



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

ESTUDIO ECOLÓGICO DE *Quercus crassifolia* Humb. &
Bonpl. y *Quercus candicans* Neé (Fagaceae) EN BOSQUES
DE ENCINO DEL ESTADO DE MÉXICO

T E S I S

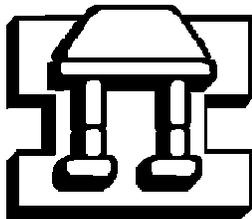
QUE PARA OBTENER EL

TÍTULO DE BIÓLOGA

P R E S E N T A:

Rubio Licona Liliana Elizabeth

Director de tesis Dra. Silvia Romero Rangel



IZTACALA

Los Reyes Iztacala, Octubre, 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A los miembros del comité revisor: Drs. en C. Daniel Tejero Diez, Silvia Romero Rangel, Mtros. en C. Ernesto Aguirre León, Carlos Rojas Zenteno e Ismael Aguilar Ayala; por sus valiosas sugerencias para la constitución y logro de este trabajo.

Muy especialmente al M. en C. Agustín Vargas Vera; por su desinteresada e importante asesoría en los análisis estadísticos realizados en este trabajo.

Al Dr. en C. Daniel Tejero Diez por su invaluable apoyo en la determinación taxonómica de helechos.

Al M. en C. Carlos Rojas por su colaboración en la determinación taxonómica de gramíneas.

A la Biol. Edith López Villafranco, curadora del Herbario (IZTA) de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala; por las facilidades otorgadas en la consulta de ejemplares, por sus enseñanzas en la materia de Diversidad Vegetal II y por siempre dar un poco más: "Un estímulo siempre ayuda"...

Al Arq. Alberto Acosta y su "representante", por su valiosa y desinteresada ayuda en la elaboración de los perfiles estructurales.

A mi hermano Fide por compartir a regañadientes la locura de medir tantas y tantas plantas; también a los otros que participaron en ello.

A mis hermanos: Estela, Zoraida y Fidel, por su confianza y apoyo (sé que existe aunque no lo digan), pero sobre todo por su esfuerzo constante para aprender de los temas biológicos y hacer como que me entienden cuando me enajeno y hablo...

A todos y cada uno de los miembros del laboratorio 405; que coincidieron en tiempo y espacio durante la realización de este trabajo, gracias por amenizar el trabajo y mostrarme una cara más de la competencia. Olivier, Bere, las bellototas (Eva y Priscilla) e Isaías; las primeras salidas siempre serán las mejores y nosotros tuvimos la suerte de vivirlas.

A Edith, mi gran amiga, porque en todos estos años de trabajo en equipo tu mejor que nadie me enseñó que la amistad no es utopía...Gracias por confiar en mí más de lo que yo lo hago...

A los compañeros y amigos (Edith, Jackelyn Hayes, Cristhian, Viri, Maribel, Marisol, Griselda, Denisse y todos aquellos que no he nombrado); por que juntos

encontramos una forma de hacer más placentero el trabajo... ¡Eso es un gran logro! porque el hecho de estudiar Biología es por sí mismo, todo un deleite...

A Ximena y Julio porque aunque muy distintos de mi, lograron lo que no creí; convertirse en tan poco tiempo, en gratos amigos. Gracias por enseñarme otros matices de ser.

A mi valiosa asesora Silvia Romero Rangel por compartir su tiempo y enseñarme tanto de encinos. Gracias por "todo" el apoyo brindado en este periodo... por ayudarme a crecer más allá de lo académico.

Al "profe" Carlos, por el apoyo, la colaboración e interés en este trabajo; pero sobretodo: por ser tan gracioso y hacernos reír tanto...la risa es el alimento del alma.

Finalmente a todos aquellos contra los que mi memoria ha conspirado, esto es para ustedes también.

A mis padres

Por su paciencia, apoyo, confianza, dedicación y entrega.
Por permitirme aprender todo cuanto yo quiera... Por hacer de
mi una mejor persona.

Gracias por ser como son... porque es así que yo soy.
Gracias por enseñarme de la mejor manera y hacerme saber que:

"El objetivo de nuestra vida no es superar a los demás,
sino superarnos a nosotros mismos"

S. Jhonson.

ÍNDICE

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
GENERALIDADES DEL GÉNERO <i>Quercus</i> L.	3
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Quercus candicans</i> Née y <i>Quercus crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	3
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LAS ESPECIES	4
<i>Quercus candicans</i>	4
<i>Quercus crassifolia</i>	6
ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL GÉNERO <i>Quercus</i> L.	9
ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS BOSQUES DE ENCINO	12
EL ESTUDIO DE SEMILLAS Y SU GERMINACIÓN	14
EL ESTUDIO DE COMUNIDADES VEGETALES	17
ANTECEDENTES	20
ESTUDIOS FLORÍSTICOS Y ECOLÓGICOS	20
ESTUDIOS EN SEMILLAS	22
OBJETIVOS	24
OBJETIVO GENERAL	24
OBJETIVOS PARTICULARES	24
ÁREA DE ESTUDIO	25
LOCALIDAD: ZONA NORTE, MUNICIPIO VILLA DEL CARBÓN	25
LOCALIDAD: ZONA SUR, MUNICIPIO TEMASCALTEPEC	27
MATERIAL Y MÉTODOS	29
TRABAJO DE CAMPO	29
TRABAJO DE LABORATORIO	30
TRABAJO EN LABORATORIO	32
ANÁLISIS DE DATOS	33
RESULTADOS	36
ESTUDIO FLORÍSTICO-ECOLÓGICO	36
<i>Composición florística de las comunidades</i>	36
<i>Caracterización del estrato arbóreo</i>	44
<i>Caracterización del estrato arbustivo</i>	49
PROPAGACIÓN	53
<i>Peso de frutos y semillas</i>	53
<i>Germinación</i>	54
<i>Viabilidad</i>	55
<i>Crecimiento en cámara de germinación</i>	56
<i>Sobrevivencia</i>	57
<i>Crecimiento ex situ (post-emergente)</i>	58
<i>Quercus candicans</i>	63
Descripción del desarrollo	63
Descripción morfológica a diferentes edades	66
Arquitectura de la venación laminar en plantas de un año de edad	72
<i>Quercus crassifolia</i>	77
Descripción del desarrollo	77
Descripción morfológica a diferentes edades	80

Arquitectura de la venación laminar en plantas de un año de edad	85
<i>Arquitectura foliar de individuos adultos</i>	90
<i>Q. candicans</i>	90
<i>Q. crassifolia</i>	91
DISCUSIÓN	93
ESTUDIO FLORÍSTICO-ECOLÓGICO	93
<i>Caracterización del estrato arbóreo y arbustivo</i>	94
<i>Composición florística de las comunidades</i>	98
PROPAGACIÓN	100
<i>Peso de frutos y semillas</i>	101
<i>Germinación</i>	104
<i>Viabilidad</i>	107
<i>Crecimiento en cámara de germinación</i>	109
<i>Sobrevivencia</i>	110
<i>Crecimiento ex situ (post-emergente)</i>	111
<i>Descripción morfológica de plantas de Quercus candicans y Quercus crassifolia</i>	112
A MANERA DE SÍNTESIS	114
CONCLUSIONES	116
REFLEXIONES Y SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES	119
LITERATURA CITADA	122
APÉNDICES	130
I. FORMULARIO DE LOS ÍNDICES GERMINATIVOS CALCULADOS EN EL ESTUDIO DE PROPAGACIÓN	130
II. TÉCNICA DE DIAFANIZACIÓN DE HOJAS	131
III. FORMULARIO DE LAS VARIABLES CALCULADAS EN EL ESTUDIO DE ESTRUCTURA DE COMUNIDADES	132
IV. MEDICIONES DEL ESTRATO ARBÓREO Y ARBUSTIVO	134

RESUMEN

En México los encinos forman comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas, son muy diversos y se encuentran en prácticamente toda la República. *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia* son especies de amplia distribución y tienen grandes posibilidades de ser utilizadas industrialmente debido a la calidad de su madera; además de su potencialidad ornamental y utilidad en la recuperación de hábitats. En este trabajo se caracterizó en términos de estructura, diversidad y composición florística a dos comunidades de bosque de encino del Estado de México, en donde habitan *Q. crassifolia* y *Q. candicans*; además, se evaluó la germinación y propagación por semilla de dichas especies. La estructura, diversidad y composición florística de las comunidades vegetales estudiadas difieren notablemente, de tal manera que una de ellas es afín a un bosque mesófilo de montaña y la otra es típica de un bosque de pino-encino. Presentan también diferentes grados de perturbación. *Q. candicans* figura dentro de las especies importantes en ambas localidades del Estado de México; por su parte *Q. crassifolia* lo es sólo en la localidad ubicada en la zona norte de la entidad. En ambas especies la germinación se inició un día después del establecimiento. Las semillas de *Q. crassifolia* lograron su máxima capacidad germinativa (98.66%) al T6 (día 18); *Q. candicans* registró al mismo tiempo, (T6), un porcentaje de germinación del 72%. Esta última especie responde mejor a procedimientos de estratificación y puede almacenarse por un periodo mayor de tiempo que *Q. crassifolia*. En condiciones de vivero, las dos especies de encino difieren en porcentaje de sobrevivencia, características de crecimiento y morfología de plantas. Es importante estudiar a cada una de las especies de encinos, ya que existen diferencias evidentes tanto en los aspectos de propagación por semilla, como en las especies que los acompañan en condiciones naturales. No obstante es urgente también la transferencia de los resultados científicos, a medidas prácticas útiles para fomentar la conservación en zonas protegidas y/o la implementación de sistemas de uso múltiple, en bosques con presencia de encinos.

INTRODUCCIÓN

Entre los diferentes tipos de vegetación de México, los encinares o robleras dada su amplia distribución y diversidad de especies representan uno de los ecosistemas más importantes en el país (Olvera y Figueroa, 2003). Se caracterizan por la presencia del género *Quercus* y en cuanto a abundancia ocupan el segundo lugar después de los pinares (Rzedowski, 1978). México es la nación poseedora del mayor número de especies de este taxa en el mundo (Zavala, 1995) y el 60% son endemismos (Mittermeier, 1995).

Las especies del género *Quercus* se distinguen por su adaptación a diferentes condiciones del medio, como son: relieve, altitud, pendiente, tipo de roca, suelo y otros (Espejel *et al.*, 1999). En México este género se distribuye principalmente a lo largo de los sistemas montañosos: Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur y la Sierra de Chiapas, así como a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal (Reyes y Gama-Castro, 1995).

Los encinares pueden presentarse como bosques puros dominados por una o varias especies de *Quercus*; sin embargo, con frecuencia admiten en su composición otros árboles como: *Abies*, *Alnus*, *Arbutus*, *Buddleia*, *Cercocarpus*, *Cupressus*, *Fraxinus*, *Juniperus*, *Pinus*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus* y *Salix* (Reyes y Gama-Castro, 1995). En los encinares húmedos propios del centro y sur de México, a menudo se encuentran también árboles de los géneros *Clethra*, *Cornus*, *Ilex*, *Oreopanax* y *Styrax* (Reyes y Gama-Castro, 1995).

Por mucho tiempo en nuestro país los encinos o robles han sido considerados como un recurso de poca relevancia desde el punto de vista forestal (Zavala, 1990; 1995). En la actualidad la madera de encino ocupa el segundo lugar de aprovechamiento a nivel nacional, después del pino y antes de las maderas tropicales; representando el 9% del total nacional explotado (Pérez *et al.*, 2000).

Las especies del género *Quercus* tienen un papel de suma importancia en la economía local para los habitantes cercanos a estos bosques, debido a que obtienen diversos productos como son: leña, carbón, madera, entre otros que son utilizados para satisfacer sus necesidades en mayor o menor medida (Espejel *et al.* 1999). Es por ello que la obtención de combustible es uno de los usos más generalizados en nuestro país (Pérez *et al.*, 2000). Aunque tanto la leña como el carbón de encino, son de los mejores combustibles vegetales, se desaprovechan usos más redituables, pues la mayoría de las especies poseen excelentes propiedades anatómicas y tecnológicas, por lo que el bajo

valor agregado de la leña y carbón no justifica la transformación de valiosos árboles de grandes tallas (Pérez *et al.*, 2000).

El uso desmesurado de los encinares, el cambio de uso de suelo y la urbanización (Granados *et al.* 1999; Hernández, 2000) han propiciado la disminución y muchas veces la desaparición de esta vegetación natural.

Es necesario por todo lo anterior, emprender investigaciones sobre los encinos mexicanos que permitan llegar a un manejo integral con un buen aprovechamiento y conservación de ellos; siendo prioritarias para dichos fines las de tipo ecológico y de regeneración.

Quercus candicans y *Quercus crassifolia* son especies arbóreas de medianas a grandes tallas con alturas que van de 3 a 15 m y diámetros de hasta 1 m (Romero *et al.*, 2002). Son consideradas especies de amplia distribución al presentarse en más de diez estados de la República Mexicana; sin embargo en el continente Americano sólo se distribuyen en México y Guatemala (Romero *et al.*, 2002). Tienen grandes posibilidades de ser utilizadas industrialmente debido a la calidad de su madera (Pérez y Aguilar, 1985); además de su potencialidad ornamental y utilidad en la recuperación de hábitats.

A pesar de que estas especies (*Quercus candicans* y *Quercus crassifolia*) coexisten en los bosques, los trabajos realizados para ellas pocas veces involucran a ambas. Además no existen estudios en los que se explore de manera conjunta, para las dos especies, los siguientes aspectos: 1) Su propagación en vivero (exploración de su desarrollo) y 2) La caracterización florística y estructural de su hábitat para la comprensión de su autoecología.

Estos puntos pueden contribuir también a vislumbrar estrategias de uso y conservación de estas especies y sus bosques; en especial en el Estado de México, en el cual existe un notable incremento de zonas urbanas y por ende la disminución de sus áreas boscosas.

MARCO TEÓRICO

GENERALIDADES DEL GÉNERO *Quercus* L.

Dentro de la familia Fagaceae el género *Quercus*, al cual pertenecen los encinos, es el más rico en especies y el que presenta mayor distribución en todo el mundo (Valencia, 2004); se encuentra en las zonas templadas, tropicales y subtropicales del Hemisferio Norte (Romero *et al.*, 2002; Valencia, 2004).

Se calcula que el género *Quercus* está conformado aproximadamente por 500 especies distribuidas mundialmente (Romero *et al.*, 2002). Se reconocen dos centros de diversidad para el género; el primero se localiza en el sureste de Asia con aproximadamente 125 especies, y el segundo, en México con 135 a 161 especies (Valencia, 2004) distribuidas principalmente en las zonas montañosas de todos los estados, con excepción de Yucatán y Quintana Roo (Rzedowski, 1978); la mayor diversidad se registra hacia el centro y Sur del país (Valencia, 2004).

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Quercus candicans* Née y *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl.

El género *Quercus* pertenece a la familia Fagaceae que junto con las familias Betulaceae y Balanopaceae constituyen el orden Fagales de la subclase Hammamelidae. Esta última familia, debido a sus características consideradas como primitivas, se sitúa cerca de la base del árbol filogenético propuesto por Cronquist (1981) para Dicotiledóneas (citado por Valencia, 1989).

En diferentes partes del mundo se han realizado diversos estudios sobre la taxonomía y florística del género *Quercus*; con ellos queda claro que, debido a su gran plasticidad morfológica originada posiblemente por su amplia capacidad de hibridización y a que sus estructuras reproductoras no se han estudiado lo suficiente, este grupo es considerado taxonómicamente complicado (Romero *et al.*, 2002; Valencia, 2004)

Según la clasificación propuesta por Nixon (1993) el género *Quercus* comprende dos subgéneros (*Ciclobalanopsis* y *Quercus*) con cinco secciones: *Ciclobalanopsis*, *Ilex*, *Protobalanus*, *Quercus* y *Lobatae*. Estas dos últimas secciones comprenden, de acuerdo a la clasificación de Trelease (1924), a los encinos blancos (*Leucobalanus*) y a los encinos rojos (*Erythrobalanus*) respectivamente (citado por Romero, 2001), quienes son grupos

evolutivamente distintos y con características morfológicas también distintivas (Valencia, 2004).

Las especies de estudio, *Q. candicans* y *Q. crassifolia*, pertenecen al subgénero *Quercus* sección *Lobatae* (encinos rojos).

Existe cierta uniformidad en criterios para considerar a los caracteres foliares como: forma, tamaño, margen, venación y características del haz y envés (indumento y epidermis), así como a los del fruto (características de cúpula y nuez), como los más significativos en la delimitación de las especies de encinos por su constancia. Son útiles también para la descripción y como carácter taxonómico los datos de altura del individuo, corteza, ramillas, yemas, escamas, estípulas e inflorescencias entre otras (Soto, 1982; Valencia, 1989; 2004).

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LAS ESPECIES¹

***Quercus candicans* Neé, Anales Ci. Nat. 3: 277. 1801. Tipo. México. Michoacán: Pátzcuaro, Pringle 3955 (MA).**

Árbol de hasta 15 m de alto; tronco de hasta 1 m de diámetro; ramillas (1.5-) 2-3(-3.5) mm diámetro; con abundante pubescencia amarilla que disminuye con el tiempo, con lenticelas de 1-3 mm de largo, visibles en ramillas con la pubescencia disminuida; yemas ovoides de color castaño, de (2-)3-5(-6) mm de largo, con escamas pilosas; estípulas lineares de 10-15 mm de largo, decíduas; hojas jóvenes algo lustrosas, haz con abundantes tricomas estrellados cortos y tricomas simples dispersos, envés con pubescencia densa blanca semejante a la de las hojas maduras; hojas maduras coriáceas y gruesas, obovadas, lámina (3.5-)5-19(-23.5) x 3-11(-14) cm, ápice obtuso o agudo, aristado, base subcordada a truncada a estrecha hacia el pecíolo, borde revuelto, cartilaginoso, conspicuamente dentado o dientes mal definidos, hasta con 25 aristas de cada lado distribuidas en las 2/3 partes superiores de la hoja, aristas hasta de 5 mm de largo; nervaduras 8 a 14 cada lado, recatas o ligeramente ascendentes pasando directamente al diente; haz lustroso de color verde oscuro, con tricomas estrellados y muy dispersos, pero abundantes en la nervadura central cerca del pecíolo, las nervaduras más

¹ Tomado de Romero *et al.*; 2002

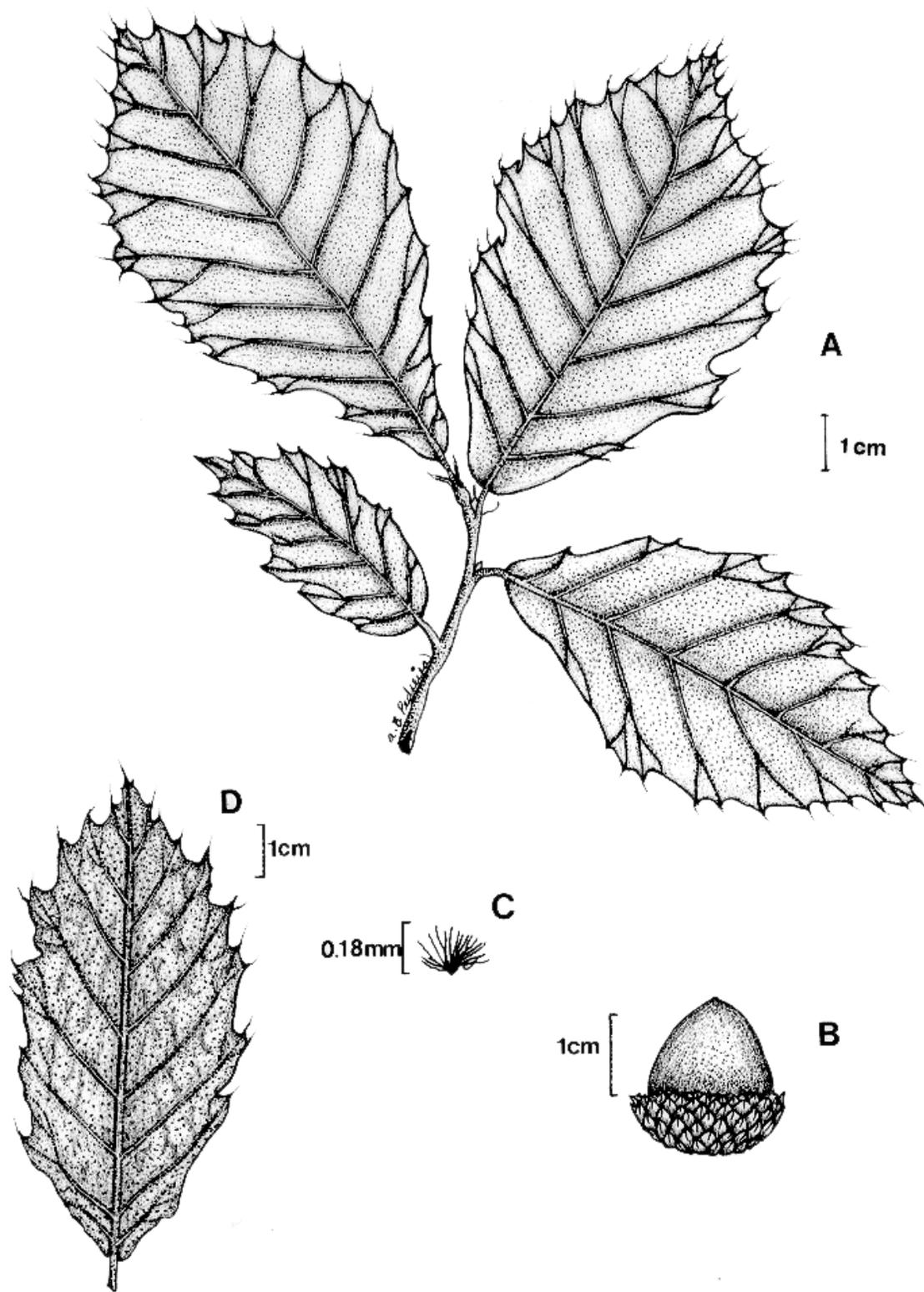


Fig. 1 Morfología de *Quercus candicans*. A. Ramilla, B. Bellota (cúpula y nuez), C. Tricoma estrellado de brazos cortos, D. Hoja. Tomado de Romero *et al.* 2002

finas forman un retículo blanco, nervaduras primaria y secundarias ligeramente elevadas; envés con indumento denso blanco que con el tiempo se amarillenta, formada con tricomas estrellados con muchos rayos, sésiles y pueden presentar un corto estípite; epidermis ampulosa, papilosa, nervaduras elevadas; Pecíolo (3-)10-15(-20) x 0.5-1.5 mm con abundante pubescencia amarilla o rojiza; amentos masculinos laxos, perianto de 2.5-3 mm diámetro., pilosos en la parte externa y en el lugar de inserción de los estambres, anteras exsertas de 1.5 mm de largo apendiculadas, filamentos de 2.5 cm de largo; fruto anual o bianual solitario o en pares sobre pedúnculos de 15 mm de largo, pubescente; cúpula hemisférica de 19-23 mm de diámetro, borde recto, escamas gruesas, con pubescencia corta y muy abundante, ápices redondeado a agudo, glabros; bellota de 20 mm de largo, de 17 mm diámetro, anchamente ovoide, incluida un tercio de su largo en la cúpula. (Fig.1).

Reconocimiento. Se reconoce por sus hojas con dientes aristados, haz verde lustroso y envés con pubescencia blanca.

Distribución y hábitat. En México en los estados de Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México y Sinaloa, también en Guatemala. Se les encuentra de manera escasa o abundante en bosques de *Quercus*, *Quercus-Pinus* y bosque mesófilo de montaña, y se asocia con *Clethra*, en altitudes de 2000-2600 m.

Fenología. Inicia su floración en mayo y su fruto alcanza la madurez en el mes de noviembre.

Nombres populares y usos. Encino de asta, encino cenizo, encino papatla, encino blanco, ahuamextli. Su corteza se usa para dolor de muelas, su efecto dura hasta quince días. Se ha propuesto su uso para muebles y gabinetes de alta calidad ebanística, chapa fina, pisos para residencias, marcos para puertas y ventanas, cajas de empaque, cofres, mangos y cabos de herramientas e implementos agrícolas.

