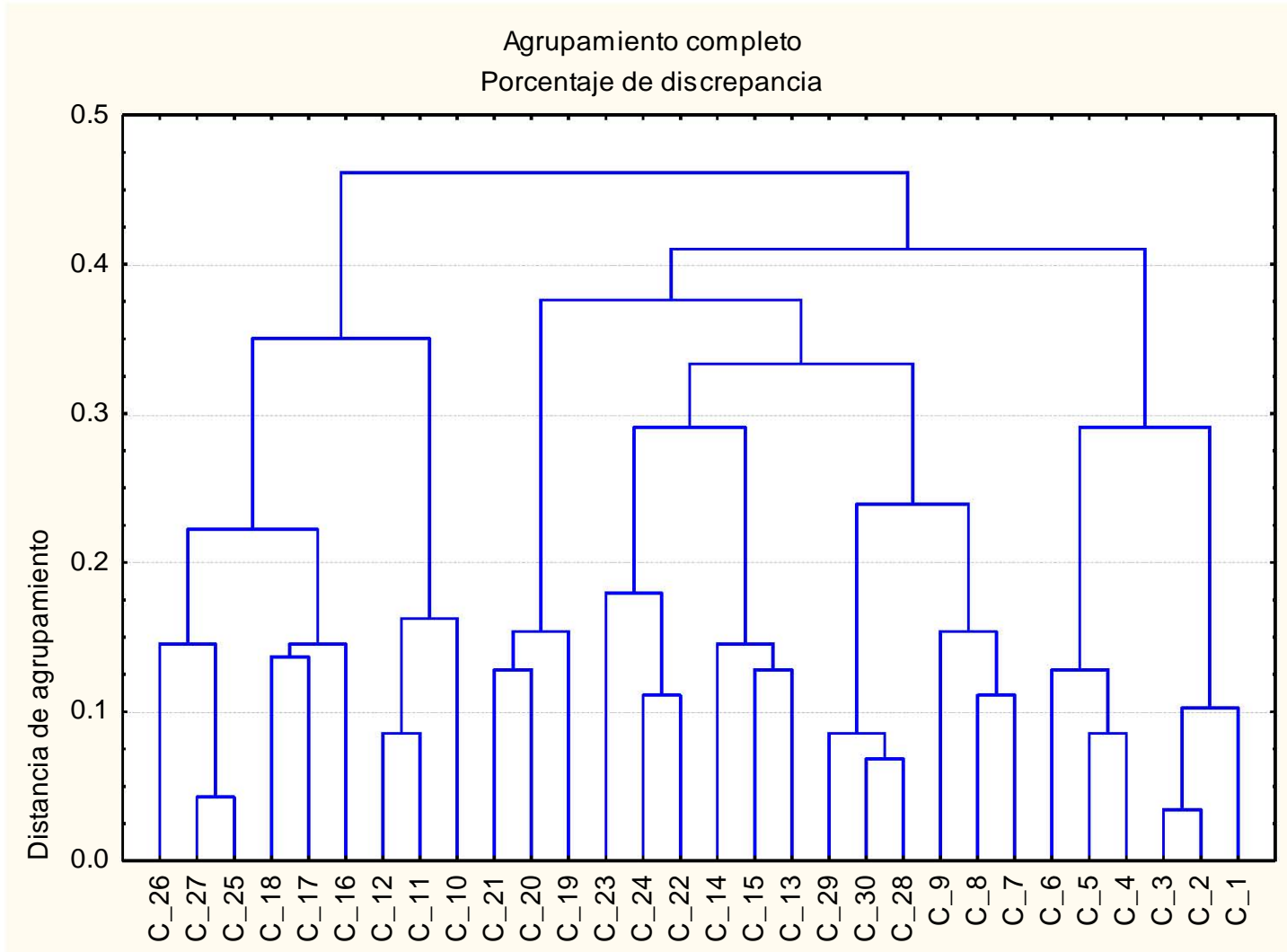
Así mismo, el subgrupo C formado por ejemplares de *Q. mexicana* se asocia con el último subgrupo F formado por los ejemplares de *Q. eduardi* y *Q. crassifolia* con un valor de similitud de 0.415 y los caracteres que contribuyen a la separación de estos grupos son las aristas.

El subgrupo E formado por ejemplares (29, 30, 28) de la especie *Q. rhysophylla*, y el núcleo octavo formado por ejemplares (9, 8, 7) de la especie *Q. gentryi*, presentaron un valor de similitud de 0.245; los caracteres que ayudaron a la separación fueron margen entero y ápice aristado.

El último subgrupo F que se formó con los ejemplares (6, 5, 4) de la especie *Q. eduardi* y ejemplares (3, 2, 1) de la especie *Q. crassifolia* tuvieron un valor de similitud de 0.300, los principales caracteres que contribuyeron a la separación fueron base simétrica y cordada, margen dentado – serrado con aristas, la venación del 3° orden con ángulo de origen obtuso – recto, venación última marginal incompleta, envés con indumento abundante y haz con tricomas fasciculados de estípites largos.

De acuerdo a lo anterior se observa que los caracteres para separar los grupos pertenecientes a la sección *Quercus* son de tipo macromorfológicos, mientras que los caracteres utilizados para separar la sección *Lobatae* incluyeron mayor cantidad de caracteres micromorfológicos.

Figura 23. Dendograma obtenido en el análisis de conglomerados utilizando variables de atributo (cualitativos).



#### **7.3.4. Análisis numérico de caracteres cuantitativos**

Los resultados de este análisis mostraron la separación de tres grupos (Fig. 24). El primer grupo (A) está formado por 11 OTU's. El segundo grupo (B) está formado por 6 OTU's y el tercer grupo (C) está formado por 13 OTU's. Sin embargo, los individuos de las 10 especies se asociaron indistintamente en más de 6 subgrupos, mismos que se asocian o se unen formando dos grupos, uno pertenece a la sección *Quercus* y el otro es de la sección *Lobatae* con un valor de similitud 0.0675.