***Quercus crassifolia* Humb. y Bonpl. Pl. Aequinoet. 2: 49. pl. 91. 1809.**

TIPO: México., Guerrero: Chilpancingo, Bonpland s.n. (BP)

Arbolillo de 2-3 m de alto o árbol de hasta 15 m de alto, tronco hasta de 1m de diámetro; ramillas de 2-5 mm de diámetro, con abundantes tricomas estrellados estipitados cubriendo totalmente la superficie, pubescencia amarilla a café que se oscurece y cae con el tiempo; lenticelas numerosas de hasta 3 mm, claras, visibles sólo en las ramas que han perdido la pubescencia; yemas de 3-7 mm, ovoides, pilosas; estípulas de 8- 12 mm de largo, oblanceoladas, escariosas, sedoso pubescentes, con el

tiempo glabras, persistentes en las yemas, a veces también las hojas maduras: hojas jóvenes lanoso-tomentosas, haz rojizo y envés de color café con aristas de hasta 3 mm de largo, indumento dorado por tricomas estrellados estípidos y glandulares rojizos sobre la epidermis oscura; hojas maduras por lo general obovadas, oblongo-obovadas, elípticas, coriáceas; lámina (4.5-)7-17(-20) x 3.5-10(-11.5) cm ápice agudo, acuminado u obtuso, aristado, base cordada o redondeada, borde ondulado o dentado, revuelto, cartilaginoso, de 3-8 dientes de cada lado, ubicados casi desde la base de la hoja, 1-10 aristas, dientes y aristas con frecuencia asimétricos; nervaduras 6-12 a cada lado, ascendentes ramificándose cerca del borde, pasan directamente a los dientes y forman las aristas, con frecuencia hacen lo mismo las ramificaciones; haz lustroso, glabro, excepto la nervadura central que posee abundantes tricomas estrellados, sobre todo cerca del pecíolo, nervaduras impresas, envés amarillo, anaranjado o café, lanoso-tomentoso, indumento formado por tricomas estrellados con un largo estípide, sus ramas muy largas y entrelazadas y cubriendo la epidermis ampulosa y papilosa, nervaduras elevadas; pecíolo con pubescencia densa formada por tricomas estrellados más cortos que los del envés, ensanchado en su base, de 6-11(-17) x (1-) 2-3 mm; amentos masculinos de 8-9 mm de largo, raquis pubescente, perianto amplio, de 2-2.5 mm de diámetro, anteras curvadas de 2 mm de largo amarillentas-cafés, apendiculadas; fruto anual o bianual, solitario o en pares, sésiles o en pedúnculos de 3-5 mm de largo; cúpula hemisférica, de 11-13 mm de diámetro. Con las escamas delgadas, adpresas, pubescentes, principalmente en sus ápices, estos redondeados; bellota ovoide, pared interna del pericarpo lanosa, de 10-17 mm de largo, de 8-11 mm de diámetro incluida en la cúpula 1/3 de su largo. (Fig. 2).

Reconocimiento. *Quercus crassifolia* se reconoce por sus hojas aristadas con el envés lanoso amarillo, anaranjado o café y ramillas de 1-5 mm de diámetro. Esta especie muestra similitud con *Q. hintonii*, esta última se distingue porque el envés de su hoja posee epidermis lisa y las ramas de los tricomas estrellados son más largas.

En ocasiones también puede confundirse con *Q. dysophylla* pero esta última posee hojas de forma ovalada, lanceolada o elíptica, por lo general de borde entero, mientras que *Q. crassifolia* casi siempre las presenta obovadas y dentadas. Además los pecíolos son más cortos en *Q. dysophylla*.

Distribución y Hábitat. En México en los estados de Chiapas, Guerrero, Hidalgo; Jalisco, Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Veracruz, también en Guatemala. Se le encuentra en Bosques de *Quercus*, *Quercus- Pinus*, se asocia con *Pinus leiophylla*, *Q. laurina* y *Q. crassipes*, y se le encontrado en zonas de regeneración después de incendios en altitudes de 2500-2800 m.

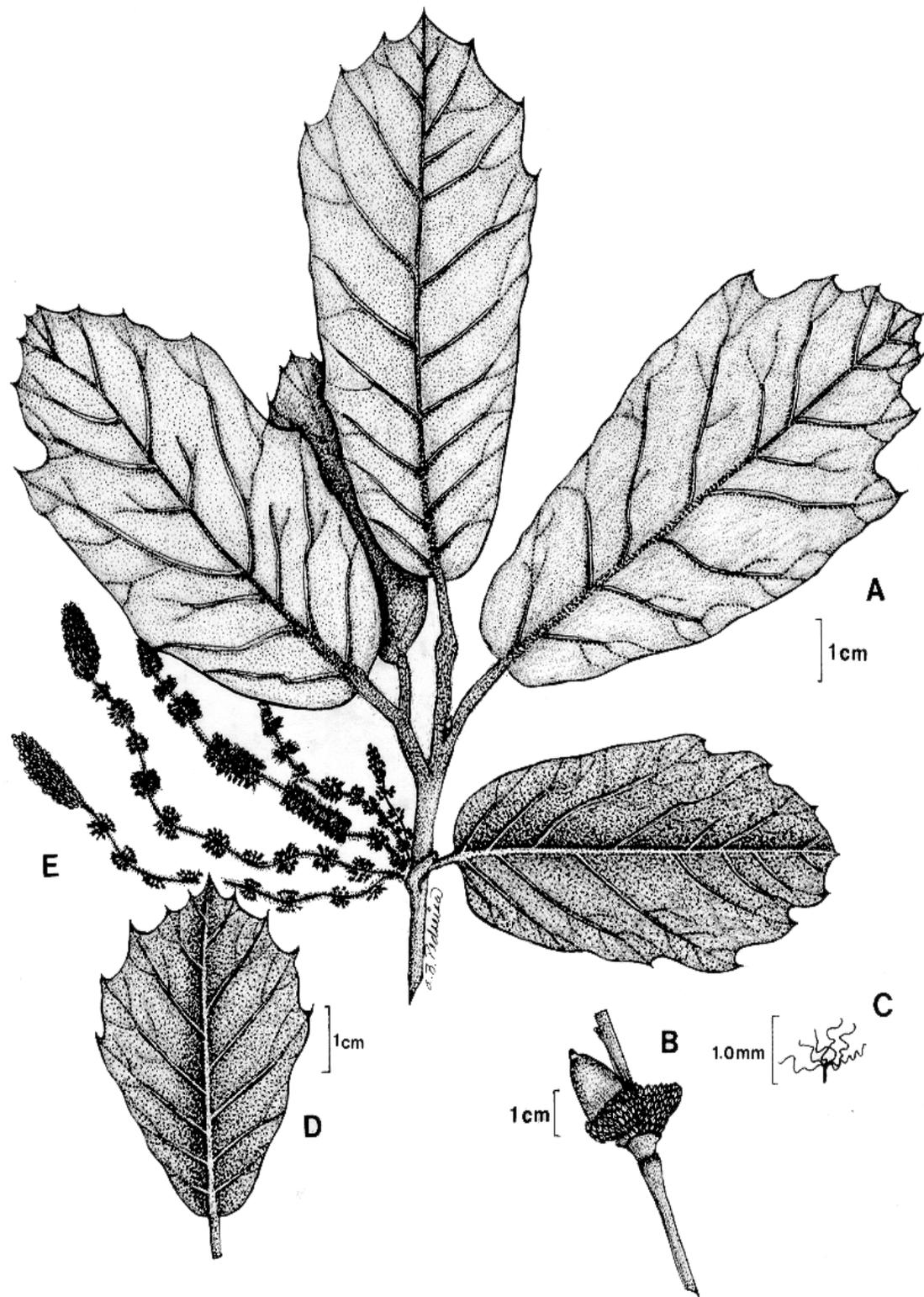


Fig. 2 Morfología de *Quercus crassifolia*. A. Ramilla en floración, B. Bellota (cúpula y nuez), C. Tricoma estrellado de brazos largos, D. Hoja. Tomado de Romero *et al*; 2002.

Fenología. Inicia su floración en abril y su fruto alcanza la madurez en octubre.

Nombres populares y usos: Encino chicharrón, encino colorado, encino prieto, encino roble, encino hojarasca, encino huaje, chi-ka-chi, hoja ancha. La madera de esta especie se utiliza para la manufactura de implementos agrícolas, para horcones de casas, mangos de herramientas y leña; el carbón obtenido de esta especie resulta durable y de buen peso; 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 una 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*.

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL GÉNERO *Quercus* L.

La fenología reproductiva de los encinos puede cambiar de un año a otro, ya sea en dependencia de los factores físicos ambientales o de los bióticos. Sin embargo, y aunque algunos rasgos de la biología reproductiva del género difieren de un subgénero a otro (Kaul, 1985), existe una considerable constancia en los parámetros fenológicos básicos, así como en la identidad de los grupos de animales que a través de sus interacciones en distintas fases del ciclo, afectan el éxito reproductivo de los robles (Pulido, 2002).

Esta similitud permite la comparación de la dinámica de la regeneración en áreas muy distantes que difieren básicamente en el escenario climático y en el grado de conservación (Pulido 2002), sobre todo si se trata de especies de amplia distribución como lo son *Q. candicans* y *Q. crassifolia*.

En general los encinos son árboles y arbustos de tamaño pequeño o mediano (3-20 m), aunque los hay de 40 m de alto; perennes o caducifolios, monoicos y con polinización anemófila (Pulido, 2002).

Las flores masculinas de los encinos se producen en amentos largos, la mayoría de ellas caen tan pronto como se ha desprendido el polen (Zavala y García, 1996). Las flores femeninas se producen de dos a muchas en forma de racimo reducido con un raquis leñoso corto o largo; su ovario es tricarpelar y trilocular, cada lóculo posee dos óvulos (Romero *et al.*, 2002). Ambos tipos de flores aparecen entre enero y abril en los bosques de la zona templada.

Las flores son axilares, las masculinas se desarrollan en brotes del año anterior y las femeninas en los del año en curso (Zavala y García, 1996). Éstos últimos son

consumidos durante su elongación principalmente por orugas de lepidópteros, que reducen la producción de frutos debido básicamente al consumo directo de las flores femeninas (Crawley, 1985 citado por Pulido, 2002).

Las flores femeninas que reciben polen son fertilizadas entre uno y tres meses después, siendo muy significativas las pérdidas por fallo en la fertilización que suelen atribuirse a condiciones climáticas desfavorables (Wolgast y Scout, 1997 citado por Pulido, 2002). Con algunas excepciones los frutos logrados se desarrollan a lo largo del verano y principios del otoño (junio a diciembre en México), sufriendo considerables pérdidas antes de la dispersión debidas a distintas causas de aborto y a la acción de insectos perforadores de los frutos (Pulido, 2002).

Respecto a esto último, se ha mencionado que las bellotas de los encinos blancos maduran en el año en que ocurre la fertilización (encinos anuales ciclo reproductivo de un año), y las de los rojos requieren de dos años para madurar (bellotas de bianuales, ciclo reproductivo de tres años) (Zavala y García, 1996).

El fruto de los encinos está botánicamente caracterizado como una nuez asociada con un involucre en forma de copa (cúpula), se encuentra alrededor de la base del fruto maduro y está conectado a él; la cúpula cubre total o parcialmente a la nuez durante su madurez (Zavala y García, 1996). La nuez de los encinos es unilocular y contiene una semilla carente de endospermo, con embrión recto y dos cotiledones, los otros cinco óvulos son abortados (Bonner y Vozzo, 1987).

Una vez en el suelo las bellotas logradas son consumidas por roedores y aves; algunas especies de ellos, actúan como diseminadores al almacenar las bellotas, a veces a una distancia considerable del árbol productor (Pulido, 2002). Además pueden ser atacadas por insectos y hongos, o bien pueden deshidratarse rápidamente perdiendo su viabilidad en poco tiempo (Figueroa *et al*, 1995).

La germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas ocurren en la primavera siguiente a la dispersión, existiendo una amplia variabilidad fenológica en función del clima y el hábito perenne o caducifolio (Pulido, 2002).

Esto último debe considerarse con cierta precaución; en realidad se ha observado que una vez dispersadas las semillas, germinan casi de inmediato, como producto de su carácter recalcitrante, ya que al quedar expuestas en el suelo son susceptibles de la pérdida de humedad. Forman así bancos de plántulas.

Zavala y García (1996) mencionan que son las bellotas de los encinos blancos quienes germinan casi inmediatamente después de la dispersión, y que en el caso de las bellotas provenientes de encinos rojos lo hacen hasta la primavera siguiente.

Finalmente en las fases de establecimiento y reclutamiento, las plántulas y brinzales leñosos, sufren la defoliación y el daño mecánico por parte de invertebrados y mamíferos ramoneadores así como los efectos desfavorables de la sequía y la competencia del sotobosque (Pulido, 2002). El principal factor que afecta la sobrevivencia y desarrollo de las plántulas de encinos puede ser la cantidad de luz disponible que llega al piso forestal (López-Barrera, 1998).

Por otra parte los encinos poseen también una alta capacidad de regeneración a partir del rebrote de raíz y tocón (reproducción vegetativa); en el caso de *Quercus*, este tipo reproducción se ha visto asociada a casos de disturbio causados principalmente por tala y pastoreo (Ramírez y Hernández, 1995). Sin embargo se considera que encinos adultos con fustes torcidos y/o ubicados en grupos son originados por rebrote de raíz (Fischer y López, 1995), lo que significa que este tipo de regeneración es también una condición natural (Fig. 3).

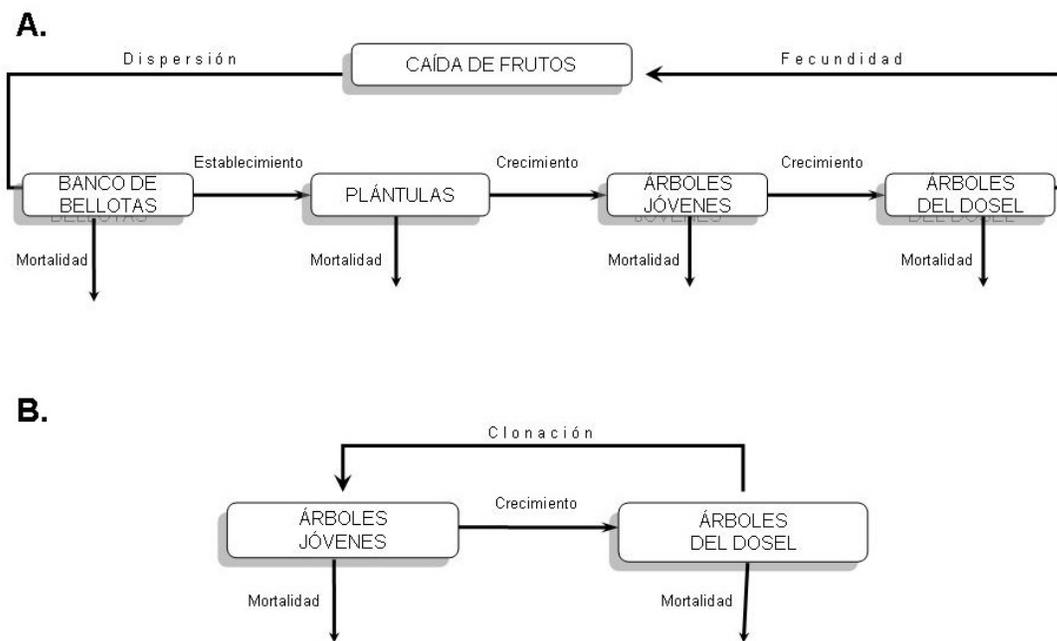


Fig. 3 Esquemización de la regeneración en individuos de *Quercus* spp. A. Regeneración por reproducción sexual; B. Regeneración por reproducción asexual. Tomado de Clark *et al.* (1999). Modificado.

En general se considera que la reproducción sexual es la materia prima para la respuesta de la especie a las condiciones ambientales heterogéneas o cambiantes (Grant, 1989). Por su parte la reproducción asexual constituye una ventaja en un ambiente más o menos estable (“restricción ecológica”) debido a que con este mecanismo se evita o se reduce al mínimo la formación de tipos recombinados mal adaptados (Grant, 1989; Zavala,

1996) sin embargo, pueden responder catastróficamente ante cambios ambientales bruscos (Zavala, 1996).

En plantas perennes, una abundante producción de semilla se combina frecuentemente con una limitada propagación vegetativa y a la inversa, una propagación vegetativa abundante se asocia muchas veces con una escasa producción de semilla (Grant, 1989). Al parecer los encinos caducifolios no se excluyen de este hecho por lo que es necesario explorar los factores que originan este comportamiento.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LOS BOSQUES DE ENCINO

Los encinares representan uno de los ecosistemas más importantes de México dada su amplia distribución y diversidad de especies (Reyes y Gama-Castro, 1995); junto con los bosques de coníferas contribuyen con casi una cuarta parte de la flora del país (Rzedowski, 1991).

Quercus puede presentarse en bosques puros de encinos dominados por una o varias de sus especies, sin embargo, frecuentemente se les encuentra dentro de la misma comunidad como codominantes con otros árboles como *Pinus*, *Abies*, *Arbutus*, *Buddleia*, *Cercocarpus*, *Cupressus*, *Fraxinus*, *Garrya*, *Juglans*, *Juniperus*, *Platanus*, *Populus*, *Psedoustuga* y *Salix*, entre otros (Rzedowski, 1978, Bello y Labat, 1987).

La diversidad de factores (pendiente, exposición, régimen climático, entre otros) que influyen en la distribución de los encinos es muy amplia y varía de acuerdo a la especie², es por ello que no se puede hacer una descripción general y sólo cabe mencionar que se les encuentra típicamente asociados a suelos de reacción ácida moderada, textura variable de arcilla a arena y color rojo, café, amarillillo, negro o gris (Ángeles, 1998).

El género *Quercus* es muy importante en el almacenamiento de carbono, en los ciclos del agua (son participantes activos en la infiltración) y el oxígeno en la biosfera debido a su amplia distribución geográfica, tanto a escala mundial como nacional (Baes *et al.*, 1977; Woodwell *et al.*, 1978 citados por Mur, 2003).

Desde el punto de vista ecológico los encinos también son importantes para la restauración y el mejoramiento de suelos y es evidente su relevancia en las interacciones bióticas, puesto que constituyen el hábitat y alimento de una innumerable cantidad de

² Zavala (2002) realiza un breve esbozo acerca de la distribución de encinos en México y el mundo, de acuerdo a ciertos factores.

especies de plantas y animales (Figueroa y Olvera, 2000). Esto no debe olvidarse, ya que se ha señalado a artrópodos (defoliadores), aves y mamíferos (principalmente roedores), como causantes de grandes pérdidas de semilla, donde sólo pocas de ellas escapan de la destrucción y llegan o se mantienen en la etapa de plántula (Zavala, 1996; Zavala y García, 1996; López, 1998; Sun *et al*, 2004).

Un panorama así descrito propone a estos organismos como un problema en el tópico de la regeneración de encinos, dejando de lado el hecho de que son parte de las interacciones en la comunidad de los encinares y algunos de ellos se han reportado (Dihillion, 1999) como benéficos para el establecimiento de plántulas al participar activamente en la dispersión de semillas (Xiao *et al*; 2004).

La regeneración de las plantas es un proceso dinámico por el que nuevos individuos se incorporan a la población reproductora a medida que otros desaparecen como resultado de la mortalidad (Halpern, 1988). Este proceso implica una serie de transiciones entre estados (fruto, semilla, plántula, brinzal y adulto, en especies leñosas) durante los cuales factores bióticos y abióticos, así como las características intrínsecas de las especies, determinan el número de nuevos individuos adultos (Zavala, 1996; Pulido, 2002).

La regeneración de *Quercus*, como es de esperarse, está estrechamente ligada con las estrategias reproductivas de las especies; es por ello que su estudio se ha abordado desde el punto de vista de la reproducción vegetativa en bosques talados, y de la reproducción sexual en aquellos con cierto grado de conservación, estos últimos son los más abundantes (Fig. 3).

Clark *et al*, (1999) realizan un esbozo acerca de la forma en que se ha venido trabajando el reclutamiento de individuos en los bosques, señalan que en la mayoría de trabajos sólo se considera un estadio de desarrollo de los árboles (probablemente debido al tiempo); habiendo enfoques en la producción de semillas (fecundidad), su dispersión e incorporación de plántulas, y orientaciones en las condiciones necesarias del micrositio para la incorporación de árboles jóvenes; ésta última perspectiva asume que el reclutamiento no depende de los árboles adultos y no siempre consideran el origen de los nuevos individuos (reproducción sexual o vegetativa).

Estudios de regeneración por semilla muestran que la repoblación exitosa de encinos se debe a que las densidades de plántulas en el sotobosque son relativamente altas (Zavala, 1996), y que el reemplazo sucesional de encinos por encinos depende de las condiciones que favorecen su establecimiento a largo plazo, como la depredación de brinzales y semillas, la densidad del sotobosque, la luz, la humedad, la temperatura

(Rogers *et al.*; 1993 citado por Figueroa y Olvera, 2000) y las características el piso forestal (López, 1998).

Respecto a esto último se debe tener presente que la asociación con arbustos o herbáceas implica efectos competitivos por la luz, el agua y los nutrientes cuyos efectos negativos parecen manifestarse solamente en la reducción de crecimiento, y sin embargo los efectos negativos ocasionados por la ausencia del sotobosque acarrear normalmente una mortalidad acentuada de plántulas y brinzales (Pulido, 2002).

No debe perderse de vista la importancia de contextualizar la información obtenida respecto a la regeneración de árboles de encino y su asociación con hierbas y arbustos, ya que, en ambientes templado-secos o semiáridos pueden presentarse situaciones de nodrizaje al mismo tiempo que se incrementa la predación de semillas por roedores; y no así en bosques templado-húmedos donde hierbas y arbustos pueden representar serios competidores para las plántulas de encino (luz, humedad, minerales, entre otros) (Borchert *et al.*; 1989; Callaway, 1992; Schupp, 1995; Davis *et al.*; 1998; Gordon y Rice, 2000; Hernández, 2000; Pulido, 2002; Sun *et al.* 2004).

En general las especies del género *Quercus* son consideradas semitolerantes a la sombra debido a que en el estadio de brinzal requieren claros para crecer y desarrollarse (no importa si provienen de semilla, tocón o raíz); ya en el estadio de juvenil y de adulto sus requerimientos de luz disminuyen (Jardel *et al.*; 1995; Collet y Frochot, 1996; Camacho *et al.*; 2000; Figueroa y Olvera, 2000; Gordon y Rice, 2000; Schumann *et al.* 2003).

EL ESTUDIO DE SEMILLAS Y SU GERMINACIÓN

Los métodos empleados para reforestar han tenido poco éxito, debido a que existe una alta mortalidad de las plantas una vez que pasan de los viveros a las condiciones de campo (Vázquez y Cervantes, 1993).

Esto último genera una interrogante de suma importancia: ¿Cuáles son los sitios en que se deben establecerse las plantas en una primera etapa? Uno de los enfoques manejados propone que esto debe estar directamente relacionado con los requerimientos necesarios para que sus semillas germinen, lo que a su vez guarda conexión con la trayectoria evolutiva de la planta, las condiciones en que maduró la semilla y los factores ambientales que intervienen durante su dispersión y permanencia en el banco de semillas (Chambers y McMahon, 1994). De ahí la creciente importancia del estudio de semillas con fines de restauración y/o recuperación de zonas.

Las semillas tienen mecanismos y estructuras sensibles a las condiciones ambientales que regulan la imbibición y asegura que la germinación se presente bajo condiciones favorables (González y Orozco, 2000). Se sabe la importancia que tiene el agua (ambiente hídrico involucrado) tanto para que este proceso se lleve a cabo como para el establecimiento de la plántula, sin olvidar el contenido de humedad en la propia semilla.

Las semillas de los encinos se caracterizan, entre otras cosas por ser recalcitrantes³ (no ortodoxas), término que agrupa a semillas que necesitan retener un contenido de humedad relativamente alto (superior al 40 o 50 %) para continuar siendo viables (Black y Derek, 2000). En el caso particular de los encinos se han documentado diferencias de acuerdo al subgénero; en encinos blancos, las bellotas suelen mantener su viabilidad con contenidos de humedad del 40 - 45 %, mientras que en encinos rojos se mantiene en alrededor de 25 % (Glosing, 1989 citado por Zavala, 2004).

El embrión es una pequeña planta, que en la semilla madura, ha detenido su crecimiento y respira muy lentamente (Guevara y Hernández, 2005). Cuando encuentra las condiciones favorables para su crecimiento, el embrión empieza su desarrollo, a lo que se le conoce como germinación (Guevara y Hernández, 2005). La germinación de *Quercus* es de tipo hipógea, donde los cotiledones son estructuras de almacenamiento y permanecen enterradas en el suelo dentro del pericarpio del fruto; el crecimiento inicial del epicótilo da lugar a la formación del tallo y las hojas (Bonner y Vozzo, 1987; Zavala, 1996).

Este proceso implica el desarrollo del embrión en una plántula con una superficie foliar útil para realizar la fotosíntesis y con un sistema radicular apto para absorber agua y minerales del suelo (Guevara y Hernández, 2005, Niembro, 1988), convirtiéndola, en un ambiente favorable, en un individuo independiente capaz de transformarse en una planta madura, respondiendo a las adversidades del medio.

Un aspecto importante en el estudio de semillas es el almacenamiento, cuyo objetivo es mantenerlas viables desde que son recolectadas hasta el momento en que serán requeridas para la siembra. La duración del almacenamiento dependerá de las características propias de la semilla así como de las condiciones ambientales (Olvera, 2004).