El grupo A está comprendido por los ejemplares *QRHY-Servín279 QRHY-2448 QRHY-2462* (28, 29, 30), pertenecientes al género *Q. rhysophylla*, ubicado en el primer núcleo, unido con *QPOL-Carranza2030* (24), perteneciente a la especie *Q. polymorpha*, y el ejemplar *QGER-Rzedowski43122* (12), perteneciente a la especie *Q. germana*, ambas especies son de la sección *Quercus* con un valor de similitud de 0.0045, el segundo núcleo está formado por ejemplares *QMEX-Rzedowski45066 QMEX-Carranza2552* (21, 20) pertenecientes a la especie *Q. mexicana* con un valor de similitud de 0.0015 y el tercer núcleo está formado por ejemplares *QGEN-Barriga1091 QGEN-MBello6107* (7, 8) de la especie *Q. gentryi* con un valor de similitud de 0.0011. Estos tres núcleos se asocian con un valor de similitud de 0.0225.

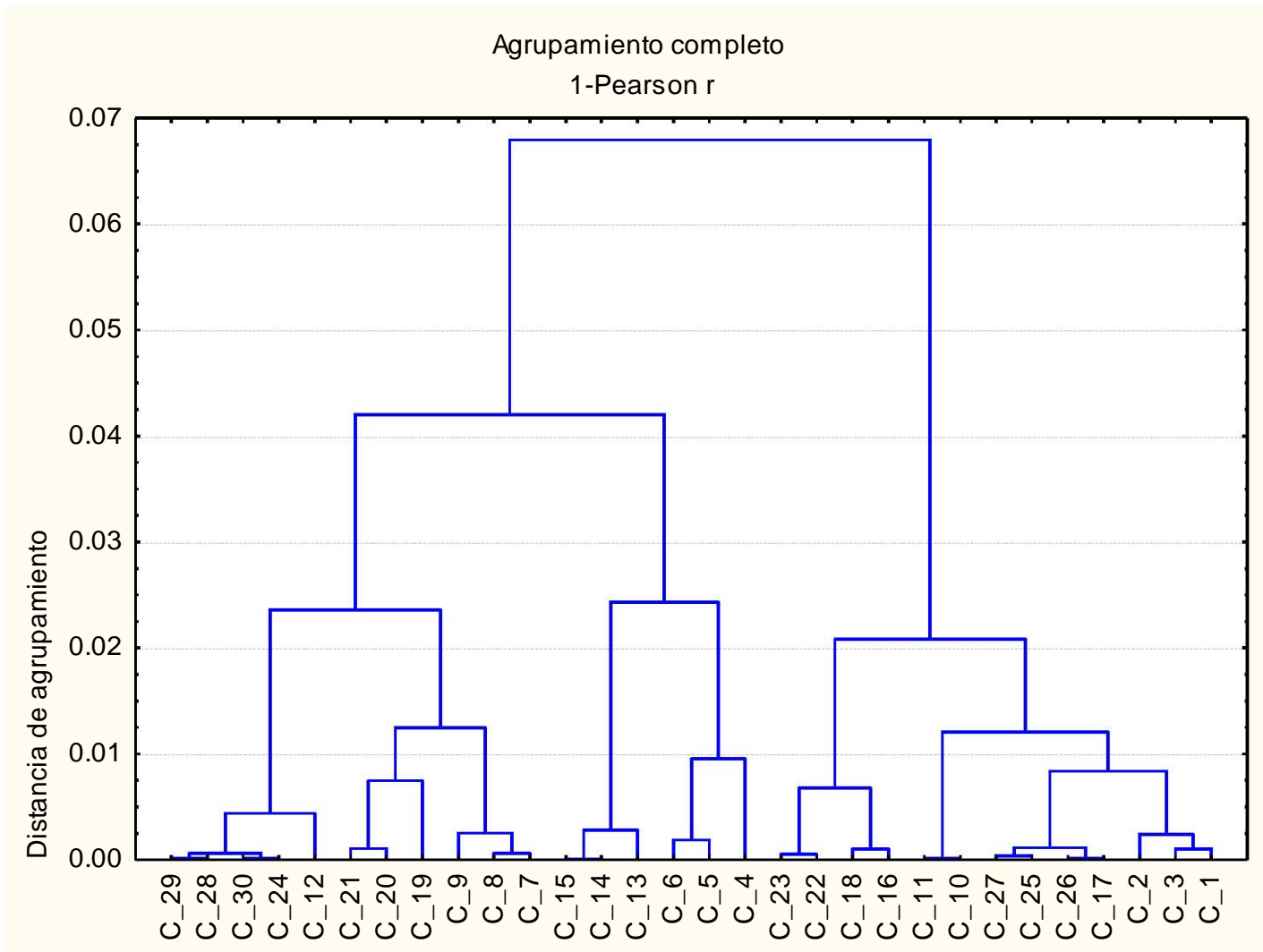
El subgrupo B comprende dos núcleos, el primero formado por los ejemplares (15, 14, 13) pertenecientes a la especie *Q. grisea* con un valor de similitud de 0.0025, el segundo núcleo está conformado por tres ejemplares (6, 5, 4) pertenecientes a *Q. eduardi* con un valor de similitud de 0.0026, estos núcleos se unieron entre sí con un valor de similitud de 0.0227. Cabe destacar que este grupo B está asociado al grupo A, con un valor de similitud de 0.0425 que contribuye a la separación de grupos.

El subgrupo C está conformado por cuatro núcleos, el primer núcleo lo comprenden los ejemplares (23, 22) de la especie *Q. polymorpha* y los ejemplares de la especie *Q. magnoliifolia* (18,16), con un valor de similitud de 0.0075. El segundo núcleo está formado por especies de *Q. germana* (11, 10), asociados con el tercer núcleo con ejemplares (27, 25, 26) de la especie *Q. resinosa*, en este núcleo está incluido un ejemplar (17) de la especie *Q. magnoliifolia* con un

valor de similitud de 0.0015. A este último se une otro núcleo compuesto por ejemplares (1, 2, 3) de *Q. crassifolia*. El valor de similitud de estos núcleos es de 0.0076.

Los caracteres cuantitativos que contribuyeron a la separación de los grupos y subgrupos (especies) fueron el tamaño de las hojas (largo y ancho), el largo del pecíolo, tamaño de las aristas, número de dientes y cantidad de ramas de los tricomas.

Figura 23. Diagrama del análisis de caracteres cuantitativos utilizando medidas de similitud con 1-Pearson r.



### 7.3.5. Análisis de componentes principales.

El análisis de componentes principales indica que la mayoría de los 30 ejemplares quedaron agrupados por especie, denotando que se forman dos grupos, el primero perteneciente a la sección *Lobatae* y el segundo a la sección *Quercus*.

Los ejemplares pertenecientes a la sección *Lobatae* (encinos rojos) quedaron agrupados claramente; así los ejemplares de la especie *Q. gentryi* (2243, 1091, 6107) se muestran cercanos a los de de *Q. eduardi* (3946, 1207, 4394) y éstos a los de *Q. mexicana* (45066, 2552, 3040), los que a su vez se aproximan a los ejemplares (2448, 279, 2462) de la especie *Q. rhysophylla*; los ejemplares de *Q. crassifolia* se observan cercanos a *Q. mexicana*. Los caracteres que contribuyeron al agrupamiento fueron los tamaños de las hojas y aristas.

Los ejemplares pertenecientes a la sección *Quercus* quedaron agrupados de manera clara. Los ejemplares de *Q. germana* (46401, 43122, 42784), *Q. polymorpha* (2030, 1343, 1252), *Q. magnoliifolia* (2798, S/N, 3954), *Q. resinosa* (695, 2459) se agrupan cercanamente; sólo un ejemplar de *Q. resinosa* (1148) se observa alejado de los otros. Aunque *Q. grisea* pertenece a la misma sección se observa ajelada de su grupo, probablemente debido al tamaño de sus hojas muy similares a las de *Q. gentryi* de la sección *Lobatae* (fig. 25).

Los primeros cuatro componentes principales explican el 80.2 % de la variación. Los caracteres que mayormente contribuyen a explicar la variación son los relacionados con el largo y ancho de la hoja, el tamaño de las aristas, el número de ramas de tricomas, el número de dientes y el largo del pecíolo (Tabla 6).

Figura 25. Proyección bidimensional del análisis de componentes principales

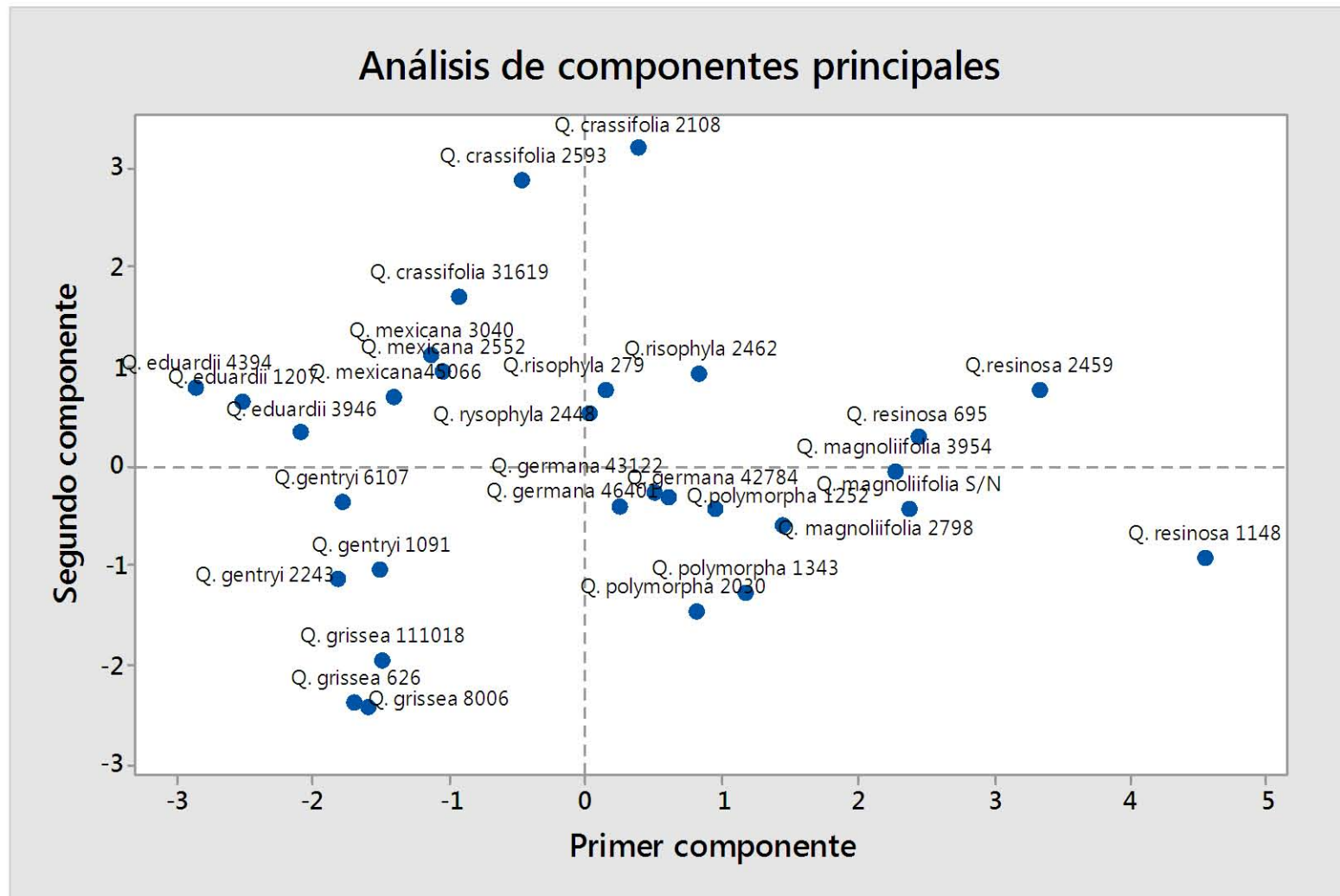




Tabla 6. Variación explicada por cuatro componentes principales y caracteres con el valor más alto en el análisis por ejemplar.

<b>Componente principal</b>	<b>EigenValor</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>	<b>variables</b>
1	3.29	36.6 %	Largo y ancho de hoja
2	1.77	56.3%	Tamaño de aristas y envés con no. de tricomas
3	1.15	69.1%	No. dientes y haz con no. de ramas de tricoma
4	.9996	80.2%	Largo del pecíolo

Tabla 7. Arquitectura foliar de 10 especies de encinos (*Quercus*, FAGACEAE) del Bajío Mexicano