La viabilidad de la semilla se ve afectada principalmente por el contenido de humedad de ésta, lo que a su vez está íntimamente relacionado con la temperatura y la atmósfera de almacenamiento (Hartmann y Kester 1991).

³ Las semillas recalcitrantes carecen de dormancia, y el desarrollo de la semilla, la germinación y el establecimiento representan un continuo (Black y Derek, 2000).

El almacenamiento de semillas recalcitrantes debe hacerse en lugares donde se realice un adecuado intercambio gaseoso para evitar el calentamiento de semillas, además de que requieren de la existencia de oxígeno para mantener su viabilidad y una adecuada proporción de humedad (Hartmann y Kester, 1991). Es precisamente este hecho lo que dificulta el almacenamiento de semillas no ortodoxas debido a que están propensas a la actividad de hongos, insectos o bien a la propia germinación.

El almacenamiento de semillas de *Quercus* es importante para su protección y debe ser considerado en los tratamientos para la repoblación de encinos (Zavala, 1996). Aún cuando estas semillas sean almacenadas en condiciones de humedad, su periodo de vida es frecuentemente breve y en el caso de los encinos rojos ocasionalmente se exceden los seis meses de almacenamiento; se recomienda almacenar bellotas de encinos blancos sólo por periodos de días o semanas (Young y Young, 1992 citado por Zavala 2004; Zavala, 1996)

El tópico de las semillas es muy vasto, sin embargo, nos resta por esbozar aunque de manera breve y sólo en lo que concierne a este trabajo, el fenómeno de latencia, los tratamientos pre-germinativos y por último las variables de respuesta germinativa.

La latencia se puede definir como el estado de crecimiento y metabolismo suspendidos que puede ser impuesta en diferentes épocas de la vida de una semilla (Bidwell, 1979 citado por Guevara y Hernández, 2005).

González y Orozco (2000), advierten que los intrincados y diversos mecanismos de latencia que se presentan en las semillas son el resultado de su evolución, ya que han seleccionado diversas formas de obtener información del ambiente para asegurar las condiciones favorables para el establecimiento de las plántulas

La latencia puede ser primaria o secundaria (inducida) y en el caso de los encinos se presenta la primera; este tipo de latencia se establece durante el desarrollo ontogénico de la semilla, por lo que durante la dispersión ya se encuentra en estado latente (Guevara y Hernández, 2005).

Hablando específicamente, los encinos muestran una latencia primaria del tipo exógena o del pericarpo, donde se presenta una barrera físico-mecánica que exhibe una impermeabilidad al agua por parte de la cubierta dura (pericarpo) y una resistencia mecánica al crecimiento del embrión (Guevara y Hernández, 2005).

La salida del estado de latencia requiere, en determinados casos, algunos estímulos ambientales después de la maduración, tales como la luz o las bajas temperaturas. Sin embargo, existen también una gama de tratamientos pre-germinativos

útiles para ello, de los cuales sólo nos referiremos al de nuestro interés, la escarificación mecánica.

El objetivo de la escarificación mecánica es modificar las cubiertas duras e impermeables de las semillas. Escarificación es cualquier proceso de ruptura, rayado o alteración mecánica de las cubiertas de la semilla para hacerlas permeables al agua o a los gases (Hartmann, 1980). Es útil también el remojo en agua cuyo propósito es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, ablandar las semillas y reducir el tiempo de germinación (Hartmann, 1980).

En cuanto a la germinación como proceso, siempre se requiere caracterizar el grado de germinabilidad para cada lote de semillas según la especie, la variabilidad de la población y/o las condiciones ambientales en que germinan las semillas (González y Orozco, 1996). Dicho grado de germinabilidad necesita ser descrito, ya sea gráfica o numéricamente para establecer la calidad de la semilla, para planear las labores de cultivo o bien para estudiar la respuesta a la aplicación de tratamientos (Camacho y Morales, 1992).

La respuesta germinativa de las poblaciones de semillas pueden variar en los siguientes aspectos: a) capacidad germinativa (proporción de semillas capaces de germinar en condiciones óptimas o en una condición determinada); b) distribución de la germinación en el tiempo (tasa y/o velocidad de germinación); c) tiempo en que germina la primera semilla; d) tiempo promedio de germinación para la muestra o la población; e) uniformidad, simultaneidad o sincronía de la germinación (variabilidad alrededor del tiempo medio de la germinación) (González y Orozco, 1996). Estos son los lineamientos considerados por Camacho y Morales⁴ (1992) para la caracterización del proceso germinativo y los cuales se emplean en este estudio.

EL ESTUDIO DE COMUNIDADES VEGETALES

El estudio de la vegetación es uno de los objetivos más importantes de la ecología, su caracterización y el conocimiento que de esta se obtenga, debe servir de base para centrar las políticas científicas de aprovechamiento de este recurso (Granados. y Tapia, 1983).

El estudio de las comunidades resulta complicado debido a la dificultad de establecer los límites de ella; en realidad una comunidad no tiene límites bien definidos; es

⁴ Los índices de estos autores se tratan con mayor detalle en la sección de material y método.

por ello que se ha convenido en que es el propio investigador quien los establece de acuerdo a su objeto de estudio.

Buena parte de los trabajos ecológicos vegetacionales realizados han sido dirigidos hacia la descripción de la vegetación. Antes de iniciar cualquier trabajo serio y/o detallado, es necesario conocer qué especies están presentes, cuál es su distribución y el grado relativo de abundancia de cada una de ellas. Información adicional sobre la morfología de las especies características del área y un acercamiento general del ambiente son también esenciales (Kershaw, 1973). De esta forma, la composición florística expresada simplemente como una lista de especies, la composición de las formas de vida y la estructura de la vegetación son bases necesarias de todo trabajo ecológico (Kershaw, 1973).

La estructura de la vegetación está definida por tres componentes: el arreglo vertical de las especies, por ejemplo la estratificación; el arreglo horizontal de las mismas, como la distribución y la abundancia de cada una de ellas (Kershaw, 1973).

Una de las maneras más adecuadas para esbozar tanto el arreglo vertical como el horizontal dentro de una comunidad es la utilización de perfiles. Kershaw (1973) menciona que el método de descripción de la estratificación de la vegetación boscosa es debida a Davis y Richards (1933; 1994) quienes construyeron a escala, diagramas de perfil tomados de una muestra (franja) de un bosque tropical.

La vía más rápida y simple para describir la vegetación en cuanto a la abundancia es presentar una lista de las especies que se encuentran dentro del área muestreada y asignar a cada especie, una medida subjetiva de su abundancia (lo más empleado en la escuela Británica es asignar clases de dominancia, abundancia, frecuencia, cobertura entre otros) (Kershaw, 1973), o simplemente basarse en la presencia o ausencia de las especies (Matteucci y Colma, 1982).

Existe un considerable grado de error inherente a la evaluación subjetiva de la abundancia y es necesaria la utilización de medidas cuantitativas para describir la vegetación (Kershaw, 1973).

Las medidas cuantitativas básicas son densidad, cobertura y frecuencia. La densidad es el número de individuos dentro de un área determinada; la cobertura está definida como la proporción de suelo ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies bajo consideración y la frecuencia, es una medida de la probabilidad de encontrar a una especie dentro de un área dada.

En resumen, una comunidad es analizada y caracterizada mediante la composición de atributos que son exclusivos de la unidad que representa la comunidad (Matteucci y

Colma, 1982). Dichos atributos son las distintas categorías de las plantas que la componen; en este caso usamos una categoría florística, las especies. Las comunidades se diferencian y caracterizan por la presencia de determinadas categorías o la ausencia de otras -análisis cualitativo- y por la cantidad o abundancia relativa de cada una de ellas -análisis cuantitativo- (Matteucci y Colma, 1982).

Las variables como: frecuencia, densidad, cobertura, área basal, entre otras, constituyen estimaciones que describen el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o la dominancia de las categorías vegetales en la comunidad (Matteucci y Colma, 1982).

Por otro lado, medidas integrativas tales como la diversidad y/o los índices de importancia son valores ecológicos métricos útiles para simplificar, caracterizar, y comparar la complejidad de las comunidades (Schumann *et al.*, 2003; Granados y Tapia, 1983).

El estudio de las comunidades vegetales puede ser tan completo y profundo como se pretenda, teniendo siempre presente el objetivo de dicho estudio.

Actualmente todos los trabajos que conllevan tópicos inherentes al manejo de los recursos forestales, están fundamentados en análisis de clasificación, ordenación e incluso cada vez más en proyecciones hechas a partir de sistemas de información geográfica; sin embargo, se reitera la importancia de realizar la caracterización básica de las comunidades vegetales en cuestión, antes de realizar estudios más detallados.

ANTECEDENTES

En general, los trabajos sobre los encinos abordan diversos tópicos, los más importantes son: los ecológicos con orientación de manejo y/o silvicultura, los de germinación de semillas con fines de propagación, los de tipo florístico y taxonómico y los estudios de propiedades de la madera. Dichas investigaciones se han realizado en varias especies dentro de las cuales figuran *Q. crassifolia* y *Q. candicans*.

Estas especies han sido calificadas por la mayoría de los autores como de amplia distribución. Sin embargo, son escasos los trabajos encontrados sobre ellas; siendo la mayoría de tipo florístico y casi nulos, los de crecimiento y desarrollo en vivero. De igual forma, son pocos los estudios que involucran a ambas especies, lo que resulta extraño, ya que frecuentemente co-habitan en los bosques.

A continuación se listan los trabajos recopilados acerca de las especies objetivo de este estudio.

ESTUDIOS FLORÍSTICOS Y ECOLÓGICOS

Mass (1985), recopiló datos de ecología, fenología, reproducción, existencias volumétricas e incrementos en diámetro de cuatro especies de encino, entre ellas *Q. candicans* y *Q. crassifolia*. La primera mostró mayor incremento anual en diámetro y volumen por categoría diamétrica.

Vela (1985), revisó la relación que guardan trece especies de encino con siete especies de pino, relacionando especies de *Quercus* y algunos factores fisiográficos y edáficos, con el fin de detectar los factores ecológicos que determinan su distribución en la meseta Tarasca. *Q. candicans* y *Q. crassifolia* no presentan asociaciones exclusivas, además esta última mostró preferencia por pendientes de 41-60 ° y suelos someros. *Q. candicans* está frecuentemente en suelos café rojizos.

Madrigal (1990), realizó una revisión bibliográfica y de ejemplares de herbario de *Q. crassifolia* con el propósito de integrar una monografía (sinonimia, nombres, distribución, clima, hábitat, suelo, características de la madera, aprovechamientos, entre otros). Además evalúa frecuencia, densidad, dominancia e índice de importancia de esta especie en cinco localidades del estado de Veracruz; y hace observaciones sobre el origen de plántulas (rebotes o semillas) en los mismos sitios. Concluyó que *Q. crassifolia* es una especie de lento crecimiento y de amplia distribución al presentarse en 18 estados

del país y muy especialmente en el Eje Neovolcánico Transversal, indicando que es una especie integrante de los estratos inferiores en bosque de oyamel, bosque de pino-encino, bosque de encino y bosque de afinidad mesófila. Recomienda establecer plantaciones de esta especie con fines de recuperación y protección de suelos.

Figueroa *et al.*; (1995), dan a conocer la fenología de cuatro especies de *Quercus* (*Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*) en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Obtuvieron que el patrón fenológico de las especies depende de los periodos estacionales, la precipitación y la temperatura, resultando que *Q. candicans* y *Q. castanea* tienen requerimientos estrictos de humedad para fructificar.

González *et al.* (1995) contribuye al conocimiento de los encinos de Durango, para ello discute algunos de los problemas relacionados con la explotación de las especies de *Quercus* en dicha entidad, así como datos de su ecología y distribución. Destaca la presencia en bosque mesófilo de montaña y en cañadas o laderas húmedas de *Q. candicans* y *Q. crassifolia*; ésta última también se encuentra como dominante en los bosques semi-secos de algunas partes bajas.

Jardel *et al.*; (1995) realizó observaciones para la conservación y manejo de los encinos en un bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Manantlán. Encontró que los encinos están entre los elementos dominantes del estrato arbóreo y dentro de ellos, *Q. candicans* es una de las especies más importantes representado por individuos de diámetros mayores a 50 cm y alturas de 25 a 30 metros. También observó que la regeneración de los encinos no es muy abundante y que aparece en sitios con claros en el dosel.

Gama-Castro y Reyes (1995), hicieron una caracterización de la variación del medio donde se distribuyen a nivel nacional los bosques de encino y encino-pino; para ello ejemplifica la variación de los factores del medio donde crecen, usando como referencia cuatro especies de amplia distribución (*Q. laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. castanea* y *Q. candicans*). Encontrando que la variación en profundidad, drenaje, textura, retención de humedad y permeabilidad son determinantes en la distribución de los encinos, así como en la variación anatómica de la madera.

Zavala (1995), analizó mediante las variables más comúnmente usadas en la sinecología vegetal (densidad, dominancia, frecuencia e índice o valor de importancia) un bosque de encino en el Parque Nacional "El Chico". La especie ecológicamente más importante fue *Q. crassifolia*, quien se caracterizó por estar en las clases diamétricas más pequeñas, por su comportamiento subcaducifolio y habitar en zonas relativamente secas.

Figueroa y Olvera (2000) efectuaron un estudio de la dinámica de composición de

especies en bosques de encino dominados por *Q. crassipes*, una de las especies acompañantes del rodal es *Q. candicans*. Ellos indican que la dinámica de los rodales analizados se manifiesta principalmente por cambios en estructura, específicamente en densidad; y que los cambios en composición de especies, tanto en sotobosque como en el dosel fueron mínimos durante un periodo de tres años en que se hizo el trabajo.

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

Valencia (2004), realizó un catálogo de encinos del estado de Guerrero donde analiza la distribución espacial de las especies en relación a algunas variables ambientales de fácil identificación regional como altitud, latitud, tipo de vegetación y región fisiográfica en que se presentan. *Q. candicans* es una de las especies que presenta mayor distribución en el estado de Guerrero, no faltando *Q. crassifolia*; ambas especies se distribuyen en América Central.

ESTUDIOS EN SEMILLAS

López (2004), realizó un estudio con bellotas de *Q. candicans* y *Q. crassipes* en el cual evalúa la diversidad de insectos y niveles de daño en los frutos, analiza la asociación entre tipos de daños (insectos, hongos y daño mecánico), determina el papel del tamaño de la semilla sobre la probabilidad de ser dañada y valora el efecto del daño sobre la germinación y crecimiento de plántulas. Concluye que los niveles de daño por distintos factores dependen tanto del tamaño de las bellotas como del grosor de la testa (siendo *Q. candicans* menos susceptible), y que el daño causado por hongos, insectos y fuentes mecánicas son interdependientes, lo que tiene consecuencias desfavorables en la germinación de las bellotas.

Zavala (2004), determina y compara la dinámica de la pérdida de humedad y su relación con la germinación de bellotas de nueve especies de encinos del centro del país, uno de ellos *Q. crassifolia*. Encontró que en todas las especies el contenido de humedad de las bellotas disminuyó en más del 50% durante las primeras dos a tres semanas de exposición a condiciones ambientales semejantes a las de perturbación en bosques (suelo desnudo, humedad relativa de 40 a 50 % y temperatura media entre 18 y 20 °C), *Q.*

crassifolia destacó con la mayor pérdida de humedad. Se concluye que al disminuir la humedad la viabilidad disminuye de manera diferencial en las especies.

Un aspecto importante a considerar es la potencialidad de uso de la madera de encino. Al respecto se han efectuado diversos trabajos, uno de ellos el realizado por Pérez (2000), quien estudia la relación de la estructura anatómica con las propiedades físico-mecánicas de la madera de algunas especies mexicanas de encinos, dentro de ellas figuran *Q. candicans* y *Q. crassifolia*. Concluye que el tipo de células, abundancia, tamaño, arreglo, composición química y estructura física, determinan las propiedades macroscópicas (color, albura y duramen), físicas y mecánicas de la madera y que en conjunto determinan su calidad y comportamiento. *Q. candicans* destaca por presentar dos tipos de porosidad y baja densidad y flexibilidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al conocimiento de la ecología de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia* en diferentes bosques de encino del Estado de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir el hábitat, en los aspectos florístico y ecológico, de *Quercus crassifolia* y *Quercus candicans* en dos comunidades de bosque en el Estado de México.
- Evaluar la capacidad de propagación en vivero, de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia*, mediante el estudio de su germinación y sobrevivencia.
- Describir el crecimiento y desarrollo en vivero, de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia*.

MATERIAL Y MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

Se realizó un recorrido preeliminar en las zonas Boscosas de algunos municipios de la zona norte (Z.N) y sur (Z.S.) del Estado de México; durante el cual se buscaron sitios de distribución de las especies en estudio, cuyo estado fuese lo menos perturbado posible. Con base en lo anterior, las áreas de estudio quedaron ubicadas en el municipio de Villa del Carbón (Z.N.), localidad “Llano del Hüilo” y en el municipio de Temascaltepec (Z.S.), localidad “Cieneguillas”.

Establecimiento de cuadros y toma de datos

Se llevó a cabo un muestreo preferencial, por lo que en cada una de las localidades (norte y sur del Estado de México), se establecieron cinco cuadros de 200 m² en las zonas del bosque donde estuvieron presentes *Quercus crassifolia* y *Quercus candicans*. Los cuadros se ubicaron contra la pendiente y al azar con una distancia mínima entre cuadros de 10 metros, todos fueron referenciados con un geoposicionador. Se registraron la altitud, pendiente y orientación. Adicionalmente se hicieron estimaciones cualitativas *in situ* de suelo (profundidad de humus, hojarasca, presencia carbonatos y cantidad de materia orgánica).

En cada uno de los cuadros establecidos se realizaron mediciones de todas las especies que componen el estrato arbóreo; con ayuda de un flexómetro de 30 m se tomó la medida de la cobertura de la copa y diámetro a la altura del pecho (DAP); haciendo uso de una brújula y del mismo flexómetro se determinó la altura total de los individuos.

Dentro de los mismos cuadros se limitó un área de 100 m², en la cual se midieron la altura total y cobertura de las especies del estrato arbustivo.

Se consideró como árbol a todos aquellos individuos con crecimiento secundario y con un sólo eje como tallo desde la base (fuste). Se consideraron como arbustos a los individuos con crecimiento secundario y con ramificación desde la base.

Caracterización florística

Para la caracterización florística de las comunidades de *Quercus crassifolia* y *Quercus candicans*, en cada sitio de muestreo, Z.N. y Z.S., se realizó el levantamiento florístico de los tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Esto se hizo dentro de los cuadros establecidos y regiones adyacentes, durante el transcurso de un año, tanto en la época seca como en la de lluvias (recolección de ejemplares cada cuatro meses).

Recolección de frutos

Durante el mes de Septiembre se realizó la recolección de frutos (bellotas) de ambas especies; ésta se hizo de diferentes individuos y bajo sus copas para garantizar que las bellotas colectadas correspondieran a las dos especies; además, se efectuó en lugares donde no había otras especies. Se tomaron y herborizaron ejemplares de los árboles progenitores de las semillas recolectadas.

TRABAJO DE LABORATORIO

Determinación de ejemplares recolectados

Con el uso de literatura especializada se realizó la determinación taxonómica de los ejemplares recolectados. Posteriormente se llevó a cabo su comparación en los herbarios (IZTA), de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala y (ENCB) de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Una vez corroboradas las especies se integraron los listados florísticos de las localidades de estudio.

Peso de frutos

Las bellotas de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia* recolectadas fueron transportadas al laboratorio, se lavaron con agua corriente y se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 15% durante quince minutos. Transcurrido el tiempo se escurrieron y colocaron en una superficie plana; una vez secas se tomaron al azar 100 frutos de cada especie y se registro el peso de cada uno de ellos.

Prueba de germinación

Para realizar la prueba de germinación parte de los frutos fueron tratados previamente, se remojaron en agua destilada durante 24 horas para el caso de *Q. crassifolia* y de 48 horas para el de *Q. candicans*. Posteriormente para extraer la semilla, se escarificaron de manera mecánica con navajas cutter sobre una superficie de papel blanco. Se tomaron al azar 100 semillas de cada especie y se registró el peso de cada una de ellas.

Los lotes (repeticiones) de semillas fueron establecidos en cajas de plástico tipo domo; el número de lotes y de semillas por repetición fue determinado en virtud de la cantidad de frutos disponibles; siendo establecidos cinco lotes de 45 semillas para *Q. candicans* y seis lotes de 50 semillas para *Q. crassifolia*. El sustrato usado consistió en papel secante blanco embebido con agua destilada evitando así la deshidratación de los embriones.

Con el fin de mantener uniformes las condiciones de luz y temperatura en todos los domos, se colocaron y mantuvieron en cámara de crecimiento a una temperatura de 25 °C, humedad a imbibición y foto periodo de 12 horas luz/12 oscuridad; esto durante el tiempo necesario para que la muestra de semillas alcanzara el 100% de germinación. Diariamente se efectuó el registro del número de semillas germinadas. Se consideró como semilla germinada a aquellas cuya longitud de radícula fuese igual o mayor a 1 mm.

Prueba de viabilidad

El resto de los frutos fueron mantenidos dentro de recipientes de plástico y en refrigeración.

Con el propósito de monitorear su viabilidad después de periodos de almacenamiento; cada tres meses, durante un año, se extrajo de cada especie el número de frutos correspondientes a un lote (50 semillas), y se procesaron bajo los mismos procedimientos ya especificados.

Crecimiento en cámara de germinación

Una vez iniciada la germinación y durante el tiempo en que los lotes establecidos fueron mantenidos en cámara de crecimiento, se describieron las estructuras que

aparecieron a través del tiempo como son radícula, hipocotilo, epicotilo, y hojas; registrando el día de su emergencia y midiendo cada tercer día su longitud; esto durante el tiempo que alcanzaron el 100 % de germinación.

TRABAJO EN VIVERO

Evaluación de la sobrevivencia

Se realizó el monitoreo de la sobrevivencia de plantas en condiciones de vivero para lo cual; después que todas las semillas germinaron y con el propósito de podar la raíz, las plántulas fueron transplantadas en recipientes sin fondo con suelo de bosque de encino. Dichos recipientes se colocaron en camas de malla de alambre dentro de una casa de sombra en el Jardín Botánico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I).

En el momento en que los tallos de las plantas alcanzaron 10 - 15 cm de longitud se realizó un transplante a bolsa negra de plástico.

Se aplicaron riegos normales cada tercer día durante la época seca y riegos complementarios durante la época de lluvias debido a que se aprovechó la precipitación de dicha época.

Crecimiento *ex situ* (post-emergente)

El crecimiento, en condiciones de vivero, de las plántulas emergidas fue monitoreado realizando mediciones, cada dos semanas (durante los tres primeros meses) del grosor y largo del tallo, así como del número y dimensiones de las hojas (largo y ancho). Cada mes se registró durante los tres meses siguientes, el grosor y altura del tallo, el número de hojas, la cobertura de la planta y el largo y ancho de la hoja más pequeña y de la más grande. La última medición se hizo a los 14 meses de edad.

ANÁLISIS DE DATOS

Estructura de comunidades

Para el análisis de estructura se obtuvieron las siguientes variables¹. Estrato arbóreo: diversidad (Simpson), frecuencia, frecuencia relativa, cobertura, cobertura relativa, abundancia, densidad, densidad relativa, área basal y área basal relativa. Con tales datos se estimó un valor de importancia relativa (Matteucci y Colma, 1982; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002) para las especies encontradas.

Estrato arbustivo: diversidad (Simpson), frecuencia, frecuencia relativa, densidad, densidad relativa, cobertura y cobertura relativa (Oliveros-Galindo, 2000). Con tales datos se estimó un valor de importancia Relativa (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002) para las especies encontradas.

Para complementar el análisis de estructura, además del listado florístico para cada localidad (Z.N. y Z. S.), se integró un perfil estructural de la flora registrada en los estratos arbóreo y arbustivo, usando la pared de 20 m de cada uno de los cuadros establecidos.

Peso de frutos y semillas

Los datos de peso obtenidos de 100 frutos y 100 semillas para cada especie, fueron empleados para la realización de una prueba de ANOVA anidado ($p \leq 0.05$) (efectuado con Excel MTB / w versión 14 y Statgraphics / w versión 5.1); esto con el objeto de establecer la diferencia entre frutos y semillas de cada especie.

Germinación

Se determinó el comportamiento germinativo de acuerdo con lo propuesto por Camacho y Morales (1992), calculando los siguientes índices²:

A) Capacidad germinativa o porcentaje de germinación a diferentes tiempos (T0= establecimiento, T1= 3er día, T2= 6to día, T3= 9º día, etc.), que evalúa la relación

¹ Ver apéndice III (formulario).

² Ver apéndice I (formulario).

existente entre el número total de semillas germinadas y el número de semillas sembradas.