	ARQUITECTURA FOLIAR									
	FORMA DE LA HOJA	ÁPICE	BASE	SIMETRÍA DE LA BASE	MARGEN	BORDE DEL MARGEN	DIENTES	ARISTAS	MUCRONES	VENACIÓN
<i>Q. crassifolia</i>	elíptica a obovada	agudo, acuminado u obtuso	cordada	simétrica	dentado - serrado	revoluto	3 - 9	dientes y ápice	ausentes	craspedódroma simple
<i>Q. eduardi</i>	elípticas a ovadas	agudo	cordada	simétrica	dentado - serrado	ligeramente revoluto	3 - 4	dientes y ápice	ausentes	craspedódroma mixta
<i>Q. gentryi</i>	oblonga a ovada	agudo	obtusa o redondeado	a veces asimétrica	entero	no revoluto	ausentes	ápice	ausentes	camptódroma broquidódroma
<i>Q. germana</i>	elíptica a obovada	agudo o acuminado	obtusa a aguda	simétrica	dentado - serrado	no revoluto	5 - 6	ausentes	presenta cortos	craspedódroma semicraspedódroma
<i>Q. grisea</i>	oblongas, elípticas u ovadas	agudo a obtuso	obtuso a cordada	asimétrica	entero o crenado	ligeramente revoluto	ausentes	ausentes	ápice y crenas	camptódroma broquidódroma
<i>Q. magnoliifolia</i>	elípticas a obovadas	obtuso o redondeado	obtuso o aguda	a veces asimétrica	crenado	ligeramente revoluto	ausentes	ausentes	ápice y crenas	craspedódroma simple
<i>Q. mexicana</i>	elíptica a ovadas	agudo o redondeado	obtusa o cordada	asimétrica	entero a entero-ondulado	ligeramente revoluto	ausentes	ápice	ausentes	camptódroma broquidódroma
<i>Q. polymorpha</i>	elípticas a ovadas	agudo o retuso	cordada o redondeada	a veces asimétrica	entero	ligeramente revoluto	ausentes	ausentes	en el ápice cortos	camptódroma broquidódroma
<i>Q. resinosa</i>	obovadas	obtuso	aguda	asimétrica	crenado	ligeramente revoluto	ausentes	ausentes	ápice y crenas	craspedódroma simple
<i>Q. rhysophylla</i>	elípticas	agudo	agudo o cordada	a veces asimétrica	entero	revoluto	ausentes	ápice	ausentes	camptódroma broquidódroma

Continuación Tabla 7...

	ARQUITECTURA FOLIAR									
	VENA PRIMARIA	VENA SECUNDARIA	VENA SECUNDARIA ÁNGULO DE DIVERGENCIA	VENAS INTERSECUNDARIAS	VENA Terciaria ÁNGULO DE ORIGEN	VENA Terciaria MODELO	VENA CUATERNARIA MODELO	VENA CUATERNARIA TAMAÑO	VENA QUINTO ORDEN	VENA QUINTO ORDEN TAMAÑO
<i>Q. crassifolia</i>	masivo	agudo–angosto (< 45°)	sup más agudas que las inferiores	ausentes	obtuso - recto	percurrente alterna	reticulada polygonal regular	fino o moderado	reticulada polygonal regular	fino a moderado
<i>Q. eduardi</i>	fuerte a moderado	agudo-ancho (65-80°)	sup más agudas que las inferiores	2 – 4 simples y débiles	obtuso - recto	percurrente alterna	reticulada polygonal regular	grueso o moderado	reticulada polygonal regular	fino a grueso
<i>Q. gentryi</i>	fuerte a masivo	agudo-ancho (65-80°)	sup más obtusas que las inferiores	3 – 5 simples y débiles	obtuso - recto	percurrente alterna	reticulada polygonal regular	moderado	reticulada polygonal regular	fino
<i>Q. germana</i>	moderado a fuerte	agudo – moderado (45 - 65°)	sup más agudas que las inferiores	2 – 4 simples y débiles	obtuso a agudo - recto	percurrente alterno	reticulada polygonal regular	grueso	reticulada polygonal regular	fino
<i>Q. grisea</i>	moderado	agudo – moderado (45 - 65°)	sup más agudas que las inferiores	ausentes	obtuso a agudo	percurrente alterno	reticulada polygonal regular	moderado	reticulada polygonal regular	moderado
<i>Q. magnoliifolia</i>	fuerte	agudo – moderado (45 - 65°)	sup más agudas que las inferiores	ausentes	obtuso-recto a agudo	percurrente alterno	reticulada polygonal regular	moderado	reticulada polygonal regular	fino
<i>Q. mexicana</i>	fuerte	agudo-ancho (65-80°)	sup más agudas que las inferiores	2 – 4 simples y débiles	agudo – recto	percurrente alterna	reticulada polygonal regular	moderado	reticulada polygonal regular	fino
<i>Q. polymorpha</i>	fuerte	agudo – moderado (45 - 65°)	casi uniforme	2 – 4 simples y débiles	obtuso - recto	percurrente alterno	reticulada polygonal regular	moderado	reticulada polygonal regular	moderado o fino
<i>Q. resinosa</i>	moderada	agudo – moderado (45 - 65°)	casi uniforme	ausentes	obtuso a agudo	percurrente alterna	reticulada polygonal regular	moderado	reticulada polygonal regular	fino
<i>Q. rhysophylla</i>	fuerte	agudo – moderado (45 - 65°)	casi uniforme	2 – 4 simples y débiles	obtuso a agudo	percurrente alterno	reticulada polygonal regular	moderado	reticulada polygonal regular	moderado

Continuación Tabla 7...

	ARQUITECTURA FOLIAR								
	VENACIÓN ÚLTIMA MARGINAL	VÉNULAS	AREOLAS DISPOSICIÓN	AREOLAS FORMA	TRICOMAS EN EL HAZ	TRICOMAS EN EL ENVÉS	EPIDERMIS	ESTOMAS	ÍNDICE ESTÓMATICO
<i>Q. crassifolia</i>	incompleta	simples a ramificadas	orientadas	cuadradas	fasciculados	fasciculados extendidos con estípite largo	ampulosa y papilosa	anomocítico	33
<i>Q. eduardi</i>	incompleta	ramificadas una vez	orientadas	cuadradas	fasciculados sésiles contortos	fasciculados sésiles contortos	poco ampulosa y lisa	ciclocítico	30
<i>Q. gentryi</i>	ojalada	ramificadas una vez	orientadas	cuadradas	fasciculados de estípite corto	fasciculados de estípite corto	ampulosa y papilosa	anomocítico	62
<i>Q. germana</i>	ojalada	simples rara vez ramificadas	orientadas	irregular	fasciculados sésiles con presencia de glandulares	fasciculados sésiles	no ampulosa y papilosa	anomocítico	56
<i>Q. grisea</i>	ojalada	ramificadas una vez	orientadas	cuadrangular	fasciculados sésiles	fasciculados sésiles	papilosa	anomocítico	76
<i>Q. magnoliifolia</i>	ojalada	ramificadas una vez	orientadas	cuadrangular a veces irregulares	fasciculados con presencia de glandulares	fasciculados sésiles extendidos	ampulosa y papilosa	anomocítico	82
<i>Q. mexicana</i>	ojalada	simples	orientadas	cuadrangular	fasciculados de estípite corto	fasciculados contortos	no ampulosa y papilosa	ciclocítico	28
<i>Q. polymorpha</i>	ojalada a veces incompleta	simples a ramificadas una vez	orientadas	cuadrangular a veces irregulares	fasciculados	fasciculados estipitados	papilosa	anomocítico	62
<i>Q. resinosa</i>	incompleta	ramificadas una vez	al azar	cuadrangular	fasciculados cortos y sésiles	fasciculados cortos y sésiles	ampulosa y papilosa	anomocítico	82
<i>Q. rhysophylla</i>	incompleta	ramificadas una vez	orientadas	cuadrangular en ocasiones irregulares,	fasciculados estipitados	fasciculados con estípite corto	papilosa	anomocítico	63

#### 7.4. Estudio de estomas.

Se encontraron dos tipos de estomas: anomocítico, el cual se observó en ocho especies y el ciclocítico se vió en dos especies.

De las ocho especies con estomas anomocíticos, cinco especies: *Q. germana*, *Q. grisea*, *Q. magnoliifolia*, *Q. polymorpha* y *Q. resinosa* pertenecen a la sección *Quercus*, y tres especies: *Q. crassifolia*, *Q. gentryi*, *Q. rhysophylla* a la sección *Lobatae* (figs. 26 -35).

El segundo tipo de estomas que se encontró fue el ciclocítico, presente en las especies *Q. crassifolia* y *Q. mexicana* de la sección *Lobatae*.

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 50 a 95 en las especies de la sección *Quercus*, mientras que para la sección *Lobatae* osciló entre 20 y 70, ésto debido a que presentan estomas de mayor tamaño (Tabla 8).

Tabla 8: Tipo de estomas e Índice Estomático. Observaciones realizadas a 100 X

Especie	Herbario	Tipo de estoma	No. de estomas	No. de células epidérmicas	Índice Estomático (IE)
<i>Q. crassifolia</i>					
Carranza 2108	ENCB	Anomocítico	20	37	35
Rzedowski 31619	ENCB	Anomocítico	23	42	35
Zamudio 2593	ENCB	Anomocítico	21	49	30
<i>Q. eduardi</i>					
Carranza 1207	ENCB	Ciclocítico	21	49	30
R & J Galvan 3946	IEB	Ciclocítico	10	37	21
R & S Galvan 4394	ENCB	Ciclocítico	14	31	31
<i>Q. gentryi</i>					
D. Barriga 6107	IEB	Anomocítico	18	10	64
M.A. Bello 1091	ENCB	Anomocítico	20	10	66
Medina 2243	IEB	Anomocítico	19	14	57
<i>Q. germana</i>					
Rzedowski 42784	IEB	Anomocítico	19	15	56
Rzedowski 43122	IEB	Anomocítico	20	18	53
Rzedowski 46401	IEB	Anomocítico	20	14	59
<i>Q. grisea</i>					
R. Hernandez 626	IEB	Anomocítico	20	10	67
S. Zamudio R. 8006	IEB	Anomocítico	26	9	74
W.L.Meagher 11018	IEB	Anomocítico	17	12	89
<i>Q. magnoliifolia</i>					
M. Martinez 2798	ENCB	Anomocítico	18	5	78
Madrigal S/N	ENCB	Anomocítico	25	3	89
R.J.D. Galván 3954	ENCB	Anomocítico	15	4	79
<i>Q. mexicana</i>					
E.Carranza 2552	ENCB	Ciclocítico	18	28	39
Rzedowski 45066	ENCB	Ciclocítico	15	47	24
S. Zamudio 3040	ENCB	Ciclocítico	13	44	23
<i>Q. polymorpha</i>					
Carranza 2030	IEB	Anomocítico	20	10	67
Rubio 1252	IEB	Anomocítico	25	16	61
Servin 1343	IEB	Anomocítico	21	15	58
<i>Q. resinosa</i>					
Aguirre & Torres 695	IEB	Anomocítico	22	8	73
E. Carranza 2459	IEB	Anomocítico	16	4	80
Medina 1148	IEB	Anomocítico	18	11	95
<i>Q. rysophylla</i>					
B.Servin 219	IEB	Anomocítico	25	9	74
H.Rubio 2448	IEB	Anomocítico	26	17	60
H.Rubio 2462	IEB	Anomocítico	20	15	57

**Estomas de las 10 especies de *Quercus*. Observaciones realizadas a 100 X.**

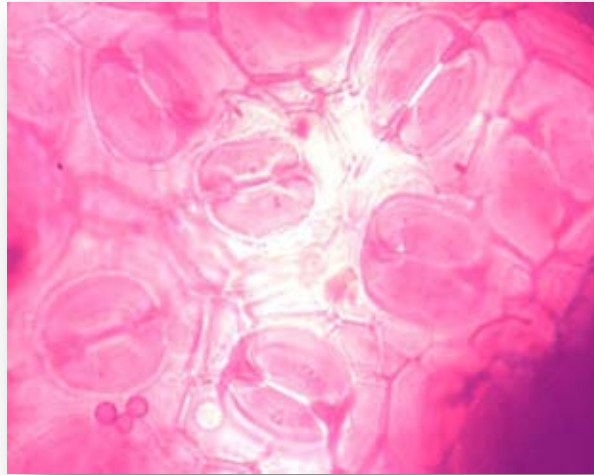


Figura 26. *Quercus crassifolia*, (ENCB)

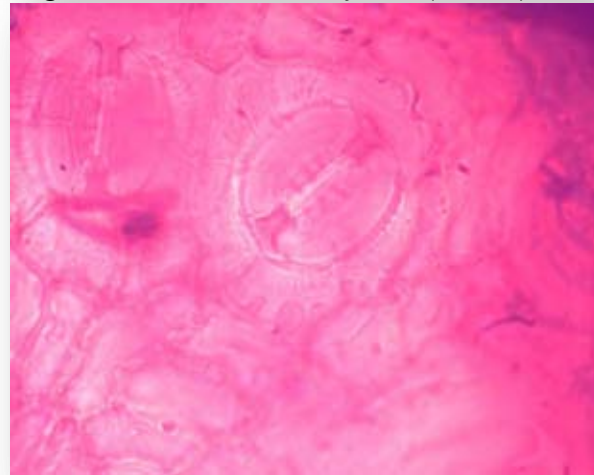


Figura 27. *Quercus eduardi*, (ENCB)