B) Tiempo medio de germinación que es el tiempo promedio que las semillas tardan en germinar.

C) Uniformidad germinativa que es la cercanía entre los tiempos de germinación de las semillas; es decir, el tiempo que transcurre entre las primeras germinaciones y las últimas. Para ello se emplea la desviación típica del tiempo de germinación.

D) Calidad germinativa (Índice de Maguire), es un índice apto para ponderar las características de la curva germinativa, por lo que funge también como una medida de velocidad.

Para determinar la significancia entre dichos índices se utilizó una prueba t-student para muestras independientes ($p \leq 0.05$).

En la fase de viabilidad: Con el propósito de describir los cambios que sufre el proceso de germinación después de periodos de almacenamiento de semillas, se calcularon los índices de germinación antes descritos, teniendo así variables que permiten la comparación.

Crecimiento en cámara de germinación

Se ajustaron diferentes funciones para determinar el tipo de relación existente entre las variables: tiempo y longitud de radícula. Se utilizó el valor de R^2 para determinar si el ajuste es o no adecuado. Finalmente se realizaron gráficos de dispersión para los modelos obtenidos. Este análisis fue hecho con Excel MTB / w versión 14 y Statgraphics / w versión 5.1.

Crecimiento *ex situ* (post-emergente)

Con las mediciones obtenidas durante los seis meses de monitoreo, se ajustaron diferentes funciones para determinar la relación existente entre las variables diámetro, altura del tallo y número de hojas. Del mismo modo se realizó un ajuste de funciones para establecer la relación de las variables cobertura, largo y ancho de las hojas.

Se utilizó el valor de R^2 para determinar si el ajuste es o no adecuado. Finalmente se realizaron gráficos de dispersión para los modelos obtenidos.

Adicionalmente se realizó una prueba de comparación de pendientes para determinar si existía alguna diferencia entre hojas grandes y pequeñas respecto al ancho y largo contra la cobertura de las plantas.

Este análisis fue hecho con Excel MTB / w versión 14 y Statgraphics / w versión 5.1.

Comparación de las especies

Se realizaron gráficos de líneas para ilustrar y comparar entre *Q. candicans* y *Q. crassifolia* los porcentajes de germinación, sobrevivencia y crecimiento de plántulas a través del tiempo; y de distribución de las frecuencias para exponer la composición florística de las localidades de estudio y algunas de sus cualidades (clases diamétricas, y cobertura de las especies por estrato).

Descripciones morfológicas

Para cada una de las especies se hizo la descripción morfológica de las plantas a los 3, 6, 9 y 12 meses de edad. La descripción más detallada fue la de un año describiendo la arquitectura foliar de acuerdo con Hickey (1974), para ello se diafanizaron³ hojas. Se prepararon ejemplares de herbario de las plantas a estas edades. Adicionalmente se describió la arquitectura foliar de individuos adultos.

Descripción del crecimiento y desarrollo

Durante todo el proceso de desarrollo de los nuevos individuos de las especies de estudio, obtenidos a partir de semillas; se realizaron observaciones cualitativas, con las cuáles se integró una descripción de su desarrollo. En la fase de germinación se registraron características como cambios de color en la semilla, cotiledones, radícula, epicotilo, entre otras. En la fase de vivero se hicieron observaciones en lo que respecta a características de hojas y tallo registrando colores, texturas, daños, incrementos, entre otros. Se observaron también las diferencias entre individuos de la misma especie y su probable relación con la ubicación de las plantas en vivero.

³ Ver apéndice II (técnica empleada).

RESULTADOS

ESTUDIO FLORÍSTICO-ECOLÓGICO

Antes de iniciar la exposición de lo hallado en el estudio florístico-ecológico se debe mencionar que la vegetación de la localidad perteneciente a la zona sur del Estado de México, municipio de Temascaltepec, fue catalogada en este estudio como bosque de afinidad méxica. Esto responde principalmente a la composición florística del estrato arbóreo y a la cartografía empleada, donde los puntos de muestreo se localizan en bosque mesófilo de montaña. Sin embargo, tal como se detalló en la descripción del área de estudio la zona de muestreo está ubicada en un área dominada tanto por este tipo de vegetación como por bosque natural de pino encino.

Atendiendo a la cartografía en lo subsiguiente referiremos esta localidad como vegetación de tipo bosque mesófilo de montaña, no sin tener presente que en la actualidad sólo presenta afinidad a este tipo de vegetación producto del disturbio existente y el cual se abordará posteriormente.

Composición florística de las comunidades

La composición florística de la comunidad vegetal de bosque mesófilo de montaña perteneciente al municipio de Temascaltepec estuvo integrada por 66 especies y 49 géneros propios de 35 familias. Por otro lado, la comunidad de bosque de pino-encino (Villa del Carbón) está compuesta por 70 especies y 55 géneros provenientes de 28 familias. Las comunidades estudiadas comparten 13 especies, 19 géneros y 18 familias (Fig. 8). La familia con el mayor número de especies, en ambas comunidades, es la Compositae seguida de la Leguminosae, Fagaceae y Gramineae.

Se buscó en la literatura los usos registrados para las especies encontradas en las comunidades estudiadas. En la zona sur el 25 % de la flora posee algún tipo de uso dentro del que destaca, el maderable en las especies arbóreas y el medicinal en las herbáceas y arbustivas. En la zona norte sólo el 20.5 % de la flora tiene registrado algún tipo de uso, destacando el maderable en las especies arbóreas y el medicinal en las herbáceas y arbustivas.

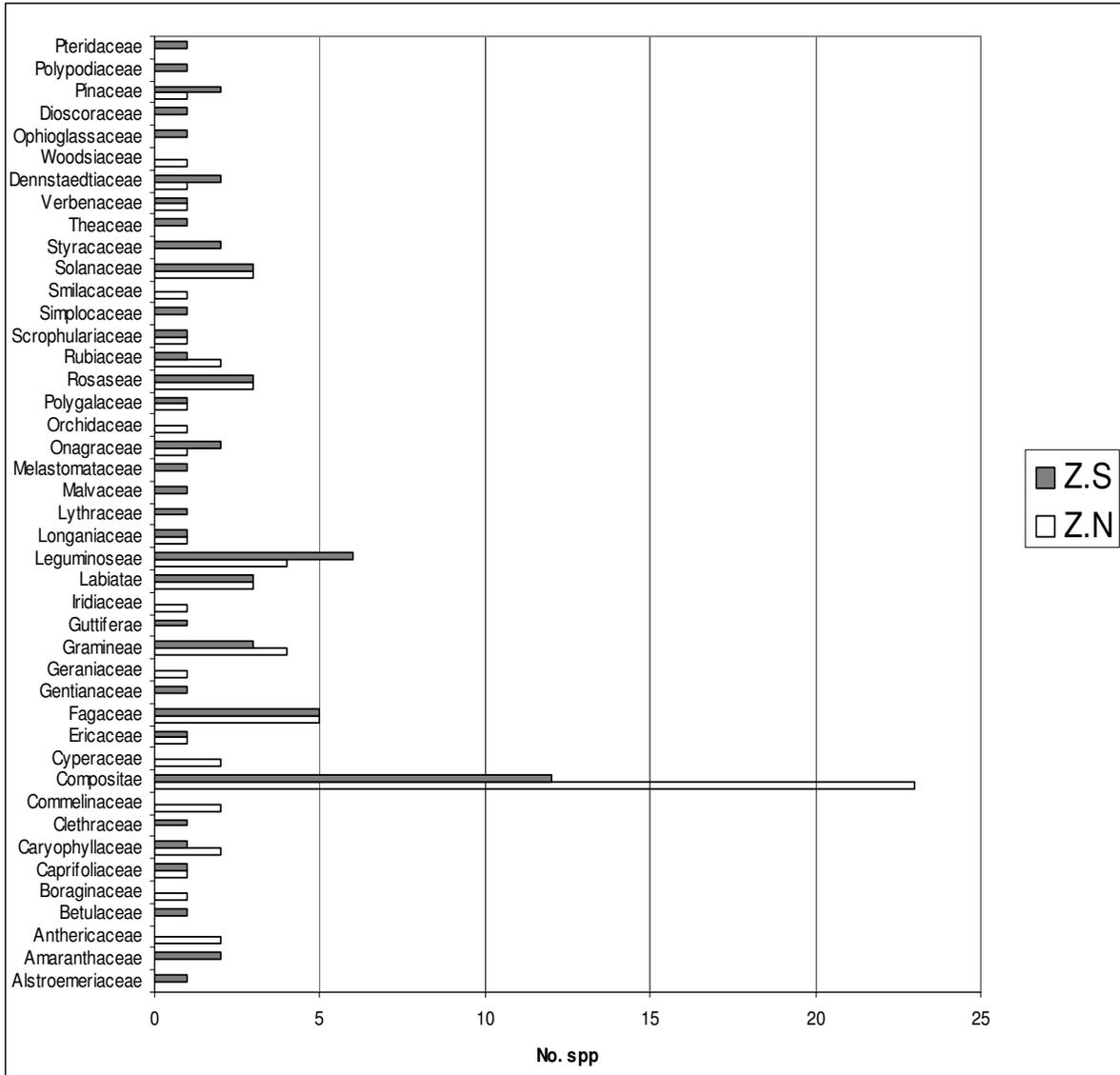


Fig. 8. Número de especies por familia presentes en las comunidades estudiadas.

- COMPOSICIÓN FLORÍSTICA del bosque de pino-encino (municipio de Villa del Carbón) en la zona Norte del Estado de México (Z.N.)

Nombre científico	Estrato	Usos
Anthericaceae		
<i>Echeandia longipedicellata</i> Cruden.	Herbáceo	Desconocido
<i>Echeandia</i> sp.	Herbáceo	Desconocido
Boraginaceae		
<i>Lasiarrhenum trinervium</i> (Lehm.) Turner	Herbáceo	Desconocido
Caprifoliaceae		
<i>Symphoricarpus microphyllus</i> H.B.K.	Arbustivo	Ornamental
Caryophyllaceae		
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb. In Mart.	Herbáceo	Desconocido
<i>Minuartia moehringioides</i> (Moc. & Sessé ex Ser.) Mattf.	Herbáceo	Desconocido
Commelinaceae		
<i>Commelina tuberosa</i> L.	Herbáceo	Medicinal
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav. var. <i>acaulis</i> C. B. Clarke	Herbáceo	Desconocido
<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav. var. <i>crassifolia</i>	Herbáceo	Desconocido
Compositae		
<i>Acourtia platyphylla</i> (A. Gray) Reveal & King.	Herbáceo	Desconocido
<i>Alloispermum scabrum</i> (Lag.) Rob.	Herbáceo	Desconocido
<i>Archibaccharis serratifolia</i> (H.B.K.) Blake	Herbáceo	Desconocido
<i>Arenaria lanuginosa</i> (michx.) Rohrb. In Mart.	Herbáceo	Desconocido
<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.	Arbustivo	Medicinal
<i>Baccharis heterophylla</i> H.B.K.	Arbustivo	Desconocido
<i>Bidens triplinervia</i> H.B.K.	Herbáceo	Medicinal, forrajeo
<i>Cirsium</i> aff. <i>acantholepis</i> (Hemsl.) Petraik.	Herbáceo	Desconocido
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	Herbáceo	Desconocido
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	Herbáceo	Comestible, ornamental
<i>Eupatorium</i> L. sp.	Herbáceo	Desconocido
<i>Eupatorium glabratum</i> H.B.K.	Arbustivo	Desconocido
<i>Eupatorium schaffneri</i> Sch. Bip.	Herbáceo	Desconocido
<i>Gnaphalium</i> L. sp.	Herbáceo	Medicinal

Nombre científico	Estrato	Usos
<i>Gnaphalium brachypterum</i> D.C.	Herbáceo	Desconocido
<i>Iostephane</i> Benth. <i>sp.</i>	Herbáceo	Medicinal
<i>Senecio</i> L. <i>spp.</i>	Herbáceo	Desconocido
<i>Senecio</i> L. <i>sinuatus</i> H.B.K.	Herbáceo	Desconocido
<i>Stevia</i> Cav. <i>sp.</i>	Herbáceo	Desconocido
<i>Stevia elongata</i> H.B.K.	Herbáceo	Desconocido
<i>Stevia elongata</i> H.B.K. var. <i>carascana</i>	Herbáceo	Desconocido
<i>Stevia elatior</i> H.B.K.	Herbáceo	Desconocido
<i>Stevia iltisiana</i> Grashoff.	Herbáceo	Desconocido
<i>Verbesina hypomalaca</i> Rob. & Greenm.	Herbáceo	Desconocido
Cyperaceae		
<i>Cyperus manimae</i> var. <i>divergens</i> (H.B.K.) Kükenthal	Herbáceo	Desconocido
<i>Carex longicaulis</i> Boeck.	Herbáceo	Desconocido
Ericaceae		
<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	Arbóreo	Maderable
Dennstaedtiaceae		
<i>Pteridium feei</i> (W. Schaffn ex Feé) Faull	Herbáceo	
Fagaceae		
<i>Quercus candicans</i> Neé	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus crassipes</i> Humb. & Bonpl.	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus dysophylla</i> Benth.	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus obtusata</i> Humb. & Bonpl.	Arbóreo	Desconocido
Geraniaceae		
<i>Geranio potentillaefolium</i> DC.	Herbáceo	Desconocido
Gramineae		
<i>Piptochaetium virescens</i> (H.B.K.) Parodi	Herbáceo	Desconocido
<i>Stipa clandestina</i> Hack.	Herbáceo	Desconocido
<i>Stipa constricta</i> Hitch.	Herbácea	Desconocido
<i>Trisetum mexicanum</i> Hemsl.	Herbáceo	Desconocido
Iridiaceae		
<i>Sisyrinchium macrophyllum</i> Greenm.	Herbáceo	Desconocido
Labiatae		
<i>Salvia laevis</i> Benth.	Herbáceo	Desconocido
<i>Scutellaria caerulea</i> Sessé. & Moc.	Herbáceo	Desconocido
<i>Stachys agraria</i> Cham. & Schelecht.	Herbáceo	Desconocido

Nombre científico	Estrato	Usos
Leguminosaeae		
<i>Macroptyllus gibbosifolium</i> (Ort.) A. Delgado	Herbáceo	Desconocido
<i>Phaseolus</i> L. spp.	Herbáceo	Desconocido
<i>Phaseolus</i> aff. <i>coccineus</i> L.	Herbáceo	Comestible
<i>Trifolium goniocarpum</i> Lojac.	Herbáceo	Forrajeo
Longaniaceae		
<i>Buddleia cordata</i> H.B.K.	Arbustivo	Medicinal, ornamental
Onagraceae		
<i>Fuchsia thymifolia</i> H.B.K.	Herbáceo	Desconocido
Orchidaceae		
<i>Habenaria clypeata</i> Lindl.	Herbáceo	Desconocido
Oxalidaceae		
<i>Oxalis</i> L. spp.	Herbáceo	Desconocido
Pinaceae		
<i>Pinus teocote</i>	Arbóreo	Maderable
Polygalaceae		
<i>Monnina ciliolata</i> DC.	Arbustivo	Desconocido
Rosaceae		
<i>Fragaria mexicana</i> Schlecht.	Herbáceo	Desconocido
<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.) Mc Vaugt	Arbóreo	Comest, medic, mad
<i>Rubus</i> (Tourn.) L. sp.	Arbustivo	Desconocido
Rubiaceae		
<i>Gallium aschenbornii</i> Schauer	Herbáceo	Desconocido
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	Herbáceo y Arbustivo	Medicinal
Scrophulariaceae		
<i>Penstemon roseus</i> (Sweet) G. Don	Herbáceo	Desconocido
Smilacaceae		
<i>Smilax moranensis</i> Mart. y Gal.	Herbáceo	Desconocido
Solanaceae		
<i>Cestrum thyrsoides</i> H.B.K.	Arbustivo	Desconocido
<i>Lycianthes moziniana</i> (Dunal) Bitter.	Herbáceo	Desconocido
<i>Physalis chenopodifolia</i> Lam.	Herbáceo	Desconocido
Verbenaceae		
<i>Verbena carolina</i> L.	Herbáceo	Desconocido
Woodsiaceae		
<i>Woodsia mollis</i> (Kaulf.) J. Sm.		

- COMPOSICIÓN FLORÍSTICA del bosque mesófilo de montaña (municipio de Temascaltepec) en la zona Sur del Estado de México (Z.S.)

Nombre científico	Estrato	Usos
Alstroemeriaceae		
<i>Bomarea hirtella</i> (H.B.K.) Herb.	Herbáceo	Desconocido
Amaranthaceae		
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Herbáceo	Desconocido
<i>Iresine</i> P. Browne <i>sp.</i>	Herbáceo	Desconocido
Betulaceae		
<i>Alnus jorullensis</i> H.B.K. ssp. <i>lutea</i> Furlow	Arbóreo	Desconocido
Caprifoliaceae		
<i>Symphoricarpus microphyllus</i> H.B.K.	Arbustivo	Curtiduría y medicinal.
Caryophyllaceae		
<i>Stellaria</i> L. <i>sp.</i>	Herbáceo	Desconocido
Clethraceae		
<i>Clethra mexicana</i> A. DC.	Arbóreo	Maderable
Compositae		
<i>Ageratum salicifolium</i>	Herbáceo y Arbustivo	Desconocido
<i>Archibacharis hirtella</i> (DC.) Heering	Arbustivo	Desconocido
<i>Bidens ostruthioides</i> (DC.) Sch. Bip.	Herbáceo	Forraje y medicinal
<i>Bidens triplinervia</i> H.B.K.	Herbáceo	Forraje y medicinal
<i>Cirsium</i> aff. <i>nivale</i> (H.B.K.) Sch. Bip.	Herbáceo	Desconocido
<i>Stevia ovata</i> Willd.	Arbustivo	Desconocido
<i>Stevia monardifolia</i> H.B.K.	Herbáceo	Desconocido
<i>Eupatorium</i> L. <i>sp.</i>	Herbáceo	Desconocido
<i>Eupatorium</i> aff. <i>pazcuarenze</i> H.B.K.	Herbáceo	Desconocido
<i>Eupatorium schaffneri</i> Sch. Bip.	Herbáceo	Desconocido
<i>Tagetes</i> L. <i>sp.</i>	Herbáceo	Desconocido
<i>Senecio</i> L. <i>spp.</i>		Desconocido
Dennstaedtiaceae		
<i>Pteridium caudatum</i> (L.) Maxon	Herbáceo	Desconocido
<i>Pteridium feei</i> (W. Schaffn. ex Feé) Faull	Herbáceo	Desconocido
Dioscoreaceae		
<i>Dioscorea</i> L. <i>spp.</i>	Herbáceo	Desconocido

Nombre científico	Estrato	Usos
Ericaceae		
<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	Arbóreo	Maderable
Fagaceae		
<i>Quercus candicans</i> Neé.	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus laurina</i> Humb. & Bonpl.	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus obtusata</i> Humb. & Bonpl.	Arbóreo	Desconocido
<i>Quercus rugosa</i> Neé.	Arbóreo	Desconocido
Gentianaceae		
<i>Halenia brevicornis</i> (H.B.K.) Griseb.	Herbáceo	Desconocido
Gramineae		
<i>Oplismenus setarius</i>	Herbáceo	Desconocido
<i>Piptochaetium virescens</i> (H.B.K.) Parodi	Herbáceo	Desconocido
<i>Zeugites pringlei</i>	Herbáceo	Desconocido
Guttiferae		
<i>Hypericum philonotis</i> Cham. & Schlecht.	Herbáceo	Desconocido
Labiatae		
<i>Salvia</i> L. sp.	Arbustivo	Desconocido
<i>Salvia lavanduloides</i> Benth.	Herbáceo	Desconocido
<i>Satureja macrostema</i> (Benth.) Briq.	Herbáceo	Medicinal
Leguminosae		
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze.	Arbóreo	Curtiduría
<i>Cologania</i> Kunth. sp.	Herbáceo	Desconocido
<i>Cologania biloba</i> (Lindl.) Nich.	Herbáceo	Desconocido
<i>Desmodium</i> aff. <i>densiflorum</i> Hemsl.	Arbustivo	Desconocido
<i>Phaseolus</i> L. sp.	Herbáceo	Desconocido
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Herbáceo	Comestible
Longaniaceae		
<i>Buddleia parviflora</i> H.B.K.	Arbóreo y Arbustivo	Desconocido
Lythraceae		
<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	Herbáceo	Medicinal
Malvaceae		
<i>Sida haenkeana</i> Presl	Herbáceo	Desconocido
Melastomataceae		
<i>Tibouchina</i> sp	Arbustivo	Desconocido
Onagraceae		
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	Herbáceo	Desconocido

Nombre científico	Estrato	Usos
<i>Lopezia trichota</i> Schlecht.	Herbáceo	Desconocido
Ophioglossaceae		
<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.	Herbáceo	Desconocido
Oxalidaceae		
<i>Oxalis</i> L. spp.	Herbáceo	Desconocido
Pinaceae		
<i>Pinus leiophylla</i>	Arbóreo	Maderable
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Arbóreo	Maderable
Polygalaceae		
<i>Monnina ciliolata</i> DC.	Arbustivo	Desconocido
Polypodiaceae		
<i>Polypodium madrense</i> J. Sm.		
Pteridaceae		
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	Herbáceo	Desconocido
Rosaceae		
<i>Rubus</i> (Tourn.) L. sp	Arbustivo	Desconocido
<i>Rubus adenotrichus</i> Cham.	Arbustivo	Desconocido
<i>Rubus liebmanii</i> Focke.	Arbustivo	Desconocido
Rubiaceae		
<i>Didymaea floribunda</i> Rzedowski	Herbáceo	Desconocido
Scrophulariaceae		
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	Herbáceo	Desconocido
Simplocaceae		
<i>Symplocos citrea</i> Lex.	Arbóreo	Desconocido
Solanaceae		
<i>Cestrum nitidum</i> Mart. & Gal.	Arbustivo	Desconocido
<i>Cestrum thyrsoides</i> H.B.K.	Arbustivo	Desconocido
<i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L. Gentry	Herbáceo	Desconocido
Styracaceae		
<i>Styrax argenteus</i> Presl.	Arbóreo	Maderable
<i>Styrax glabrescens</i> Benth.	Arbóreo	Maderable
<i>Styrax glabrescens</i> Benth. var. <i>hintonii</i>	Arbóreo	Maderable
Theaceae		
<i>Ternstroemia lineata</i> DC. (Rose) Cav.	Arbóreo y Arbustivo	Medicinal
<i>Ternstroemia lineata</i> DC. ssp. <i>lineata</i>	Arbóreo	Medicinal
Verbenaceae		
<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Arbustivo	Desconocido

Caracterización del estrato arbóreo

En la zona sur del Estado de México, bosque mesófilo de montaña, la composición florística del estrato arbóreo estuvo integrada por 19 especies y 12 géneros provenientes de 9 familias, mientras tanto, la de la zona norte, bosque de pino-encino, está constituida por 8 especies y 4 géneros pertenecientes a 4 familias. No obstante la diversidad de especies resultó ser ligeramente mayor en esta última. El valor de la diversidad de Simpson para el estrato arbóreo de la localidad de Temascaltepec fue de 0.82 y para la de Villa del Carbón de 0.84.

En ambas localidades *Q. candicans* figura como una de las especies con mayor importancia ecológica dentro de la comunidad. *Q. crassifolia* se presenta como importante sólo en la zona norte (Cuadro 1 y 2).

Además de *Quercus candicans*, *Clethra mexicana*, *Ternstroemia lineata*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus leiophylla* poseen valores altos de importancia en el estrato arbóreo de la zona sur del Estado de México. Las especies más abundantes fueron *Ternstroemia lineata* y *Clethra mexicana*. Las dominantes en términos de frecuencia son *Quercus candicans*, *Clethra mexicana* y *Ternstroemia lineata* con el mismo valor y *Q. obtusata* seguida de *P. pseudostrobus* con valores igualmente importantes.

En la zona norte seis de las ocho especies encontradas tienen valores considerables de importancia y es *Quercus crassifolia* quien encabeza la lista, las especies restantes en orden decreciente son: *Pinus teocote*, *Quercus obtusata*, *Quercus candicans*, *Quercus crassipes* y *Arbutus xalapensis*. Las tres primeras son también las especies más abundantes dentro de la comunidad seguidas de *Arbutus xalapensis* y

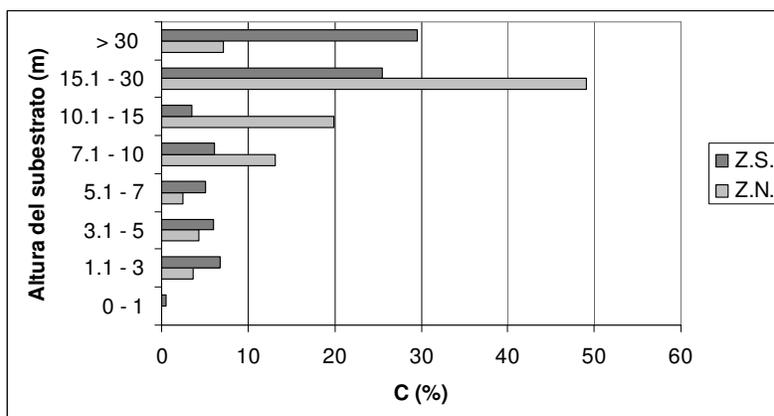


Fig. 6 Distribución de la cobertura relativa en los sub-estratos arbóreos de las comunidades vegetales de estudio.