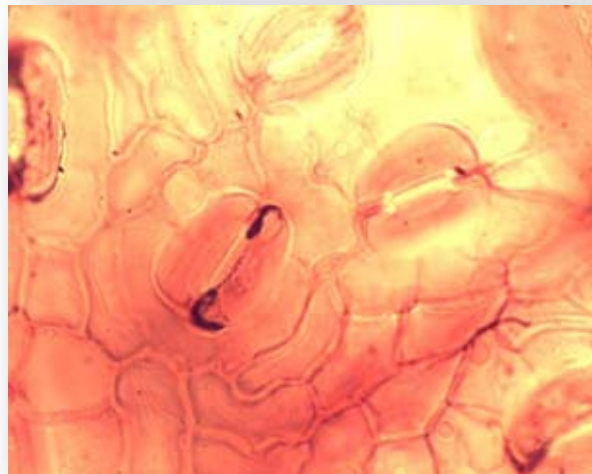


Figura 28. *Quercus gentryi*, (ENCB)

**Estomas de las 10 especies de *Quercus*.** Observaciones realizadas a 100 X.

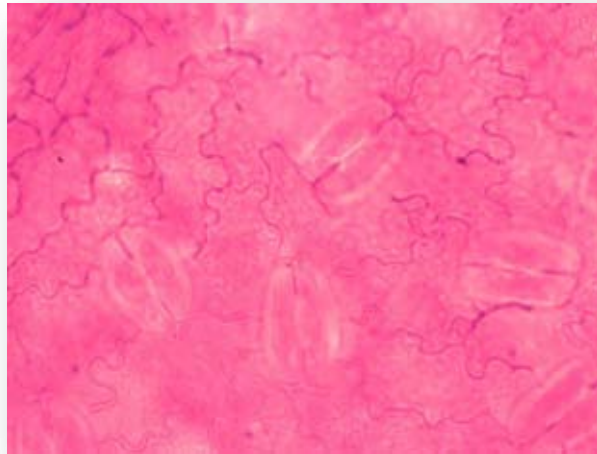


Figura 29. *Q. germana*, (IEB)

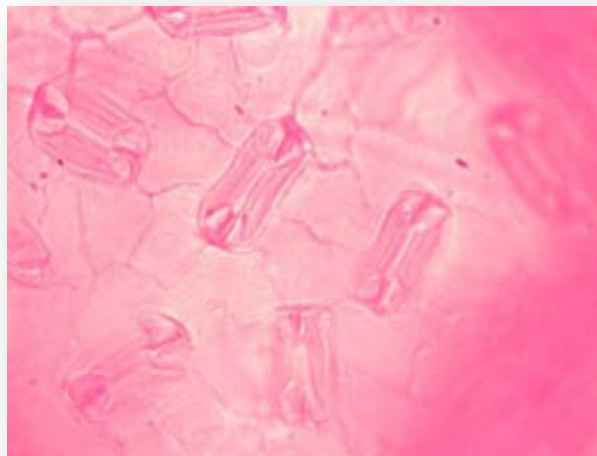


Figura 30. *Q. grisea*, (IEB)

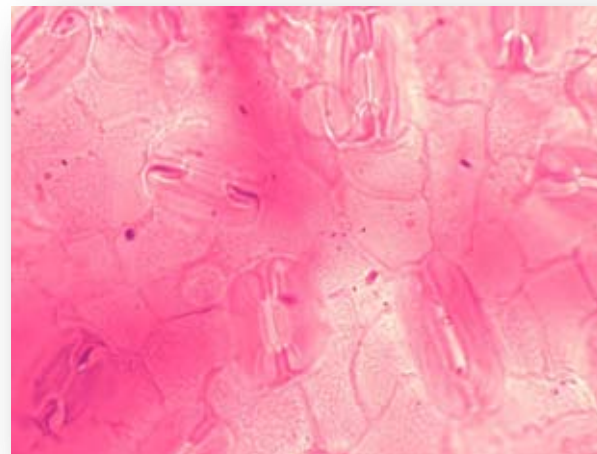


Figura 31. *Q. magnoliifolia*, (ENCB)



**Estomas de las 10 especies de *Quercus*. Observaciones realizadas a 100 X.**

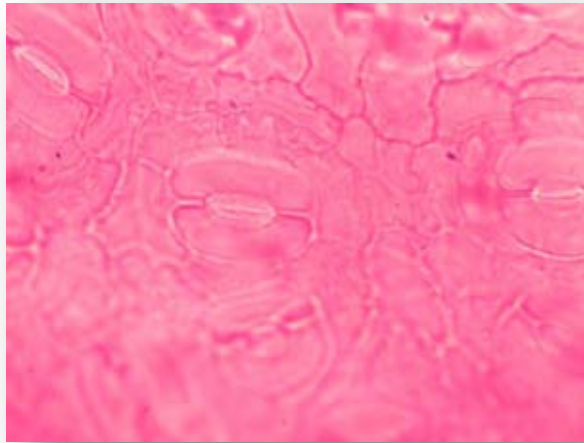


Figura 32. *Q. mexicana*, (ENCB)

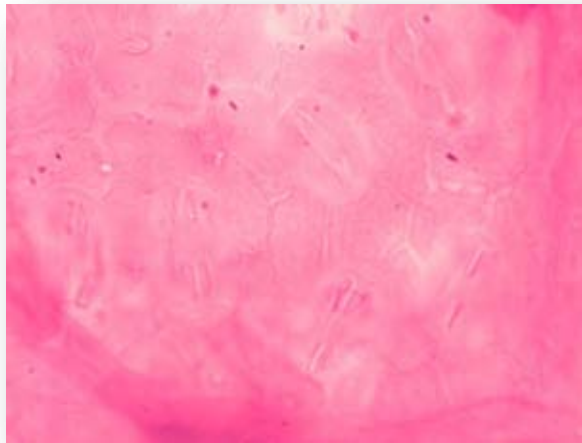


Figura 33. *Q. polymorpha*, (IEB)