Prunus capuli. Las dominantes en términos de frecuencia son *Quercus obtusata*, *Quercus crassifolia*, *Arbutus xalapensis*, *Quercus candicans* y *Pinus teocote* en ese orden.

El estrato arbóreo en ambas comunidades fue dividido en subestratos

debido a que se observaron ciertas agrupaciones de los datos de altura. Las diferencias encontradas entre comunidades fueron apreciadas en términos de cobertura (Fig. 6).

En la localidad perteneciente al municipio de Temascaltepec se hace notar que casi el 20% de la cobertura se concentra en las partes bajas (1-7m) y más de la mitad en los estratos superiores (15->30m), dominando la cobertura del estrato más alto (>30m). En la localidad perteneciente al municipio de Villa del Carbón la cobertura de los estratos bajos es la mitad de lo que representa en Temascaltepec, en este caso más de una cuarta parte (33%) está distribuida en los estratos aquí considerados como intermedios (>7-15m) y domina el estrato cuyas alturas están comprendidas en el intervalo de >15-30m; se presenta un estrato superior a los 30 m cuya cobertura no supera el 8%.

Cuadro 1. Variables ecológicas medidas en el estrato arbóreo (composición florística) de la comunidad de bosque mesófilo de montaña en la Z. S. del Estado de México. ABUND=Abundancia, C=Cobertura, C%=Cobertura relativa, AB=Área basal, AB%=Área basal relativa, D=Densidad, D%=Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, VIR=Valor de importancia relativa.

Especie	ABUND.	C (m ²)	C%	AB (m ²)	AB %	D (ind/m ²)	D%	F	F %	V.I.R.
<i>Quercus candicans</i>	12	862.253196	28.3021246	20374.7931	39.0494173	0.012	3.84615385	1	12.5	55.3955712
<i>Cletrha mexicana</i>	74	194.594228	6.38725389	8795.0889	16.8562741	0.074	23.7179487	1	12.5	53.0742228
<i>Ternstroemia lineata</i>	97	153.81142	5.04862144	594.010744	1.13845443	0.097	31.0897436	1	12.5	44.728198
<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	448.365225	14.7168935	13778.5727	26.4073963	0.006	1.92307692	0.6	7.5	35.8304732
<i>Pinus leiophylla</i>	23	484.099119	15.8898032	4201.53461	8.05247336	0.023	7.37179487	0.4	5	20.4242682
<i>Quercus obtusata</i>	13	432.740261	14.2040283	1107.12411	2.12186456	0.013	4.16666667	0.8	10	16.2885312
<i>Stevia monardifolia</i>	31	69.3610302	2.2766683	306.494496	0.58741365	0.031	9.93589744	0.2	2.5	13.0233111
<i>Alnus jorullensis</i>	10	137.939802	4.52766018	556.086762	1.06577102	0.01	3.20512821	0.6	7.5	11.7708992
<i>Styrax glabrescens</i>	6	10.8867436	0.35734048	683.259987	1.30950554	0.006	1.92307692	0.4	5	8.23258246
<i>Sp. I</i>	15	59.2113845	1.94352191	170.132327	0.32606801	0.015	4.80769231	0.2	2.5	7.63376032
<i>Acacia angustissima</i>	9	2.544596	0.08352242	63.6174	0.12192626	0.009	2.88461538	0.2	2.5	5.50654165
<i>Quercus rugosa</i>	2	125.169198	4.1084849	947.002412	1.81498248	0.002	0.64102564	0.2	2.5	4.95600812
<i>Symplocos citrea</i>	4	45.8630403	1.50538321	471.727105	0.90409108	0.004	1.28205128	0.2	2.5	4.68614236
<i>Sp. II</i>	4	14.5773382	0.47847853	77.95095	0.14939731	0.004	1.28205128	0.2	2.5	3.93144859
<i>Buddleia parviflora</i>	2	0.3927	0.01288977	39.27	0.07526313	0.002	0.64102564	0.2	2.5	3.21628877
<i>Arbutus xalapensis</i>	1	2.6880315	0.08823047	3.87076536	0.00741854	0.001	0.32051282	0.2	2.5	2.82793136
<i>Monina ciliolata</i>	1	1.76715	0.05800396	3.1416	0.00602105	0.001	0.32051282	0.2	2.5	2.82653387
<i>Quercus crassifolia</i>	1	0.282744	0.00928063	3.1416	0.00602105	0.001	0.32051282	0.2	2.5	2.82653387
<i>Quercus laurina</i>	1	0.05515472	0.00181037	0.125664	0.00024084	0.001	0.32051282	0.2	2.5	2.82075366

Cuadro 2. Variables ecológicas medidas en el estrato arbóreo (composición florística) de la comunidad de bosque de encino-pino en la Z. N. del Estado de México. ABUND=Abundancia, C=Cobertura, C%=Cobertura relativa, AB=Área basal, AB%=Área basal relativa, D=Densidad, D%=Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, VIR=Valor de importancia relativa.

Especie	ABUND.	C (m ²)	C%	AB (m ²)	AB %	D (ind/m ²)	D%	F	F %	V.I.R.
<i>Quercus crassifolia</i>	27	642.702952	28.1177567	9716.92521	23.2060487	0.027	21.7741935	0.8	17.3	62.3715466
<i>Pinus teocote</i>	20	275.069385	12.0340727	7240.17063	17.291041	0.02	16.1290323	0.6	13.0	46.4635515
<i>Quercus obtusata</i>	19	151.691214	6.6363732	2732.8959	6.5267267	0.019	15.3225806	1	21.7	43.5884378
<i>Quercus candicans</i>	11	438.204584	19.1711114	7180.80193	17.1492561	0.011	8.87096774	0.6	13.0	39.0637021
<i>Quercus crassipes</i>	5	530.38062	23.2037416	12062.9586	28.8088668	0.005	4.03225806	0.2	4.3	37.188951
<i>Arbutus xalapensis</i>	21	118.929902	5.20309116	1152.25249	2.75181982	0.021	16.9354839	0.8	17.3	37.078608
<i>Prunus capuli</i>	18	3.6580005	0.16003469	4.10772054	0.0098101	0.018	14.516129	0.2	4.3	18.8737652
<i>Quercus dysophylla</i>	3	125.118068	5.47381863	1782.26895	4.25643082	0.003	2.41935484	0.4	8.6	15.3714378

En cuanto a la distribución de las especies en dicha subdivisión, cabe mencionar que en la zona norte (Cuadro 3), los estratos se conforman básicamente por todas las especies registradas, a excepción de *Prunus capuli* la cual sólo se registró en el estrato más pequeño (0-1m). El estrato de mayor talla está conformado exclusivamente por *Quercus candicans*.

En la zona sur (Cuadro 4) los estratos bajos están dominados, en términos de cobertura, por *Ternstroemia lineata* y *Clethra mexicana*, seguidas por *Quercus candicans* y *Pinus leiophylla*; los intermedios por *Alnus jorullensis*, *Pinus leiophylla*, *Clethra mexicana* y *Symplocos citrea*; por último los dos estratos de mayor altura están conformados por las dos especies de pinos encontradas en la localidad (*Pinus leiophylla* y *Pinus pseudostrobus*) y por *Quercus candicans* la cual figura de manera importante en alturas superiores a los 30 m. La cobertura en m² del estrato arbóreo fue mayor en Temascaltepec.

Cuadro 3. Cobertura relativa por especie en los substratos arbóreos de la Z. N. del Estado de México. C%=Cobertura relativa.

Altura del substrato (m)	Especies	C%	Cobertura total (%)
0 - 1	<i>Prunus capuli</i>	0.081937823	0.152456226
	<i>Quercus crassifolia</i>	0.058806534	
	<i>Quercus obtusata</i>	0.011711869	
1.1 - 3	<i>Pinus teocote</i>	1.512669355	3.656836144
	<i>Quercus obtusata</i>	1.368969178	
	<i>Arbutus xalapensis</i>	0.580893386	
	<i>Quercus crassifolia</i>	0.194304225	
3.1 - 5	<i>Arbutus xalapensis</i>	3.231783032	4.341686294
	<i>Quercus obtusata</i>	0.543255429	
	<i>Quercus crassifolia</i>	0.308819601	
	<i>Pinus teocote</i>	0.195313868	
	<i>Quercus candicans</i>	0.062514364	
5.1 - 7	<i>Quercus crassifolia</i>	1.093548772	2.50712332
	<i>Quercus obtusata</i>	0.620635058	
	<i>Arbutus xalapensis</i>	0.546600309	
	<i>Quercus candicans</i>	0.246339181	
7.1 - 10	<i>Quercus crassifolia</i>	5.906121658	13.11832125
	<i>Quercus candicans</i>	4.828660169	
	<i>Quercus obtusata</i>	1.470877062	
	<i>Arbutus xalapensis</i>	0.912662366	
10.1 - 15	<i>Quercus crassifolia</i>	6.401260593	19.90280698
	<i>Quercus crassipes</i>	6.345089577	
	<i>Quercus dysophylla</i>	5.546248892	
	<i>Quercus obtusata</i>	1.610207917	
15.1 - 30	<i>Quercus crassipes</i>	17.16568678	49.10146786
	<i>Quercus crassifolia</i>	14.47674749	

Cuadro 3. Continuación.

	<i>Pinus teocote</i>	10.48532581	
	<i>Quercus candicans</i>	5.874626862	
	<i>Quercus obtusata</i>	1.099080924	
> 30	<i>Quercus candicans</i>	7.219301919	7.219301919

Cuadro 4. Cobertura relativa por especie en los sustratos arbóreos de la Z. S. del Estado de México. C%=Cobertura relativa.

Altura del sustrato (m)	Especies	C%	Cobertura total (%)
0 - 1	<i>Alnus jorullensis</i> <i>Ternstroemia lineata</i> <i>Quercus candicans</i> <i>Clethra mexicana</i> <i>Quercus obtusata</i> <i>Styrax glabrescens</i> var. <i>hintonii</i> <i>Quercus laurina</i>	0.217675352 0.131185679 0.041660644 0.037551417 0.012530844 0.004266437 0.002045934	0.53792474
1.1 - 3	<i>Ternstroemia lineata</i> <i>Quercus candicans</i> <i>Clethra mexicana</i> <i>Alnus jorullensis</i> . <i>Stevia monardifolia</i> Sp. I <i>Quercus obtusata</i> <i>Styrax glabrescens</i> . <i>Monina ciliolata</i> Liso <i>Pinus leiophylla</i> <i>Buddleia parviflora</i> <i>Quercus crassifolia</i>	2.013327706 1.533305181 1.292415962 0.604653756 0.522461962 0.520565768 0.104510169 0.068287177 0.054418838 0.047404854 0.047404854 0.012093075 0.008707014	6.829556317
3.1 - 5	<i>Clethra mexicana</i> <i>Stevia monardifolia</i> <i>Pinus leiophylla</i> <i>Ternstroemia lineata</i> Sp. I Liso = Sp. II <i>Quercus obtusata</i> <i>Arbutus xalapensis</i> <i>Acacia angustissima</i> <i>Alnus jorullensis</i>	1.487104797 1.218142713 1.111027091 0.951827199 0.588018522 0.25033633 0.164018983 0.082777099 0.078363127 0.07570265	6.007318511
5.1 - 7	<i>Clethra mexicana</i> <i>Pinus leiophylla</i> Sp. I <i>Ternstroemia lineata</i> <i>Stevia monardifolia</i> <i>Quercus rugosa</i> Liso	1.791006194 1.050232784 0.714811996 0.669970874 0.395346812 0.313452507 0.151163439	5.085984606
7.1 - 10	<i>Alnus jorullensis</i> ssp. <i>lutea</i> <i>Pinus leiophylla</i> <i>Ternstroemia lineata</i> <i>Quercus obtusata</i>	2.479080401 1.51897005 0.970263697 0.652012657	6.156330592

Cuadro 4. Continuación.

	<i>Styrax glabrescens</i> var. <i>hintonii</i>	0.26270029	
	<i>Symplocos citrea</i>	0.232428904	
	<i>Clethra mexicana</i>	0.040874594	
10.1 - 15	<i>Clethra mexicana</i>	1.34351646	3.468563017
	<i>Symplocos citrea</i>	1.181119159	
	<i>Alnus jorullensis</i> ssp. <i>lutea</i>	0.870701409	
	<i>Quercus obtusata</i>	0.073225989	
15.1 - 30	<i>Quercus candicans</i>	13.69374599	25.52270836
	<i>Pinus pseudostrubus</i>	6.621684216	
	<i>Quercus rugosa</i>	3.541094259	
	<i>Quercus obtusata</i>	1.666183891	
> 30	<i>Pinus leiophylla</i>	11.18004795	29.49994421
	<i>Quercus candicans</i>	11.13431194	
	<i>Pinus pseudostrubus</i>	7.18558431	

Caracterización del estrato arbustivo

El estrato arbustivo de la zona sur se compone de 10 especies, 10 géneros y 10 familias. Posee un índice de diversidad de Simpson de 0.81; las especies más importantes son: *Monina ciliolata* y *Archibacharis hirtella*, las más abundantes *Acacia angustissima* y *Monina ciliolata*, y las dominantes en términos de frecuencia *Monina ciliolata* y *Buddleia parviflora* (Cuadro 5).

En la zona norte la composición florística del estrato arbustivo se integra por 7 especies, 6 géneros y 5 familias, con un índice de diversidad de 0.59. Las especies de

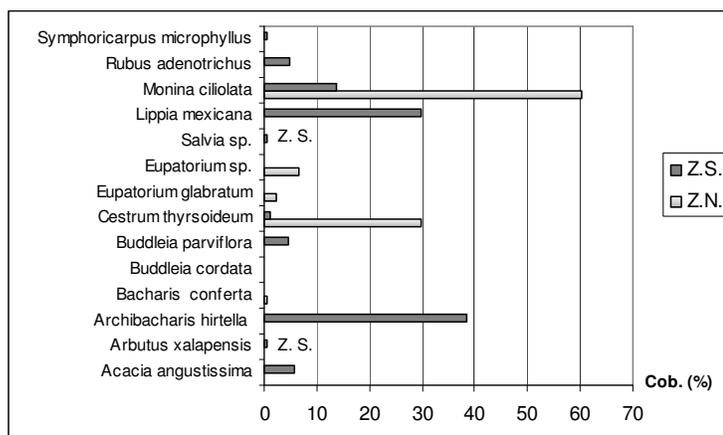


Fig. 7 Distribución específica de la cobertura relativa en el estrato arbustivo de las comunidades vegetales de estudio.

mayor importancia son *Monina ciliolata* y *Eupatorium glabratum*, quienes a su vez son también las más abundantes, sólo que en orden invertido. *Eupatorium glabratum* y *Monina ciliolata* son también las especies dominantes (Cuadro 6).

Caso contrario a lo ocurrido en el estrato arbóreo, la cobertura en m² del estrato arbustivo fue mayor en Villa del Carbón. En la figura 7 se observa que más de dos terceras partes de la cobertura relativa (89%) en la zona norte recae sólo en dos de las 7 especies ahí encontradas, mientras tanto, un porcentaje similar (81%) en el sur descansa en tres de las 10 especies registradas para dicha localidad.

Cuadro 5. Variables ecológicas medidas en el estrato arbustivo (composición florística) de la comunidad de bosque mesófilo de montaña en la Z. S. del Estado de México. ABUND=Abundancia, C=Cobertura, C%=Cobertura relativa, D=Densidad, D%=Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, VIR=Valor de importancia relativa.

	ABUND.	C	C%	D	D%	F	F %	V.I.R.
<i>Monina ciliolata</i>	24	17.7557734	13.7609748	0.03428571	25.5319149	0.6	21.4285714	60.7214611
<i>Archibacharis hirtella</i>	7	49.4802	38.3478528	0.01	7.44680851	0.2	7.14285714	52.9375184
<i>Acacia angustissima</i>	25	7.25521104	5.62289087	0.03571429	26.5957447	0.2	7.14285714	39.3614927
<i>Lippia mexicana</i>	1	38.4846	29.8261077	0.00142857	1.06382979	0.2	7.14285714	38.0327946
<i>Buddleia parviflora</i>	11	6.03729126	4.67898586	0.01571429	11.7021277	0.6	21.4285714	37.809685
<i>Cestrum thyrsoides</i>	12	1.507968	1.16869647	0.01714286	12.7659574	0.2	7.14285714	21.0775111
<i>Rubus adenotrichus</i>	8	6.2832	4.86956861	0.01142857	8.5106383	0.2	7.14285714	20.523064
<i>Symphoricarpus microphyllus</i>	4	0.75626166	0.58611345	0.00571429	4.25531915	0.2	7.14285714	11.9842897
<i>Salvia sp.</i>	1	0.83323086	0.64576567	0.00142857	1.06382979	0.2	7.14285714	8.8524526
<i>Arbutus xalapensis</i>	1	0.636174	0.49304382	0.00142857	1.06382979	0.2	7.14285714	8.69973075

Cuadro 6. Variables ecológicas medidas en el estrato arbustivo (composición florística) de la comunidad de bosque de pino-encino en la Z. N. del Estado de México. ABUND=Abundancia, C=Cobertura, C%=Cobertura relativa, D=Densidad, D%=Densidad relativa, F=Frecuencia, F%=Frecuencia relativa, VIR=Valor de importancia relativa.

	ABUND.	C	C%	D	D%	F	F %	V.I.R.
<i>Monina ciliolata</i>	45	240.52875	60.3255115	0.09	22.5	0.6	25	107.825511
<i>Eupatorium glabratum</i>	118	8.87643372	2.22624283	0.236	59	0.8	33.3333333	94.5595762
<i>Cestrum thyrsoides</i>	17	119.177853	29.890252	0.034	8.5	0.2	8.33333333	46.7235853
<i>Eupatorium sp. (Sp2)</i>	11	26.010406	6.52350725	0.022	5.5	0.4	16.6666667	28.6901739
<i>Buddleia cordata</i>	6	1.56498804	0.39250486	0.012	3	0.2	8.33333333	11.7258382
<i>Arbutus xalapensis</i>	2	0.384846	0.09652082	0.004	1	0.2	8.33333333	9.42985415
<i>Bacharis conferta</i>	1	2.17485114	0.54546081	0.002	0.5	0.2	8.33333333	9.37879415

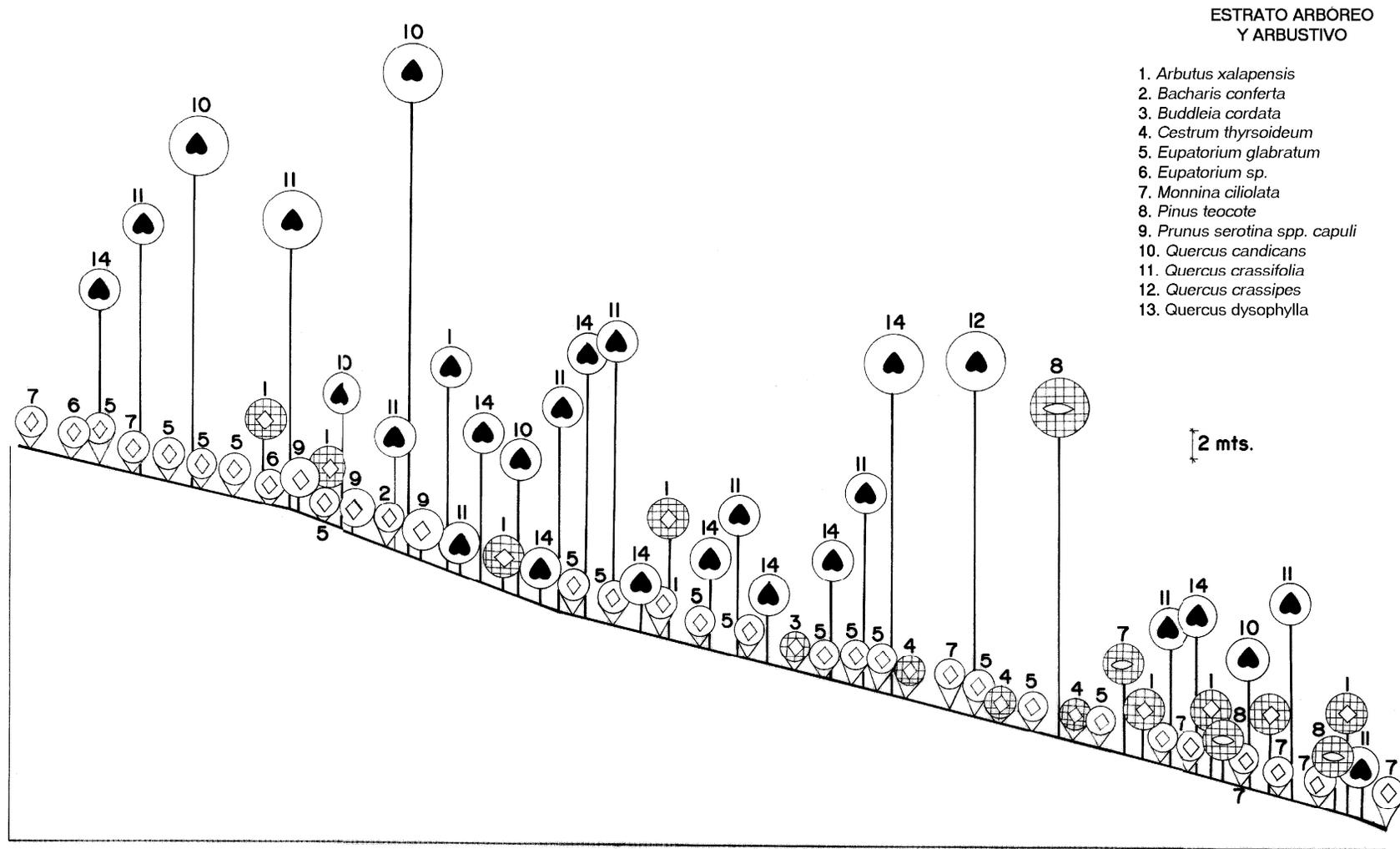


Fig. 8 Perfil estructural de la comunidad de bosque de *Pinus-Quercus* en la zona norte del Estado de México, municipio Villa del Carbón.

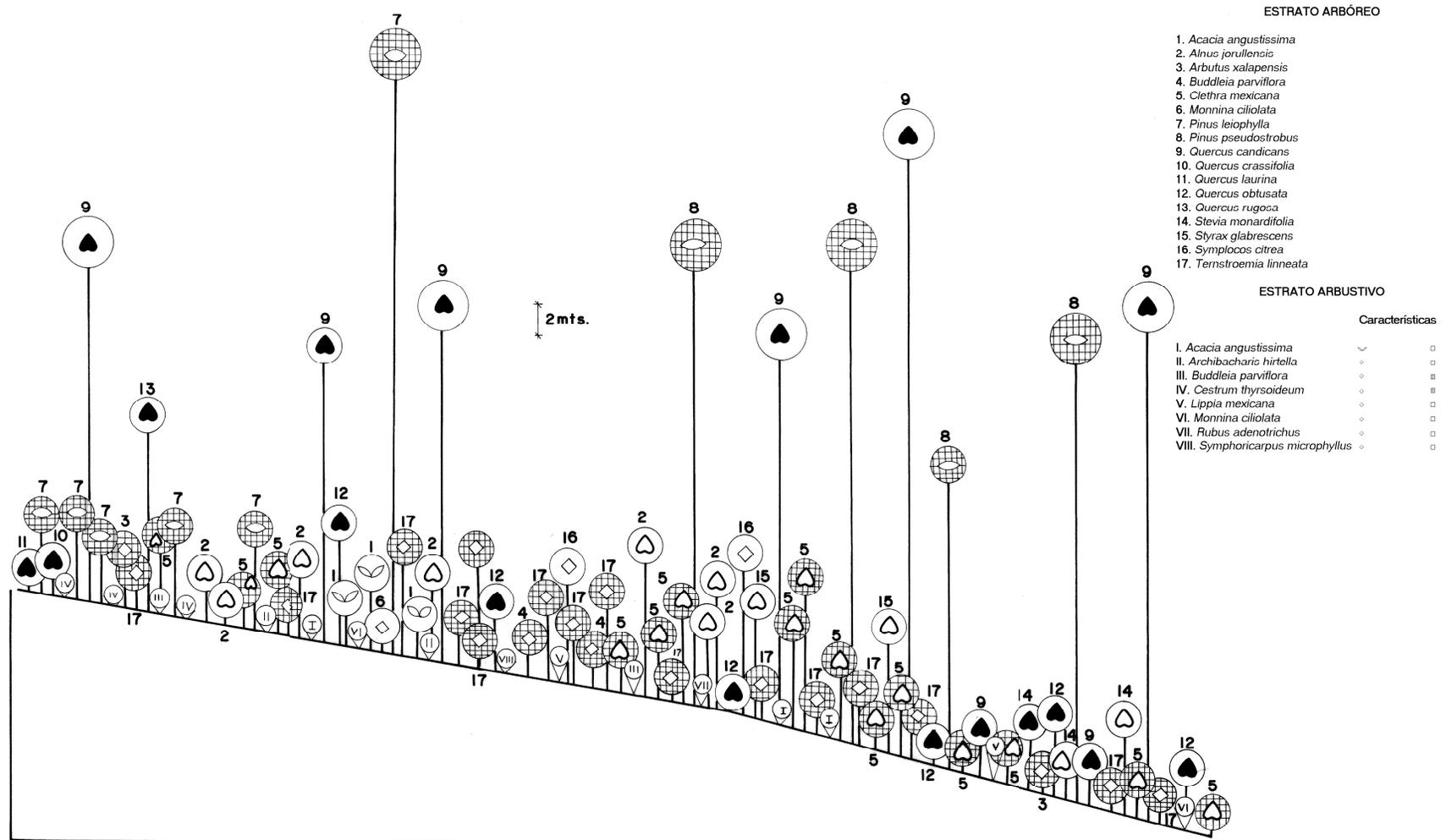


Fig. 9 Perfil estructural de la comunidad de bosque mesófilo de montaña en la localidad de la zona sur del Estado de México, municipio de Temascaltepec.

PROPAGACIÓN

Peso de frutos y semillas



Fig. 10 A. Frutos (arriba) y semillas (abajo) de *Q. candicans*.
B. Semillas (arriba) y frutos (abajo) de *Q. crassifolia*.

El análisis de ANOVA anidado permitió observar las diferencias estadísticas existentes en cuanto a peso entre los frutos y semillas de las especies (*Q. candicans* y *Q. crassifolia*). En ambas estructuras (fruto y semilla) la variación más grande se presentó en *Q. candicans*. La diferencia más marcada de peso entre las especies se presentó en los frutos, la discrepancia entre semillas no fue tan contrastante, esto permite entrever que aunque los frutos de *Q. crassifolia* son notablemente más pequeños las semillas pueden llegar a ser semejantes. (Fig. 10 y 11).

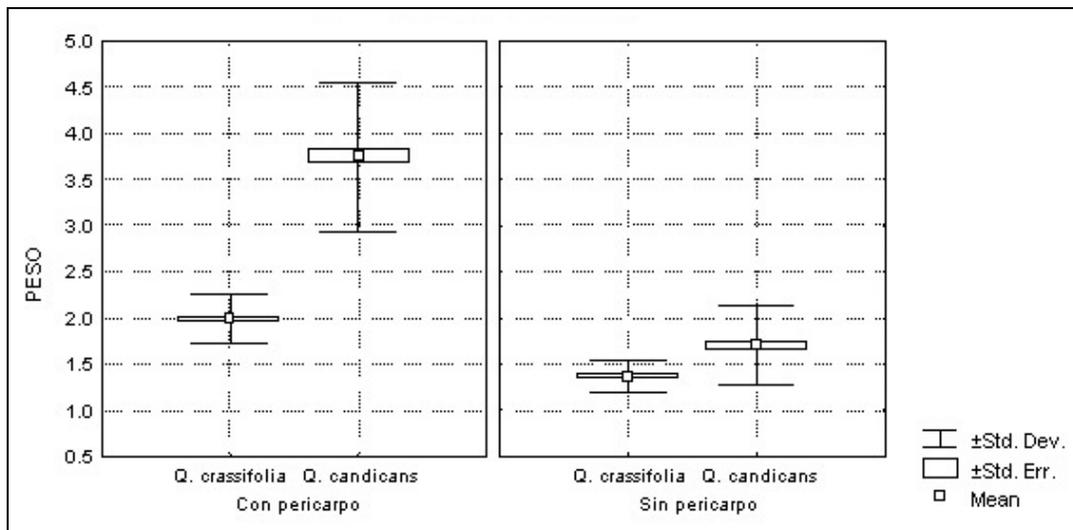


Fig. 11 ANOVA anidado para la variable peso, en frutos (con pericarpio) y semillas (sin pericarpio) de *Q. candicans* y *Q. crassifolia*.

Germinación

Observaciones de la curva de germinación por especie (Fig. 12) revelan un mayor porcentaje para *Q. crassifolia* aunque ésta requiera de más tiempo para germinar. De acuerdo a las variables de respuesta estudiadas (Cuadro 7), el comportamiento germinativo es de mayor calidad en *Q. crassifolia*.

Lo anterior se evidencia por lo siguiente: a) posee un tiempo medio de germinación (TMG) superior al de *Q. candicans*, b) la uniformidad del proceso, medida a través de la desviación del tiempo medio de la germinación (DTMG), resultó ser igual en ambas especies y c) el valor germinativo de Maguire, que funge como una medida de velocidad y a la vez como un indicador de calidad, es superior en *Q. crassifolia*.

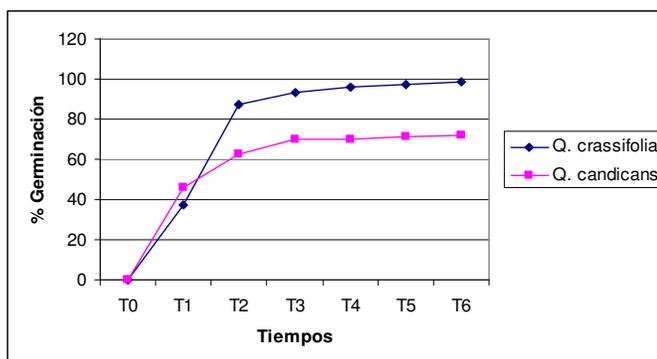


Fig. 12 Porcentaje de germinación acumulada a diferentes tiempos en *Quercus* spp.

En ambas especies la germinación se inició un día después del establecimiento, no alcanzándose el 100 %. *Q. crassifolia* alcanzó su máximo porcentaje (98.66%) a los 18 días después del establecimiento (T6), no germinando cuatro semillas (1.4%), en las que se observó invasión de hongos.

Cuadro 7 Índices de germinación en las especies de estudio. (*) Señala diferencias estadísticamente significativas entre las especies ($p \leq 0.05$).

	<i>Q. candicans</i>	<i>Q. crassifolia</i>
Capacidad Germinativa (%)	72	98.66
Tiempo Medio de Germinación –TMG– (días)	3.14*	3.95*
Desviación del TMG (días)	2.77	2.78
Índice de Maguire	19.1	21.91

Quercus candicans registró al T6 un 72% de germinación lo que se consideró como el valor máximo, sin embargo, se mantuvo en cámara de crecimiento durante mes y medio y sólo alcanzó a este tiempo el 76%; las semillas no germinadas se encontraron firmes.

Viabilidad

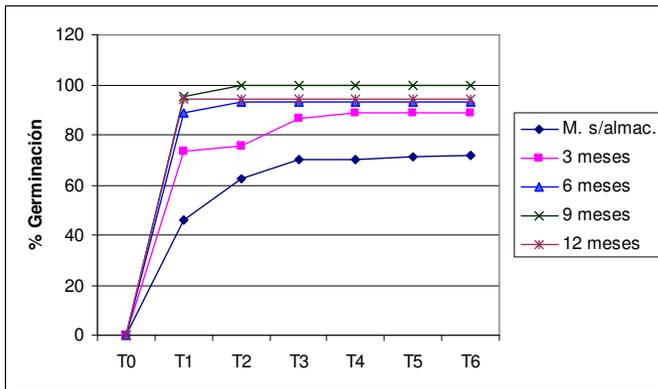


Fig. 13 Porcentaje de germinación acumulada en muestras de semillas (*Q. candicans*) después de distintos periodos de almacenamiento en refrigeración.

Las especies muestran diferencias en el comportamiento germinativo después de haber sometido sus frutos a diferentes periodos de estratificación (almacenamiento en refrigeración).

Quercus candicans mejora sus características germinativas; incrementa gradualmente el porcentaje de germinación a partir de los tres meses de

almacenamiento y el mayor de ellos se presenta a los nueve meses de estratificación (Fig.

13). La mejor calidad germinativa se logra también a este tiempo (I. Maguire); con el almacenamiento las semillas requieren de menos tiempo para germinar (TMG) y dicho proceso es más uniforme dado que la DTMG decrece (Fig. 14).

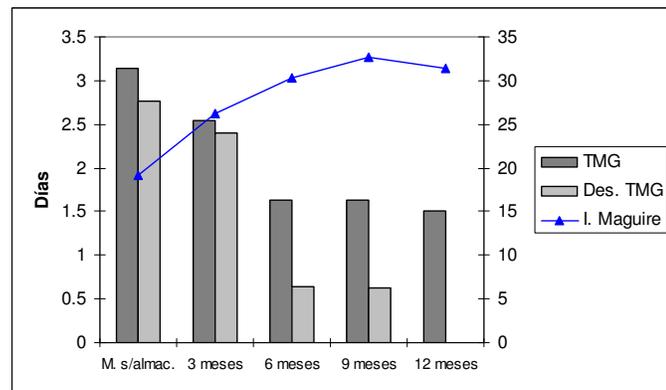


Fig. 14 Índices de germinación en *Q. candicans* a diferentes tiempos de almacenamiento.

Después de tres meses de refrigeración *Quercus crassifolia* mejora su proceso germinativo y es a este tiempo donde se logran las mejores características. El porcentaje de germinación

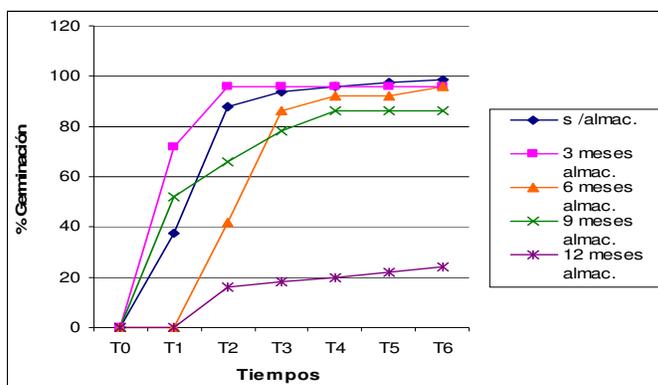


Fig. 15 Porcentaje de germinación acumulada en muestras de semillas (*Q. crassifolia*) después de distintos periodos de almacenamiento en refrigeración.

se incrementa (Fig. 15), disminuyendo notablemente el tiempo requerido para que las semillas germinen, el proceso se hace más uniforme y se mejora la calidad (Fig. 16). A los seis y nueve meses de almacenamiento las semillas conservan una buena capacidad germinativa, sin embargo, el índice de Maguire

decrece. Finalmente al año de estratificación el proceso germinativo es ya muy deficiente (baja capacidad germinativa, índice de Maguire pequeño, TMG y DTMG elevados).

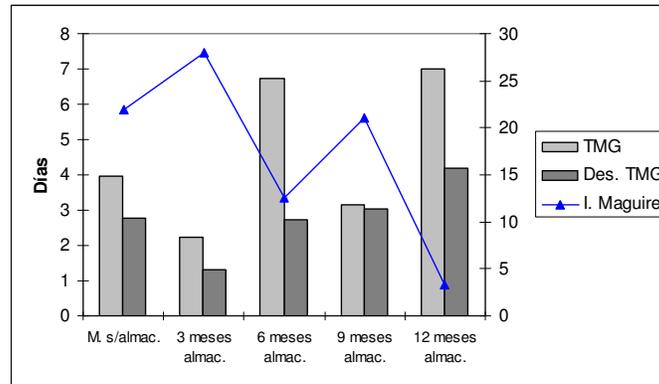


Fig. 16 Índices de germinación en *Q. crassifolia* a diferentes tiempos de almacenamiento.

Crecimiento en cámara de germinación

El ajuste de funciones realizado para describir el tipo de relación existente entre la longitud de la radícula y el tiempo transcurrido después de la germinación, mostró un modelo polinomial de segundo orden para ambas especies (Fig. 17).

En *Q. candicans* en el tiempo 5.6 (16 días) después del establecimiento, se alcanzó la máxima longitud de la radícula, presentándose un decremento ($b_2 = -0.0376$) en el ritmo de crecimiento. La tasa de cambio lineal es más rápida para esta especie ($b_1 = 0.4137$) que para *Q. crassifolia* ($b_1 = 0.0504$), sin embargo ésta última presenta un crecimiento continuo ya que exhibe un cambio de segundo orden positivo ($b_2 = 0.0095$).

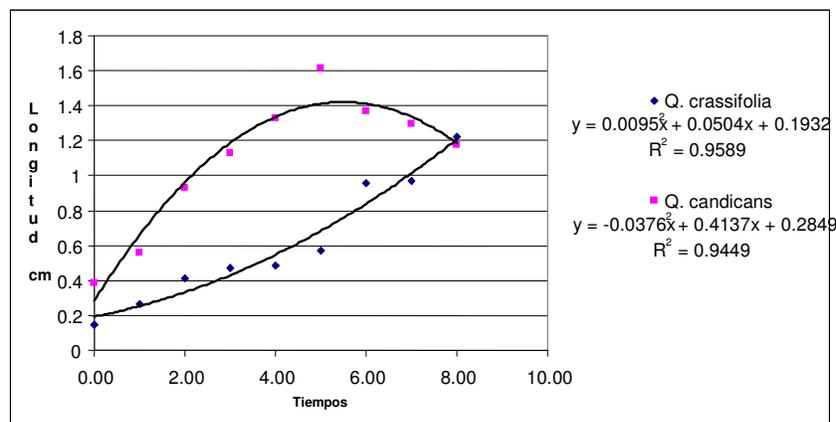


Fig. 17 Modelo de relación entre las variables longitud de la radícula y tiempo (monitoreo *in Vitro* de las especies).

Sobrevivencia

Para la fase experimental de sobrevivencia y crecimiento se plantaron 219 semillas de *Q. crassifolia* y 140 de *Q. candicans* obtenidas del estudio del comportamiento

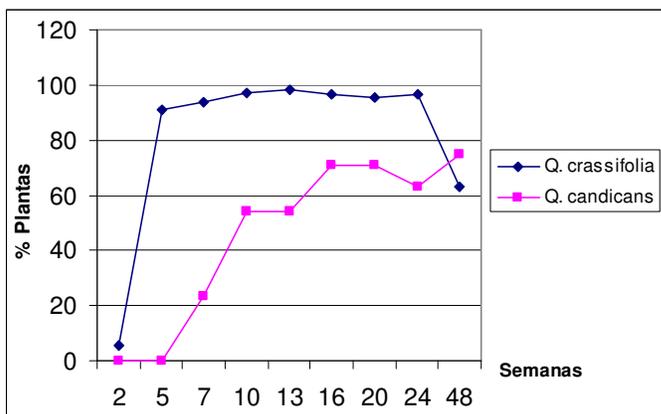


Fig. 18 Porcentaje de plantas vivas *Quercus spp* obtenidas en vivero durante un año de monitoreo (sobrevivencia).

germinativo. Como era de esperarse, en esta etapa también se encontraron diferencias entre las especies; en *Q. crassifolia* hubo emergencia de plántulas a partir de la primera semana después del trasplante, y en *Q. candicans* surgieron hasta la sexta semana Fig. 18). Las curvas de sobrevivencia obtenidas después de un año de monitoreo en vivero

sugieren estrategias distintas (Fig. 18). En *Q. crassifolia* prácticamente se da la emergencia total de plántulas durante las primeras cinco semanas, hasta las veinticuatro semanas el porcentaje de plantas se mantiene casi estable con ligeras bajas e incrementos de nuevos individuos. *Q. candicans* presenta pulsos de emergencia, la cual inicia a partir de la sexta semana; en general, durante el año de monitoreo el porcentaje de plantas se fue incrementando a través del tiempo con breves periodos de estabilidad.

Se monitoreó también la sobrevivencia de plantas obtenidas del estudio de viabilidad.

En relación a las semillas estratificadas de *Q. candicans* se observó que a medida que las semillas provienen de un mayor tiempo de refrigeración la emergencia de plántulas se acelera y el porcentaje de sobrevivencia se incrementa manteniéndose casi estable; el periodo de almacenamiento que presentó mejores resultados fue a los nueve meses (Fig. 19).

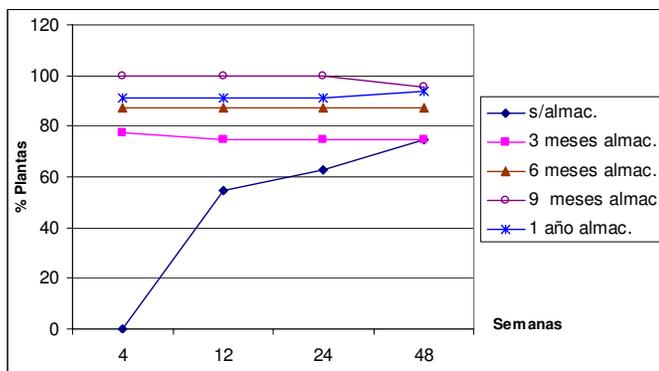


Fig. 19 Porcentaje de plantas (*Q. candicans*) obtenidas en vivero a partir de semillas estratificadas.

En el caso de las semillas

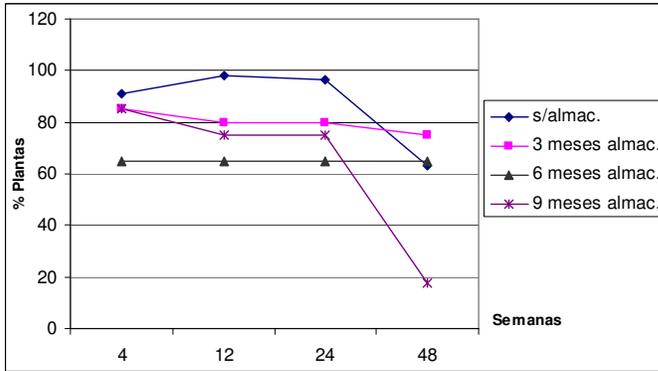


Fig. 20 Porcentaje de plantas (*Q. crassifolia*) obtenidas en vivero a partir de semillas estratificadas.

ninguna de ellas superó el porcentaje de plantas vivas que se obtuvo a partir de semillas sin periodo de estratificación (Fig. 20).

Crecimiento *ex situ* (post-emergente)

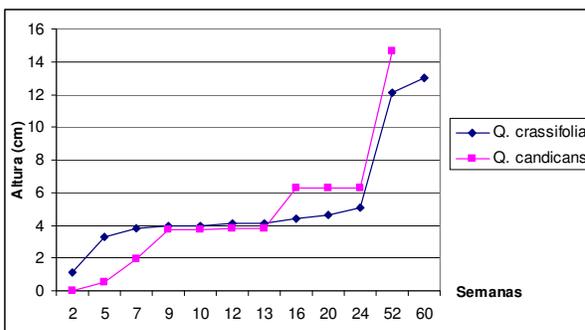


Fig. 21 Desarrollo de la altura en plantas de *Quercus spp* obtenidas en vivero.

supera a *Q. crassifolia*. En el caso del diámetro *Q. crassifolia* siempre superó a *Q. candicans* y es hasta después de las 24 semanas cuando se invierte esta condición.

En el crecimiento de *Q. candicans* se conserva el patrón de “pulsos de crecimiento” observado en la emergencia de plántulas, es decir que se presentan periodos de estabilidad en los cuales no se registran cambios notorios en

estratificadas de *Q. crassifolia*, se mantiene la estrategia de la emergencia casi total de plántulas durante las primeras semanas, con una sobrevivencia que se mantiene o bien sufre ligeros decesos; en este caso ya no hay incorporación de nuevos individuos. Con excepción de la muestra obtenida a los tres meses de almacenamiento,

Adicionalmente a los modelos matemáticos obtenidos se graficaron los promedios de las variables: altura y diámetro del tallo a través del tiempo (Fig. 21 y 22). *Q. crassifolia* supera en altura a *Q. candicans* durante las primeras siete semanas, a partir de las nueve y hasta las trece semanas mantienen un altura muy semejante, posteriormente *Q. candicans*

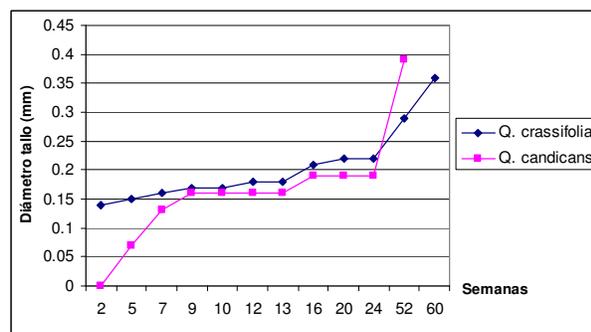


Fig. 22 Desarrollo del diámetro en plantas de *Quercus spp* obtenidas en vivero.

diámetro, altura e incluso en el número de hojas.

Se calculó la velocidad de crecimiento de ambas especies y ésta es mayor para *Q. candicans* (0.28 cm/semana), en *Q. crassifolia* la velocidad de crecimiento es de 0.21 cm/semana.

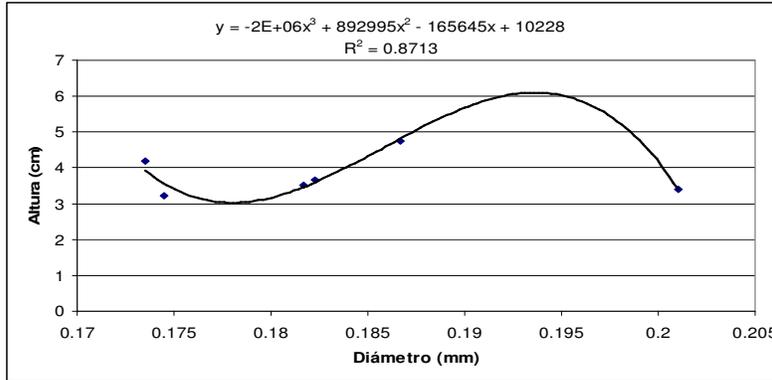


Fig. 23 Modelo de relación entre las variables diámetro y altura en plantas de *Q. crassifolia*.

El modelo polinomial utilizado para la relación número de hojas-altura presentó un valor de $R^2 = 0.59$ (Fig. 24); éste fue el que mejor ajuste presentó ya que otros modelos, como la relación diámetro-altura, muestran valores muy por debajo del anterior. Es decir que para la primera de las especies (*Q. crassifolia*) aunque los incrementos en diámetro son casi imperceptibles (Fig. 22) existe una relación positiva entre los aumentos de éste y los de altura en las plantas, resulta curioso el hecho de que en un inicio esta relación es negativa ($b_1 = -165645$); esto puede deberse a que en este tiempo ocurre lo contrario a lo anterior,

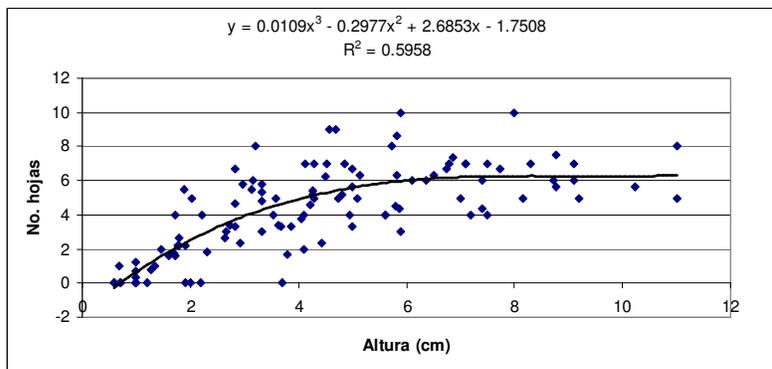


Fig. 24 Modelo de relación entre las variables no. hojas y altura en plantas de *Q. candicans*.

se producen incrementos en el diámetro mientras los de altura son casi nulos (Fig. 21). En *Q. candicans* la relación encontrada entre el número de hojas y la altura se mantiene casi estable, sólo existe un descenso imperceptible ($b_2 = -0.2977$). Dicha relación entre número de hojas y altura, se debe a que las plantas de *Q. candicans* alcanzan un buen incremento en altura antes de la aparición de las hojas y esto parece mantenerse, de tal modo que en los subsiguientes periodos de crecimiento primero se produce la elongación del tallo antes de la salida de las láminas foliares. El

La descripción matemática del crecimiento permite ver las diferencias entre las especies durante el desarrollo. *Q. crassifolia* exhibe una relación importante ($R^2 = 0.8713$) entre las variables diámetro y altura (Fig. 23); mientras que en *Q. candicans* el

se producen incrementos en el diámetro mientras los de altura son casi nulos (Fig. 21).