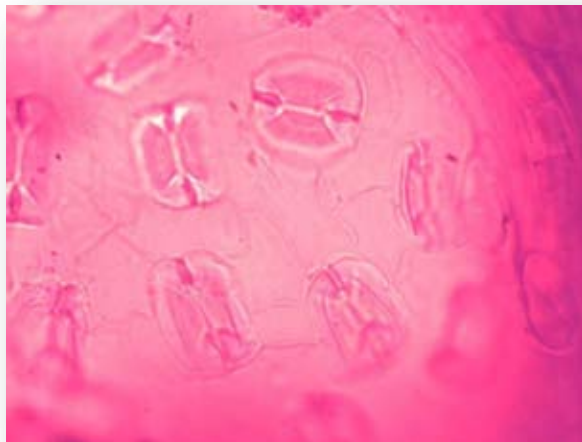


Figura 34. *Q. resinosa*, (IEB)

**Estomas de las 10 especies de *Quercus*.** Observaciones realizadas a 100 X.

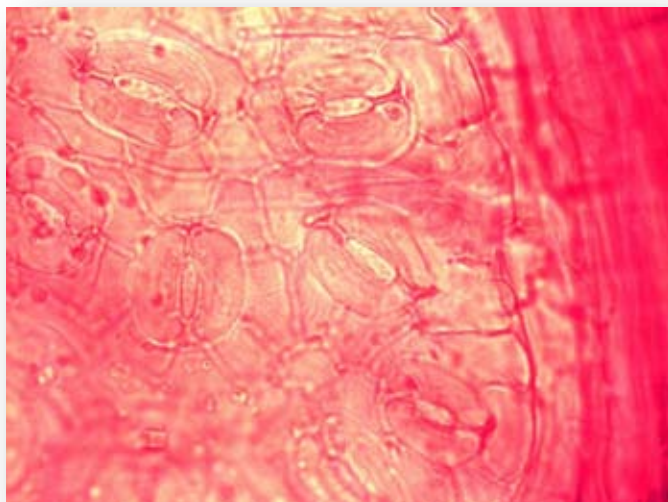


Figura 35. *Q. rysophylla*, (IEB)

### 7.5. Caracteres diagnósticos.

Los caracteres diagnósticos que contribuyeron más a la separación de las especies obtenidos con los análisis de conglomerados y de componentes principales se anotan en la Tabla 9.

Tabla 9. Caracteres diagnósticos

sección <i>Lobatae</i>		sección <i>Quercus</i>	
<i>Q. crassifolia</i>	Margen dentado – serrado No. de dientes Venación craspedódroma simple Tamaño de la hoja Largo del pecíolo	<i>Q. germana</i>	Mucrones No. de dientes Venación craspedódroma – semicraspedódroma Tamaño de la hoja
<i>Q. eduardi</i>	Margen dentado – serrado No. de dientes aristas Venación craspedódroma mixta Tamaño de la hoja	<i>Q. grisea</i>	Mucrones Venación camptódroma-broquidódroma Tamaño de la hoja
<i>Q. gentryi</i>	Ápice aristado Base asimétrica Venación camptódroma-broquidódroma Tamaño de la hoja	<i>Q. magnoliifolia</i>	Mucrones Margen crenado Venación craspedódroma simple Tamaño de la hoja Largo del pecíolo
<i>Q. mexicana</i>	Ápice aristado Base asimétrica Margen entero Venación camptódroma-broquidódroma venación del 3° orden con ángulo de origen agudo-recto la venación de 4° orden de modelo percurrente alterno, Tamaño de la hoja	<i>Q. polymorpha</i>	Base asimétrica mucrones Venación camptódroma-broquidódroma Tamaño de la hoja
<i>Q. rhysophylla</i>	Ápice aristado Base asimétrica Venación camptódroma-broquidódroma Tamaño de la hoja	<i>Q. resinosa</i>	Margen crenado mucrones Venación craspedódroma simple Tamaño de la hoja Largo del pecíolo

Las características de mayor importancia taxonómica (o al menos las más utilizadas) para encinos, se encuentran en las hojas. Estas se han usado para distinguir subgéneros, secciones y variedades. Algunas sólo representan rasgos superficiales, pero otras son

fundamentales. Cada carácter de la hoja puede ser valorado de manera distinta, lo cual depende de los autores o taxónomos (Zavala, 1989)

La arquitectura foliar es de gran valor taxonómico, por el hecho de que los diversos taxa de dicotiledóneas tienen hojas que poseen modelos de organización arquitectónica consistentes y reconocibles. Algunas familias y géneros contienen varios modelos básicos de arquitectura foliar; sin embargo, en otras familias la variación a partir del modelo básico aparece en aquellos géneros y especies que están sometidos a condiciones del medio ambiente más extremas que la media a la cual la familia está adaptada. Por ejemplo, la mayoría de las *Theaceae* viven en selvas subtropicales y poseen el margen glandular-aserrado; por otro lado, las que viven en áreas más abiertas y más secas o en ambientes de alta montaña muestran una tendencia primero a la pérdida de la serratura y finalmente a las glándulas marginales. Como una regla general, las hojas pequeñas, coriáceas de margen entero, de ambientes xerofíticos, árticos o alpinos muestran relativamente pocas características requeridas para la identificación taxonómica (Hickey, 1974).

En ese sentido, *Quercus* es considerado taxonómicamente complicado, debido a la gran variabilidad morfológica relacionada con los factores ambientales, daños ocasionados a las ramas y la edad de los individuos; tal circunstancia ha provocado confusiones en la delimitación de las especies, haciéndose necesario el estudio de las poblaciones en su hábitad. Sin embargo, con la ayuda de la arquitectura foliar y morfología muy probablemente se podrán afinar los límites taxonómicos de los taxa (Rodríguez, 2003).

En este género, la forma de la hoja puede ser oblonga, elíptica, ovada u obovada; el margen también es variable, hay ejemplares que tienen el margen entero, dentado- serrado o crenado; el borde del margen puede ser fuertemente revoluto, revoluto o ligeramente revoluto. Generalmente la lámina de la hoja se muestra simétrica, aunque la base puede ser asimétrica como en las especies *Q. gentryi*, *Q. mexicana*, *Q. magniliifolia*, *Q. polymorpha*, *Q. resinosa* y *Q. rhyssophylla*.

Una característica que comparten en común todos los miembros del género *Quercus* es que presentan venación pinnada, en la cual la vena primaria única da origen a la venación subsiguiente. Es importante señalar que la vena primaria de la hoja sirve como punto de partida para la identificación de los distintos ordenes de venación, estas venas son las de mayor grosor (Hickey, 1974).