En *Q. candicans* la relación encontrada entre el número de hojas y la altura se mantiene casi estable, sólo existe un descenso imperceptible

hecho de que no se haya encontrado relación alguna entre el diámetro y la altura se entiende cuando se grafican estas variables a través del tiempo (Fig. 21 y 22), ya que al parecer los incrementos, tanto en diámetro como en altura, se producen casi simultáneamente. En ambas especies, *Q. candicans* y *Q. crassifolia*, las relaciones entre variables antes descritas son del tipo polinomial de tercer orden.

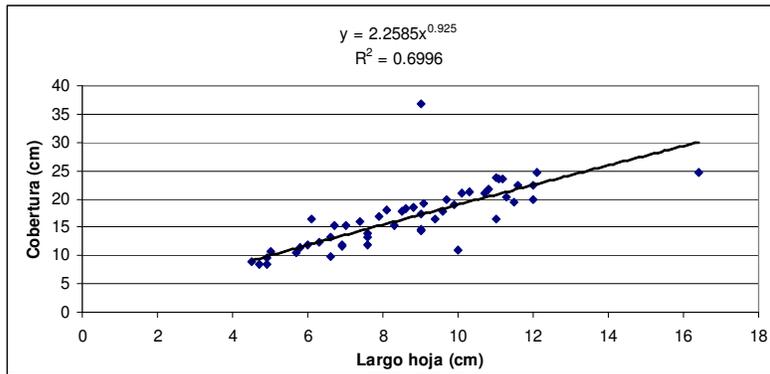


Fig. 25 Modelo de relación entre las variables largo de la hoja y cobertura en plantas de *Q. candicans*.

valores de R^2 están por debajo de los óptimos ($R^2=0.70$), este modelo es el que mejor representa las relaciones.

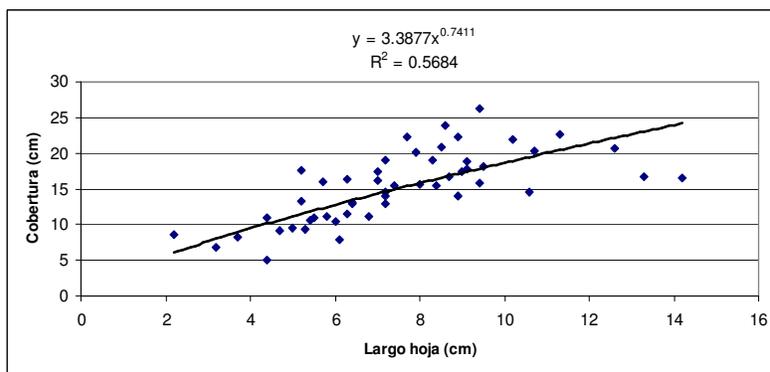


Fig. 26 Modelo de relación entre las variables largo de la hoja y cobertura en plantas de *Q. crassifolia*.

$b_1=0.707$ (Fig. 21), y *Q. crassifolia* de $b_1=0.616$; en ésta última el valor de R^2 resultó muy bajo ($R^2=0.412$) por lo que no se considera como importante la relación entre el ancho de la hoja y la cobertura. Es decir que en *Q. crassifolia*, los incrementos en la cobertura se producen exclusivamente al aumentar el largo de la lámina. Esto ocurre de manera más pronta en *Q. candicans* ya que exhibe un valor de b_1 mayor. En esta última especie, el ancho de la hoja tuvo también un efecto positivo en la cobertura de la planta (Fig. 27), sin embargo, con el valor de $R^2=0.55$, se concluyó que dicho efecto es menor al producido por la longitud de la lámina.

Como era de esperarse la cobertura está relacionada con las hojas grandes. Para las relaciones largo-cobertura y ancho-cobertura se ajustaron modelos potenciales tanto para *Q. crassifolia* como para *Q. candicans*. Aunque los

En *Q. candicans* como en *Q. crassifolia* la cobertura presentó una tasa de cambio más alta para el largo de la hoja, $b_1=0.925$ y $b_1=0.741$ respectivamente (Fig. 25 y 26); que para el ancho de las mismas donde *Q. candicans* tiene un valor de

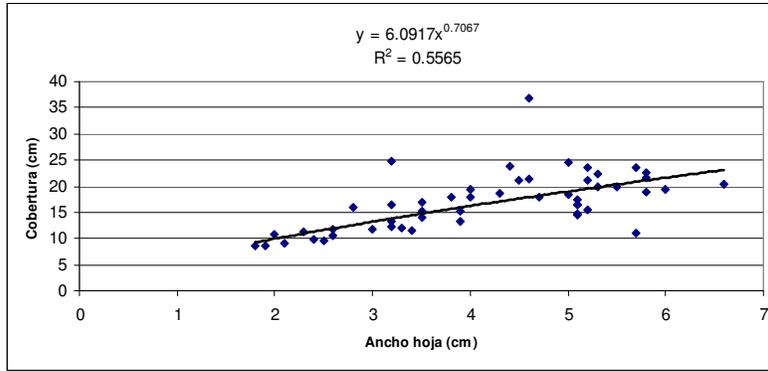


Fig. 27 Modelo de relación entre las variables ancho de la hoja y cobertura en plantas de *Q. candicans*.

También se hicieron ajustes para determinar la relación entre el largo y ancho de las hojas grandes y pequeñas respectivamente. En *Q. crassifolia* sólo las hojas pequeñas mostraron un ajuste adecuado ($R^2=0.71$) cuyo modelo fue del tipo potencial. En *Q. candicans* el largo y ancho de las hojas pequeñas guardan una relación del tipo polinomial de tercer orden ($R^2=0.67$) y las grandes se ajustaron más adecuadamente a un modelo potencial ($R^2=0.71$).

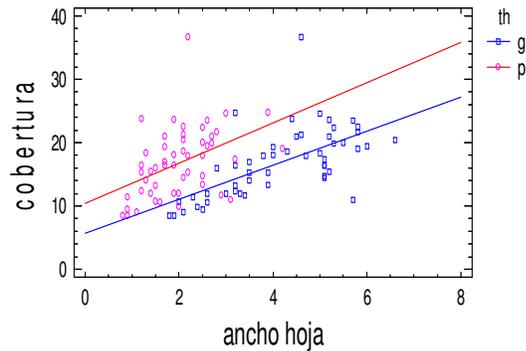


Fig. 28 Efecto del ancho de las hojas grandes (g) y pequeñas (p), en la cobertura de plantas de *Q. candicans*.

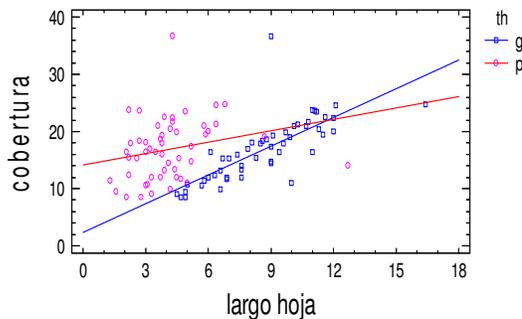


Fig. 29 Efecto del largo de las hojas grandes (g) y pequeñas (p), en la cobertura de plantas de *Q. candicans*.

Las comparaciones de pendiente para conocer el efecto del largo y ancho de las hojas grandes y pequeñas, sobre la cobertura de las plántulas arrojaron como resultado lo siguiente: En *Q. candicans* el ancho de las hojas, tanto de las grandes como de las pequeñas, tienen y mantienen el mismo efecto sobre la cobertura (Fig. 28); sin embargo en el caso de la longitud de la lámina foliar si se observan diferencias, hay una separación en el efecto

del largo sobre la cobertura de acuerdo con el tamaño de la hoja, siendo mayor en el inicio el efecto de las hojas pequeñas y dominando al final el de las hojas grandes (Fig. 29).

En *Q. crassifolia* con la realización de esta prueba se confirma que la cobertura está estrictamente relacionada con el largo de las hojas, ya que al observar el gráfico del modelo arrojado para el ancho de la lámina (Fig.30), se puede ver que sin importar el tamaño, no existe ningún efecto del ancho las hojas sobre la

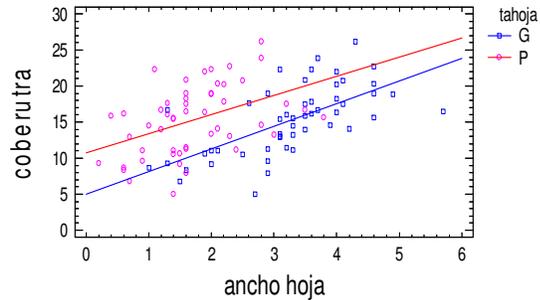


Fig. 30 Efecto del ancho de las hojas grandes (G) y pequeñas (P), en la cobertura de plantas de *Q. crassifolia*.

cobertura, incluso los puntos se traslapan. No así en el largo de las hojas (Fig. 31), donde

se aprecia una buena dispersión de los puntos; se puede observar que durante los primeros meses de crecimiento es el largo de las hojas pequeñas quien determina la cobertura, posteriormente es determinada por el largo de las hojas grandes. Cabe mencionar, que este último comportamiento aún no es concluyente, ya que no se produce una intersección entre las

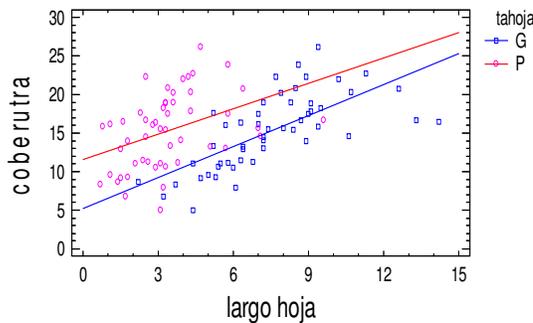


Fig. 31 Efecto del largo de las hojas grandes (G) y pequeñas (P), en la cobertura de plantas de *Q. crassifolia*.

líneas como sucede en el caso del modelo arrojado para *Q. candicans* (Fig. 29), sin embargo, se observa una tendencia a hacerlo.

QUERCUS CANDICANS

Descripción del desarrollo

Los cotiledones presentan cambios en la coloración a partir de la germinación: al momento de la escarificación mecánica poseen un color amarillo, cambia a rojo cuando empieza a emerger la radícula y a verde cuando esta última se ha elongado a más de 1.5 cm; este color se intensifica después de ocurrido el transplante a suelo, permanece así durante la emergencia de la plántula y durante las primeras semanas de desarrollo; por último los cotiledones se tornan de color café, indicando que empiezan a secarse, esto empieza a ocurrir a partir de los tres meses.

La radícula que emerge de un color blanco, al cabo de semana y media adquiere un color poco amarillento. En las semillas germinadas que no pasaron por periodos de estratificación, no hubo aparición de epicotilos ni de raíces secundarias durante los casi dos meses en que se mantuvieron en cámara de germinación. En las semillas con periodos de estratificación se observó que a los 17 o 20 días empiezan a aparecer raíces secundarias y/o tallos. En algunas semillas hubo presencia de poliembrionía (dos embriones), en este caso una de las semillas se desarrolla de manera semejante al resto y la otra retarda su germinación y crecimiento.

Una vez que las semillas germinadas se plantan; la emergencia de plántulas se inicia un mes y medio después, presentándose tallos de 2 - 10 mm de alto, éstos poseen un color blanquecino debido a la presencia de tricomas. Las hojas aparecen en promedio tres días después de emergido el tallo, son de color verde claro cubiertas de tricomas blancos y en ocasiones hacia la zona del ápice se presentan tricomas de color rojizo.

Después de emergidas las hojas, las plantas incrementan su altura y dimensiones de las láminas foliares. Estas primeras hojas presentan aristas en el margen. Durante el segundo y tercer mes de edad las plantas se mantienen con las mismas características. Cumplidos los cuatro meses las hojas empiezan a presentar marchitamiento, manifestado por necrosis marginal y apical, lo que es indicio de que se acerca el próximo periodo de crecimiento (mes de marzo).

Para esto último se efectúa un alargamiento en el tallo donde aparecen hojas nuevas quienes incrementan su tamaño de manera más rápida. Las primeras hojas no caen todas ni de inmediato, algunas se desprenden durante el crecimiento del tallo y otras permanecen en la planta incluso después que las hojas nuevas han alcanzado tallas

superiores a las suyas; las primeras hojas ya no incrementan su tamaño. Todo esto se lleva a cabo aproximadamente en el transcurso de un mes más, de modo que ya en el sexto mes se observa una planta mejor constituida; es decir, tallo lignificado con altura superior a 6 cm, más de 5 hojas presentes y de diferente madurez. (ver descripción morfológica a seis meses de edad).

En ocasiones se presentan dos tallos que crecen desde el cuello de la raíz, durante los primeros dos meses tienen un crecimiento similar; después uno de ellos es más pequeño y sólo en algunos casos los dos tallos siguen su desarrollo, ya que en la mayoría de plantas que presentaron tal característica uno de los tallos muere.

Después de los seis meses, el crecimiento se lleva a cabo de la misma manera. Al año se observa en las plantas por lo menos un crecimiento más del tallo; las hojas anteriores a este crecimiento permanecen en las plantas (no se presenta caída de hojas).

En las plantas que se mantuvieron en vivero se observó que a los dos años de edad empieza a manifestarse el carácter caducifolio de los árboles, en el inicio de la temporada fría (noviembre-diciembre) todas las hojas presentes cambian de color lo que es signo de la próxima caída de hojas. Ver cuadro 8.

Cuadro 8. Generalización de la fenología de las plantas de *Q. candicans* obtenidas en vivero, durante un año de monitoreo. El número de "X" representa una medida cualitativa del evento en cuestión, siendo una el mínimo y cinco el máximo.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mrz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mrz	Abr
Germinación	XXXX	XXXX																	
Elongación de tallo				XXX	XXXXX		XXX	XXXXX			XXX	XXXXX					XX	XXXX	XXXXX
Emergencia de hojas nuevas				XX	XXXXX		X	XXX	XXXXX		XX	XXXXX					X	XXXX	XXXXX
Marchitez de hojas					X	XXX	XXX	XXX		X	XX			XX	XXX	XXXX	XXXX		
Caída de hojas						X	XX	XXX	XXX			XXX			XX	XXXX	XXX	XXX	

NOTA: Las semillas fueron establecidas en cámara de crecimiento a mediados del mes de octubre y mantenidas ahí hasta finales del mes de noviembre, a este tiempo se alcanzó el 76% de germinación. A principios del mes de diciembre, las semillas germinadas fueron sembradas en suelo de bosque de encino.

Algunas de las plantas monitoreadas fueron mantenidas en vivero hasta la edad de dos años y se observó que a esta edad ya habían manifestado el carácter caducifolio, es decir experimentaron una caída total de hojas.

Descripción morfológica a diferentes edades

▪ TRES MESES

Plántulas con radícula axonomorfa o fibrosa (debido a la poda se presenta más de un eje principal, todos de grosor semejante), de 8.7 - 12 cm de longitud, cotiledones opuestos, hipógeos y de color café. Tallo estriado o con presencia de pequeñas costillas, café claro de 0.1 - 0.2 cm de diámetro y de 3.5 - 11.2 cm de largo, con tomento formado por tricomas estrellados; de 4 - 10 nomófilas color verde claro, textura membranosa, alternas, elípticas a ligeramente obovadas, de 0.4 - 2.8 cm de ancho y de 0.8 - 6.8 cm de largo, borde entero, base y ápice agudo u obtuso, haz lustroso y casi glabro con pocos tricomas estrellados en toda la lámina concentrándose en mayor cantidad a lo largo de las nervaduras, epidermis del envés granulosa papilosa o ampulosa; pecíolo verde pubescente de 0.2 - 0.3 cm de largo. Suelen presentarse más de un tallo que nace desde el cuello de la raíz notablemente más pequeño que el principal, esto último suele coincidir con aquellas plantas que presentan más de una raíz como eje principal. Las hojas presentan necrosis apical y lateral a lo largo del borde, lo cual es un indicador de la época de caída de hojas.

▪ SEIS MESES

Plántulas con radícula fibrosa de 12 cm de longitud, cotiledones opuestos, hipógeos y de color café oscuro. Tallo estriado o con presencia de pequeñas costillas, café claro de 0.25 cm de diámetro y de 7.5 - 12 cm de largo, glabrescente con tricomas estrellados escasos en las partes bajas y abundantes en las partes altas (nuevo crecimiento); de 4 - 12 hojas coriáceas, ligeramente obovadas, de 2.2 - 5.8 cm de largo y de 1.2 - 2.8 cm de ancho, borde entero en las primeras hojas y dentado aserrado aristado en las hojas más nuevas; base obtusa y ápice agudo; haz lustroso y casi glabro con pocos tricomas estrellados en toda la lámina concentrándose en mayor cantidad a lo largo de las nervaduras; epidermis del envés ampulosa papilosa; pecíolo verde pubescente de 0.2 - 0.3 cm de largo. Algunas hojas presentan necrosis apical y lateral a largo del borde, lo cual es un indicador de la época de caída de hojas.

Los cambios observables respecto a la edad son principalmente el incremento en tamaño de hojas, raíz y tallo, en el que existe también un mayor número de crecimientos.

Una peculiaridad de estas plantas es la discrepancia de los bordes en cuanto a la antigüedad de las hojas en los individuos, ya que en las hojas más nuevas se presentan bordes dentados aserrados con aristas de casi 1mm de largo, lo cual es característico en adultos de *Q. candicans*; además la epidermis del envés es ya exclusivamente ampulosa papilosa.

- NUEVE MESES

Plántulas con raíz fibrosa de 9.0 - 13 cm de longitud. Tallo estriado o con presencia de pequeñas costillas, café claro 0.25 cm de diámetro y de 12.5 - 18 cm de largo, con tomento formado por tricomas estrellados, éstos son muy densos en las partes altas (crecimientos recientes) y muy escasos en las bajas donde además se presentan lenticelas; 9 - 11 hojas color verde claro, textura coriácea, alternas, elípticas a ligeramente obovadas, de 1.6 - 4.5 cm de ancho y de 2.4 - 8.5 cm de largo, borde entero a ligeramente dentado, base y ápice agudo u obtuso, haz lustroso y casi glabro con escasos tricomas estrellados en toda la lámina, los cuales se concentran en mayor cantidad a lo largo de las nervaduras y en las partes cercanas a los bordes y al ápice, epidermis del envés ampulosa papilosa; pecíolo verde pubescente de 0.2 - 0.3 cm de largo.

Los cambios respecto a la edad son el incremento en número y tamaño de las hojas, así como el aumento en diámetro de raíz y tallo en el cual se observa también, un mayor número de crecimientos y presencia de lenticelas.

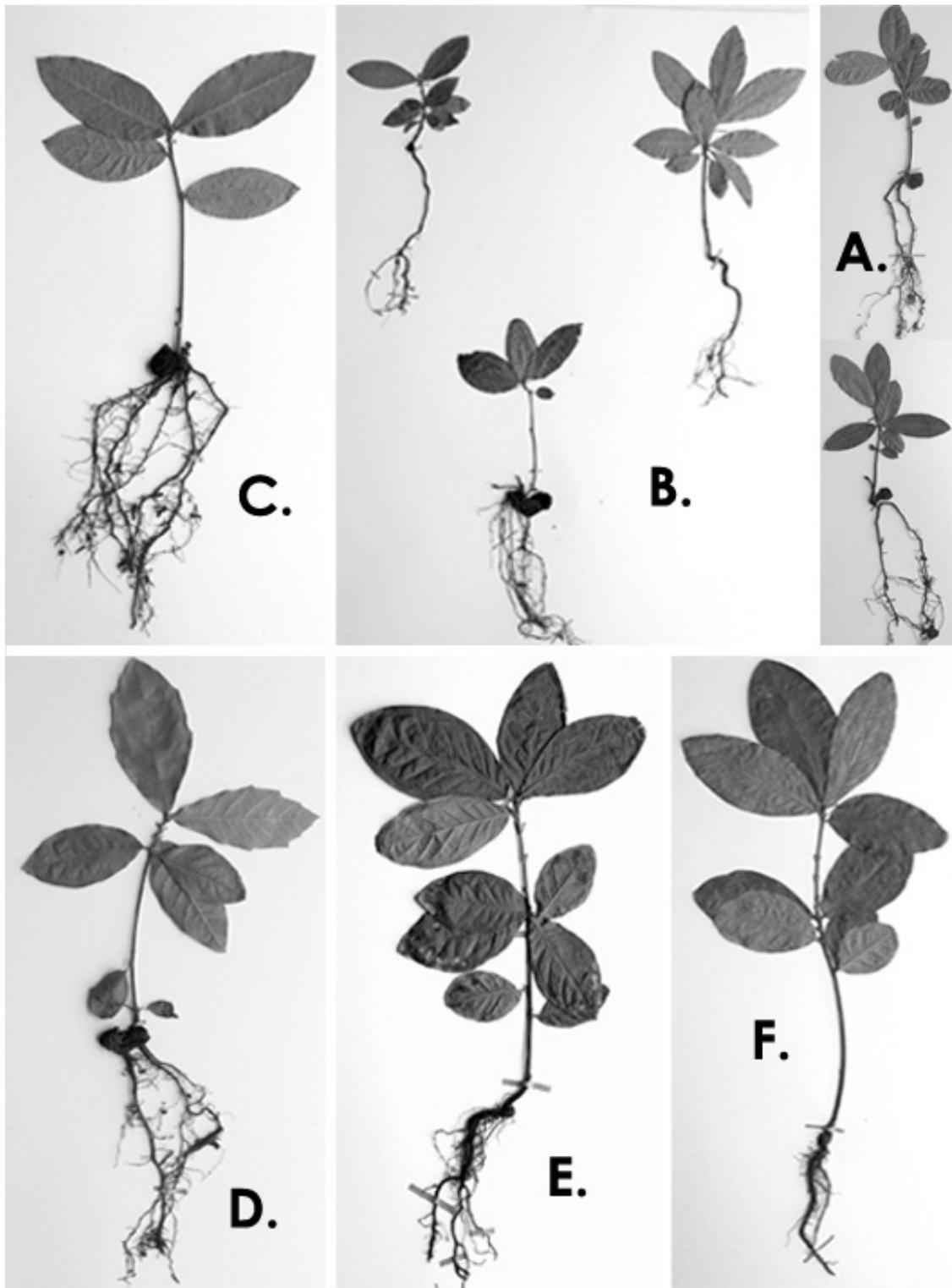


Fig. 32 Morfología de *Quercus candicans* a diferentes etapas de crecimiento y desarrollo: A. y B. Tres meses, C. y D. Seis meses, E. y F. Nueve meses.

- DOCE MESES

Plantas de 11.3 - 28.4 cm de alto; raíz leñosa, axonomorfa o fibrosa (2-4 ejes principales) de (20-)33 - 42 cm de largo y 0.42 - 0.76 cm de diámetro (en el caso de la raíz fibrosa se midió el eje de mayor grosor), color café claro rojizo a café oscuro; tallo estriado (estrías no muy prominentes, más bien impresas), color café claro u oscuro y café verdoso en las partes más jóvenes, de 5 - 8 mm de grosor provisto de tricomas sésiles estrellados color ámbar a rojizo, que disminuyen con el tiempo, ya que sólo se presentan en los crecimientos más recientes y no así en las partes bajas del tallo donde se pueden apreciar numerosas lenticelas de 0.11 cm de largo por 0.13 cm de ancho, en ocasiones tallos con tricomas glandulares de exudado blanco; yemas ovoides, pilosas, café-rojizas de 0.5 - 2 mm de largo; estípulas lineares y/o deltoides, a veces lanceoladas; hojas de textura subcoriácea, lámina toda simétrica, forma obovada-angosta o elíptica-elíptica, en ocasiones elíptica-estrecha o elíptica-amplia, de (3.3)5.1(10.3) cm de ancho - (7.2)10.3(16) cm de largo; ápice agudo u obtuso; base cordada a veces obtusa; margen entero-simple, entero-aristado o dentado serrado aristado (con 4 - 7 sierras por lado) en las 2/3 partes superiores, pueden presentarse sierras y/o aristas por debajo de este nivel, las sierras poseen un tamaño de 0.1 - 0.4 mm(1.2 cm) y las aristas de 0.1 - 0.2(0.3)mm, el número de aristas va de 7 - 13 por lado, los dientes serrados con ángulo apical agudo, tipo de serratura convexa convexa, espaciación regular y seriación simple; borde ligeramente revoluto, cartilaginoso, a veces con pelos simples rojizos de una y dos ramas; pecíolo de 2 - 4(5) mm de largo y (1.5)2 - 3(4) mm de diámetro, provisto de tricomas estrellados color ámbar; haz lustroso color verde claro u oscuro, con tricomas estrellados sésiles color ámbar y/o rojizo a lo largo de las nervaduras -(principalmente en la primaria donde ocasionalmente puede haber tricomas simples blancos o rojizos de una o dos ramas, además de tricomas glandulares esféricos de color blanco, estos últimos pueden llegar a estar dispersos en la lámina de manera muy escasa)- ocasionalmente pueden concentrarse de forma poco abundante en toda la lámina o bien concentrarse mayormente en las zonas cercanas al margen, ápice y base; envés de epidermis ampulosa-papilosa, con tricomas estrellados cortos sésiles en ocasiones con un pequeño estípite, de color blanco a ligeramente amarillo en la lámina la cual cubren de forma dispersa y uniforme, se concentran en mayor cantidad a lo largo de los costados de las nervaduras donde adquieren un color amarillento a ámbar, en el dorso de la nervadura principal pueden encontrarse tricomas simples largos de 1 - 2 ramas, dichos tricomas son de color

transparente a blanco y/o de color rojizo, también pueden encontrarse en el margen de la hoja.