El patrón de venación secundaria que presentan los encinos es muy variable. Las especies *Q. resinosa* y *Q. magnoliifolia* (sección *Quercus*) y *Q. crassifolia* (sección *Lobatae*) presentan venación craspedódroma simple; en *Q. germana* (sección *Quercus*) es craspedódroma–semicraspedódroma; *Q. eduardi* presentó venación craspedódroma-mixta, mientras que *Q. mexicana*, *Q. rhysophylla*, *Q. gentry* (sección *Lobatae*) y las especies *Q. polymorpha* y *Q. grisea* (sección *Quercus*) presentaron venación camptódroma broquidódroma.

Los análisis numéricos mostraron que los caracteres que contribuyeron a la delimitación de las diez especies de encinos de este trabajo fueron el largo y ancho de la hoja, tamaño de las aristas, número de ramas de tricomas, número de dientes y el largo del pecíolo, siendo este último el que aportó el 80% de la variación para la separación de los grupos.

Otros caracteres como la presencia de mucrones, presencia de aristas, el margen con dientes, el tipo de venación, también fueron determinantes para la formación de grupos y la discrepancia de especies.

Sin embargo, los diagramas obtenidos en los análisis mostraron diferencias en la formación de grupos. En el análisis cualitativo se formaron seis subgrupos y en el análisis cuantitativo y componentes principales se formaron tres subgrupos, con una disposición distinta.

## **8. CONCLUSIÓN**

La arquitectura foliar es una herramienta taxonómica para la delimitación de las especies 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 dicha delimitación, ya que no son tan susceptibles a los cambios del medio.

La descripción detallada de caracteres foliares será de gran ayuda en trabajos taxonómicos y probablemente permitirá conocer los efectos del ambiente en la morfología de las hojas.

En la mayoría de las hojas de los ejemplares examinados, la venación está claramente diferenciada en clases. Las venas de una clase particular desarrollan un curso y un modelo propio distinto de los demás. Esto hace que el reconocimiento de órdenes de venación sea esencial al describir la arquitectura foliar.

La descripción de las hojas debe basarse en la descripción de caracteres cualitativos y cuantitativos.

Los estomas aportaron información que ayudó a separar grupos a nivel de especie; sin embargo, es necesario realizar estudios más completos para obtener información que puedan ayudar a la delimitación de las secciones.

## 9. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Benítez C. & Ferrarotto M. 2000.** Arquitectura foliar en seis especies de *Cestrum* (Solanaceae – Cestrea) presentes en selvas nubladas de Venezuela. *Botánica Acta Científica Venezolana*, 51:10 – 17.
- Curtis H. 1975.** *Biología vegetal*. Ediciones Omega, S.A. Casanova 220. Barcelona
- Flores S. 2007.** Variación Morfológica del Encino *Quercus rugosa* (Fagaceae). Tesis de Licenciatura. UNAM. México.
- García, E. 2004.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset. Larios, 4ª edición con datos a 1980, 246 p.
- Henry P. 1993.** Arboles y Arbustos del Bosque mesofilo de montaña de la reserva el cielo. Tamaulipas, México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México. Centre National de la Recherche Scientifique Unesco. Primera edición. 56-57 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 net-veined morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Leaf Architecture Working Group. Smithsonian Institution. Washington, DC. 65p.
- Matus, A., Arriaga A., H. de la Cruz Gumercindo. 2010.** Encinos. Respuestas morfológicas a la sequía. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.
- Manos, P. 1993.** Foliar Trichome variation in *Quercus* section *Protobalanus* (Fagaceae). *SIDA* 15: 391-403 p.
- Martínez, D. 2002.** Variación Morfométrica de dos especies de encinos rojos: *Quercus sartorii* Liebmen y *Quercus xalapensis* Humbolt & Bonplad (Fagacea). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 101p.
- 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.

- Pennington, W. 1963.** The Tarahumar of México. University of Utah, E.U.A. 267 p.
- Pérez-Calix, E. 2004.** La Familia Crassulaceae en el Bajío y regiones adyacentes. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Robbins W. 1966.** Botánica. Editorial Limusa – Willey S.A., primera edición.
- Raven, P. H & H Curtis. 1975.** Biología vegetal. Ed. Omega. Barcelona. 716 pp.
- Rodríguez, Rivera I. Said. 2003.** Arquitectura foliar de Diez especies de Encinos (*Quercus*, FAGACEAE) de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 103 p.
- Rodríguez, I., & Romero, S. 2007.** Arquitectura foliar de Diez especies de Encino (*Quercus*, FAGACEAE) de México. Acta Botánica Mexicana, 81, 9-34.
- 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 R., Rojas Z. y S. Gómez. 2000.** Flores hermafroditas de *Quercus glaucooides* (Fagaceae) en el estado de Michoacán, México. Acta Botánica de México. 52: 49-54.
- Romero, S., Rojas Z., y Aguilar E. 2002.** El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Annals. Missouri Botanical Garden. 89: 551-593.
- Romero R. 2006.** Revisión taxonómica del complejo *Acutifoliae* de *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México. Acta Bot. Mex. 76: 1-45.
- Rubio, L. 2006.** Tesis de Licenciatura, Estudio ecologico de *Quercus crassifolia* Humb & *Quercus candicans* Neé (Fagaceae) en Bosques de Encino del Estado de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.
- Romero R., Rojas Z. & Garay V. 2007.** Presencia de flores hermafroditas en *Quercus rugosa* (Fagaceae) en el Estado de México (México). Anales Jard. Bot. Madrid 64(2): 223-227.



- Rubio L., Romero R., Rojas Z., Durán D. y Gutiérrez. 2011.** Variación del tamaño de frutos y semillas en siete especies de encino (*Quercus*, Fagaceae). Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Rev. Polibotánica, Núm. 32, pp. 135-151, ISSN 1405-2768; México,
- Rzedowski, J. 1978.** Vegetación de México. Ed. Limusa, México. 432 p.
- 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 las hojas como una herramienta taxonómica en el reconocimiento de individuos de encinos pertenecientes a *Quercus affinis* Scheid y *Quercus laurina* Humboldt & Bonpl. 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.
- Zavala, F. 1989.** Identificación de Encinos de México. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. 5-7 p.
- Zavala, F. 1995.** Encinos Hidalguenses. Universidad Autónoma de Chapingo. 133p.