Ramillas jóvenes con denso indumento blanco desde la hoja hasta la rama; haz de las hojas densamente cubierto de tricomas fasciculados sésiles color blanco, en el margen y en las zonas cercanas él son de color rojizo; envés densamente cubierto por tricomas fasciculados sésiles blancos, a lo largo de las nervaduras adquieren un color amarillento; margen revoluto; de presentarse aristas éstas son cartilaginosas y pilosas.

Cabe mencionar que se describen las hojas adultas pero en la planta se pueden apreciar hojas más pequeñas pertenecientes a los primeros crecimientos, éstas últimas poseen la misma forma de las adultas pero pueden diferir en las características del margen observándose que en las plantas descritas con margen serrado-aristado las hojas pequeñas sólo presentan crenas aristadas y no propiamente sierras; en el caso de las plantas con hojas de margen entero todas las hojas (grandes y pequeñas) presentan las mismas características.

Los cambios respecto a la edad son fácilmente observables (Fig. 32 y 33), sin embargo es de notarse el buen crecimiento y desarrollo del sistema radicular a esta edad.



Fig. 33 Variedad morfológica en plantas de *Quercus candicans* a un año de edad.

Arquitectura de la venación laminar en plantas de un año de edad

Venación cartilaginosa de tipo pinnada camptódroma-broquidódroma (para las hojas de borde entero), craspedódroma-semicraspedódroma o craspedódroma mixta; vena media no ramificada, tamaño¹ moderado y recorrido derecho no ramificado; venas secundarias de grosor relativo moderado y recorrido curvado uniforme, curvado abrupto o ramificado, en las hojas dentadas serradas se presentan venas secundarias externas en la zona media de la hoja (Fig. 36) y en las de borde entero se presentan en las tres cuartas partes inferiores (Fig. 37); el ángulo de divergencia en las venas secundarias es agudo-moderado (45 - 65°) y la variación de dicho ángulo es casi uniforme o bien venas superiores con ángulo más agudo que las inferiores, el comportamiento de las ramificaciones que forman ojales es uniéndose a secundarias superadyacentes en ángulo agudo (en este caso no se ajusta del todo al modelo de Hickey ya que la vena secundaria se divide en dos, una rama se une a la vena superadyacente y la otra a la inferior, conformando así el ojal; se unen en ángulo agudo), con (2)4 - 6 venas intersecundarias simples; venas terciarias con ángulo de origen recto-recto, a veces recto-agudo; en las hojas dentadas serradas el modelo de las venas terciarias es reticulado ortogonal y en las de borde entero es percurrente de recorrido derecho, para éstas últimas, en el caso de haber venas intersecundarias el modelo conformado es también reticulado ortogonal; la relación de las venas terciarias con la vena media es en ángulo oblicuo permaneciendo aproximadamente constante y en disposición alterna y opuesta en proporciones aproximadamente constante; la venación de orden mayor es de resolución distinguible; venas cuaternarias de tamaño esperado y trayectoria ortogonal; venas quinquenarias de tamaño esperado y trayectoria ortogonal; el orden de venación más alto es el sexto; venación última marginal incompleta; vénulas simples y ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas de arreglo orientado y forma predominantemente cuadrangular aunque pueden observarse poligonales, también se presentan areolas sin vénulas; estomas de tipo anomocítico (Fig. 34 y 35).

Se observaron distintos patrones en la arquitectura foliar de las plantas descritas, acordes a los diversos tipos de margen en las hojas. Se elaboró un cuadro comparativo (Cuadro 9) de las características de las hojas en función del margen que presentan, delimitando así, los morfotipos encontrados. Hubo una mayor variabilidad morfológica de las hojas para esta especie que para *Q. crassifolia*.

¹ Determinado como la relación de ancho de la vena (av) y ancho de la hoja. Tamaño= (AH) av/AH x 100%

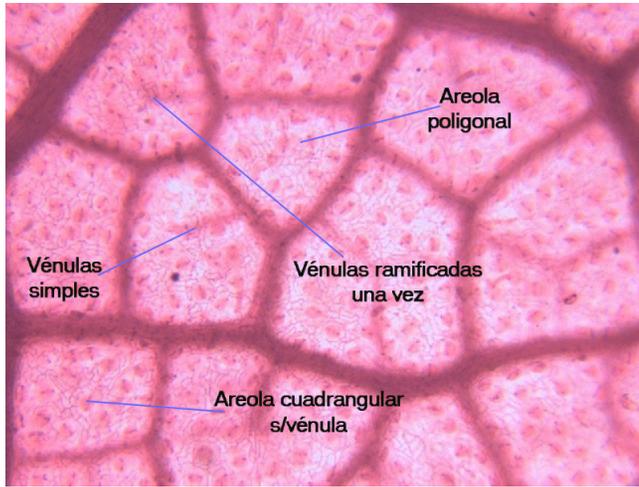


Fig. 34 Arreglo de vénulas y areolas en plantas de un año de edad (*Q.candicans*). Aumento 10x.

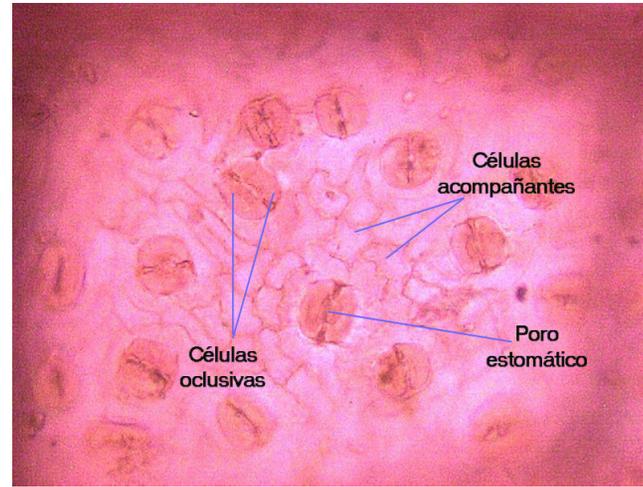


Fig. 35 Estomas de tipo anomocítico en plantas de una año de edad (*Q. candicans*). Longitud de los estomas 12.5 μ m, índice estomático 2400. Aumento 40x.

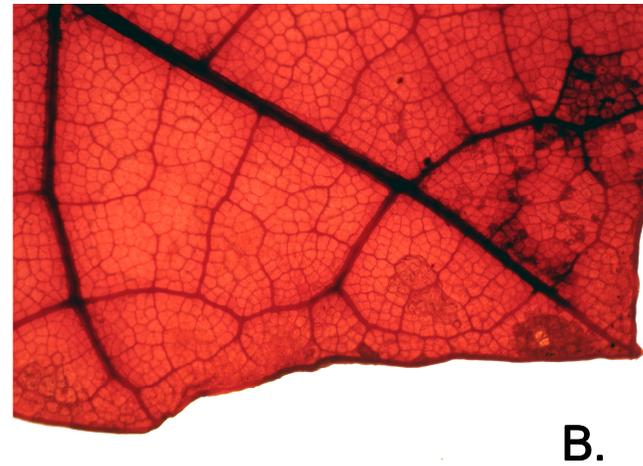
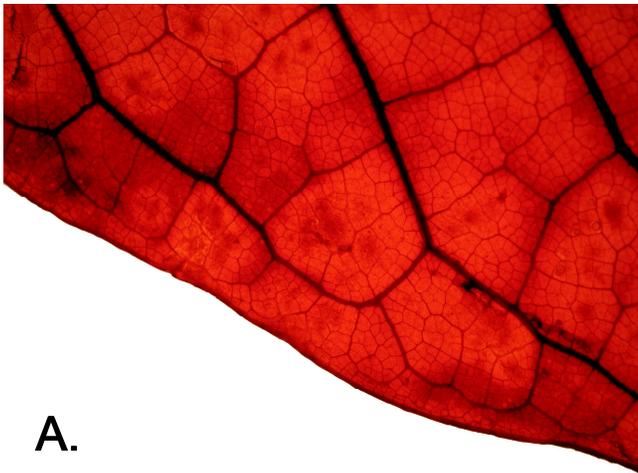


Fig. 36 Detalle de la venación última marginal incompleta, en hojas de margen entero simple (A.) y serrado aristado (B.). Plantas de un año de edad (*Q. candicans*).

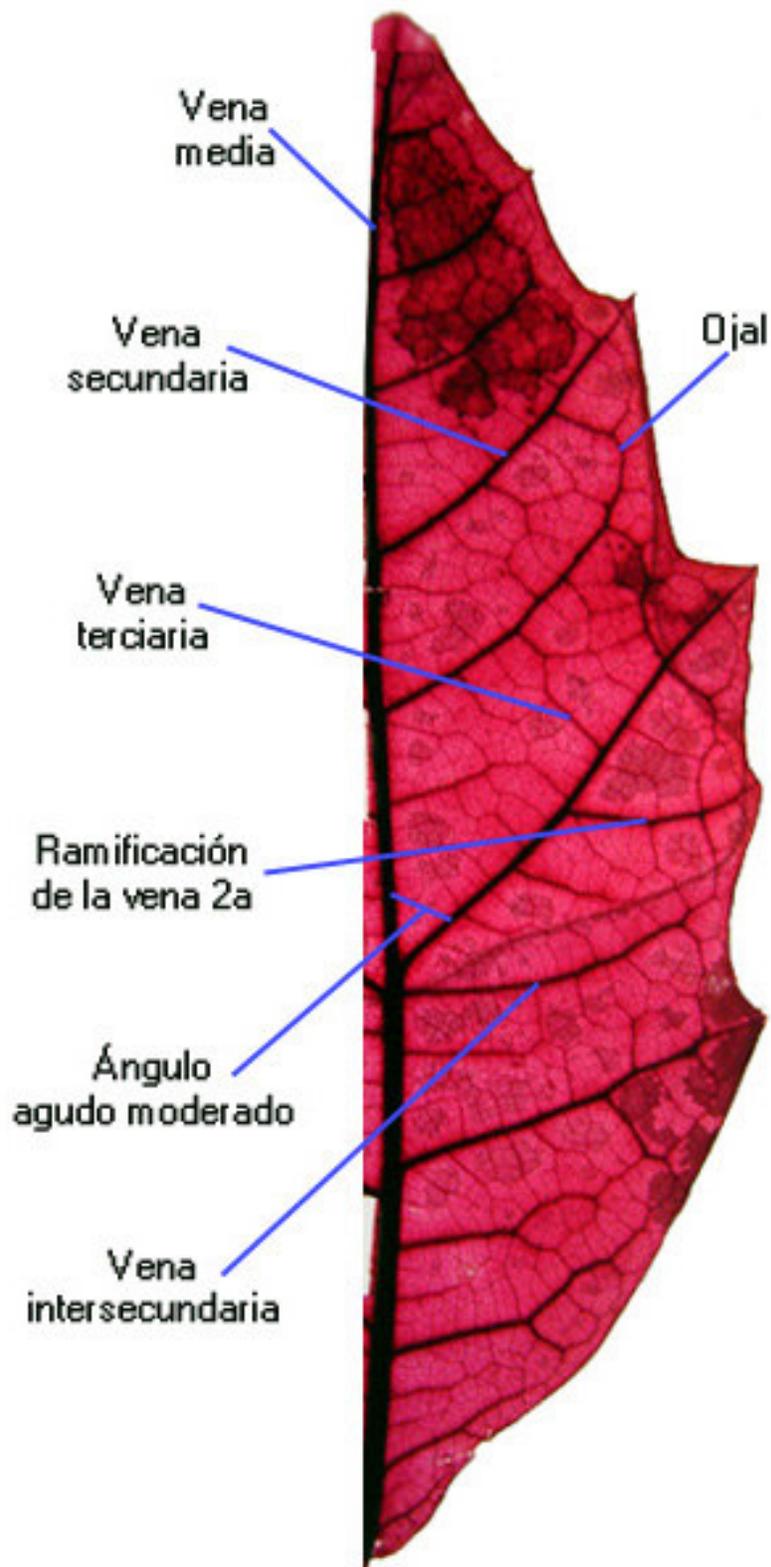


Fig. 37 Principales caracteres en la arquitectura foliar de plantas de un año de edad en *Q. candicans* (margen serrado-aristado). Venación craspedódroma-semicraspedódroma.

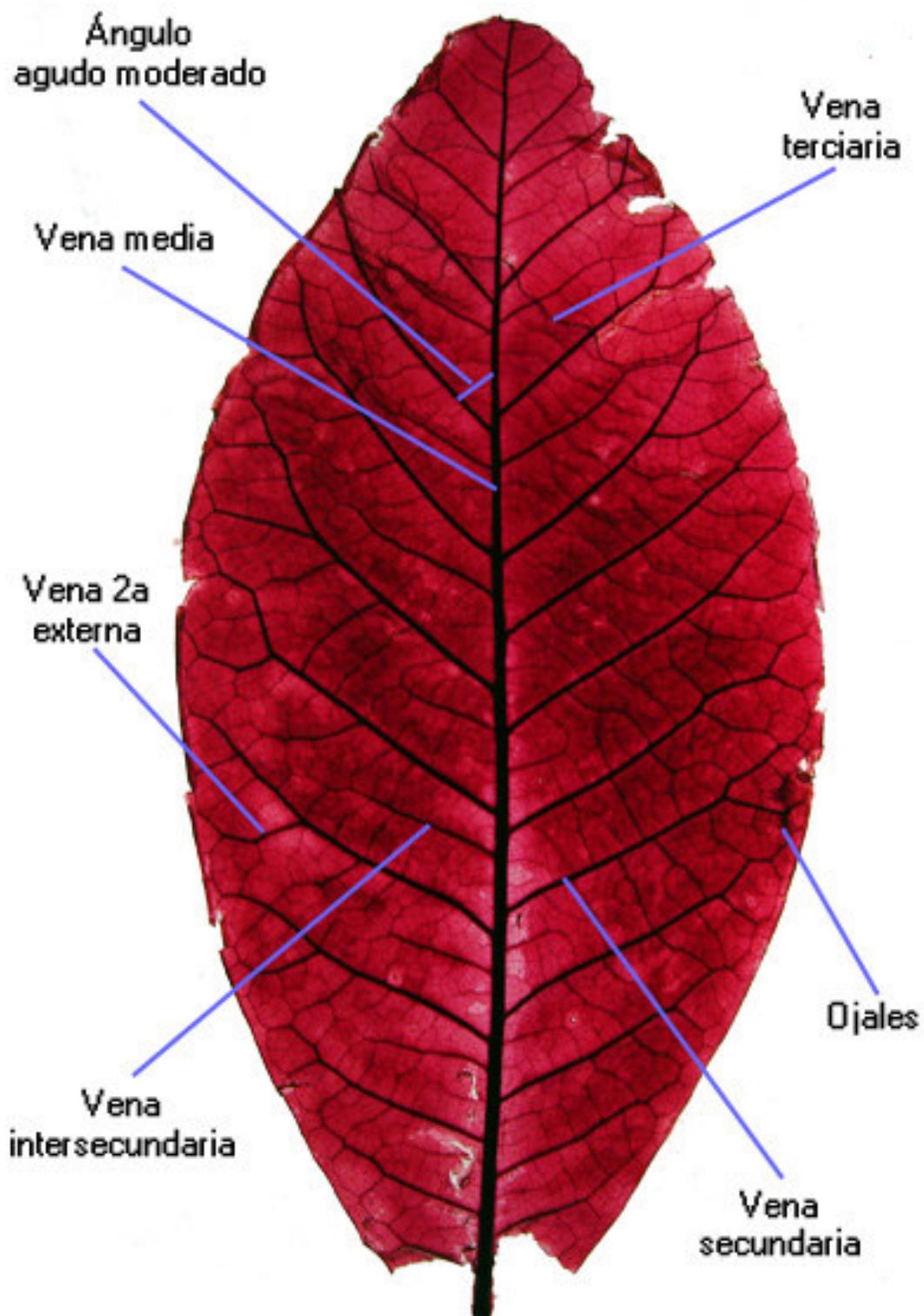


Fig. 38 Principales caracteres en la arquitectura foliar de plantas de un año de edad en *Q. candicans* (margen entero-simple). Venación camptódroma-broquidódroma.

Cuadro 9. Comparación de la arquitectura foliar en los diferentes morfotipos de plantas de *Quercus candicans* a un año de edad.

CARACTÉR \ MARGEN	Entero simple	Entero aristado (Este morfo presenta las aristas más largas, hasta de 3mm).	Serrado aristado (Este es el morfo típico de <i>Q. candicans</i>).
Forma	Exclusivamente formas elípticas, pero sólo en las variantes elíptica – estrecha o elíptica – amplia.	Siempre presentan forma elíptica – elíptica o bien obovada – estrecha.	Siempre presentan forma elíptica – elíptica u obovada – estrecha; es en este morfo de hoja donde se presenta ocasionalmente la forma elíptica – ancha.
Ápice	Generalmente agudo, puede presentar ápice obtuso.	Generalmente obtuso, puede presentar ápice agudo.	Exclusivamente agudo.
Base	Obtusa cordada.	Exclusivamente cordada.	Generalmente cordada, eventualmente obtusa.
Tipo de venación	Sólo se presenta el patrón tipo pinnada, camptódroma–broquidódroma.	Sólo presentan venación pinnada, craspedódroma–semicraspedódroma.	Craspedódroma – semicraspedódroma o craspedódroma– mixta; a veces craspedódroma – simple.
Venas secundarias con recorrido	Exclusivamente curvado abruptamente.	Siempre curvado uniformemente.	Generalmente curvado – uniforme; ocasionalmente curvado abrupto.
Ángulo de divergencia de las venas secundarias	Siempre venas secundarias superiores con ángulo de divergencia más agudo que las inferiores.	Venas secundarias superiores con ángulo de divergencia más agudo que los inferiores.	Casi uniforme aunque a veces, las venas secundarias con ángulo de divergencia más agudo que las inferiores.
Distribución de los tricomas del haz	A lo largo de las nervaduras, principalmente en la primaria.	A lo largo de las nervaduras, principalmente en la principal; a veces se concentran de forma poco abundante en toda la lámina y/o en mayor cantidad en las zonas cercanas al margen, ápice y base.	a lo largo de las nervaduras (principalmente en la vena primaria), se concentran de forma poco abundante en toda la lámina y en mayor cantidad en las zonas cercanas al margen, ápice y base.
Color	Las plantas con este tipo de hoja presentan un tono de verde oscuro en comparación con el resto.		

QUERCUS CRASSIFOLIA

Descripción del desarrollo

Los cotiledones presentan un cambio de color en el ápice de la semilla a partir de la germinación; al momento de la escarificación mecánica poseen un color amarillo, cambia a rojo cuando empieza a emerger la radícula y a verde cuando ésta última se ha elongado a más de 2 cm. Una vez ocurrido el transplante en suelo el color verde se intensifica y se totaliza en los cotiledones, permanece así durante la emergencia de la plántula y los primeros meses de desarrollo.

La raíz emerge de color blanco y así se mantiene hasta el momento del transplante; a los catorce días después del establecimiento se inicia la aparición de 2 - 10 raíces secundarias y de algunos tallos, éstos presentan un color blanco con tintes rojizos debido a la presencia de abundantes tricomas. Al cabo de casi un mes inicia la aparición del primer par de hojas. En algunas semillas se presentó poliembrionía (dos y tres embriones) y el desarrollo de ellas fue similar al descrito.

Una vez que las semillas germinadas se plantan en suelo (sin emergencia de tallo), la emergencia de los tallos se inicia dos semanas después, alcanzando alturas de 5-17 mm, éstos presentan un color blanquecino con tinte rojizo debido a la presencia de abundantes tricomas.

Las hojas aparecen en promedio uno o dos días después de la emergencia del "tallo", se observan de color blanquecino cuando aún son muy pequeñas y al alcanzar tallas de por lo menos 10 mm de largo adquieren un color rojo púrpura, en ocasiones presentan este color desde pequeñas, dichas coloraciones son debidas también a la presencia del indumento.

Se debe mencionar que en general la emergencia de plántulas sólo se lleva a cabo durante las primeras semanas, de tal forma que a las cinco semanas prácticamente han aparecido plántulas de todas las semillas germinadas sembradas; incluso a este tiempo hay presencia de numerosas hojas y muchas plantas han alcanzado longitudes de 2-4 cm.

De las siete a las nueve semanas de edad las hojas empiezan a presentar necrosis marginal y apical lo que es indicio del próximo periodo de crecimiento, esto coincidió con la época fría de forma que también hubo hojas necrosadas a causa de las bajas temperaturas. En muy pocas plantas a partir de las siete semanas inicia la aparición de 2-3 ramitas. De las nueve a las doce semanas se hace evidente la caída de algunas hojas,

se incrementa ligeramente la longitud del tallo e inicia la salida de nuevas láminas foliares; las nuevas hojas mantienen tallas muy pequeñas (menos de 7mm de longitud). Las plantas siguen incrementando poco a poco la longitud del tallo durante el cuarto mes de edad.

Aproximadamente a partir de los cinco meses es notable el nuevo crecimiento de la planta, ya que el tallo se ve incrementado en más de 10 mm y las hojas nuevas, que también han ido creciendo poco a poco, han superado el tamaño de las primeras hojas y son fácilmente detectables por el color blanco y/o púrpura del haz, además de que poseen textura membranácea y aristas en el margen.

Por lo menos dos de los embriones en las semillas poilembriónicas se desarrollan satisfactoriamente hasta los tres meses de edad, su crecimiento fue muy similar presentando tallas muy semejantes. De igual manera sucedió en los individuos que presentaron dos tallos que crecían desde el cuello de la raíz; en ocasiones cuando la planta poseyó más de 4 cm de altura se presentaron pequeños tallitos en el cuello de la raíz o bien emergiendo en otras partes del suelo, lo que indica que provienen de rizomas (clonación).

Después de los siete meses el crecimiento se sigue llevando a cabo de la misma manera y se ve incrementado el número de rebrotes provenientes de raíz. Al año se observa en las plantas por lo menos un crecimiento más del tallo; algunas de las hojas anteriores a este crecimiento permanecen en las plantas (no hay caída total de hojas); aparecen también nuevas ramas.

A los dos años de edad las hojas de las plantas mantenidas en vivero presentan la forma, textura, color, haz y envés característico de *Q. crassifolia*. Ver cuadro 10.

Cuadro 10. Generalización de la fenología de las plantas de *Q. crassifolia* obtenidas en vivero, durante un año de monitoreo. El número de “X” representa una medida cualitativa del evento en cuestión, siendo una el mínimo y cinco el máximo.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mrz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mrz
Germinación	XXXXX																	
Elongación de tallo		XX	XXXX	X	XX	XXXXX	XX		X	XXX						X	XX	XXXX
Emergencia de hojas nuevas		XXXXX	XX	X	XXX	XXXXX	XX		X	XXX						XX	XXXXX	XXX
Marchitez de hojas			XXX	XXXXX									X	XXX	XXXX			
Caída de hojas				XXXX										X	XXX	XX		

NOTA: Las semillas fueron establecidas en cámara de crecimiento a mediados del mes de septiembre y mantenidas ahí hasta finales del mes de octubre, a este tiempo se alcanzó el 98.6% de germinación. A principios del mes de noviembre, las semillas germinadas fueron sembradas en suelo de bosque de encino.

Algunas de las plantas monitoreadas fueron mantenidas en vivero hasta la edad de dos años y se observó que a esta edad ya habían manifestado el carácter caducifolio, es decir experimentaron una caída total de hojas.

Descripción morfológica a diferentes edades

- TRES MESES

Plántulas con raíz axonomorfa de 8 - 9.5 cm de largo y 0.1- 0.2 cm de diámetro, cotiledones opuestos, hipogeos de color verde. Tallo liso, café verdoso de 0.1 - 0.2 cm de diámetro y 3.0 - 5.6 cm de largo, con escasos tricomas simples y estrellados; 5 - 9 nomófilas alternas, elípticas de 0.6 - 3.2 cm de ancho y 4.9 - 5.2 cm de largo, borde entero, ápice y base agudos o rara vez obtusos, haz opaco casi glabro con tricomas simples, envés casi glabro con pocos tricomas estrellados en la lámina y nervaduras, epidermis del envés ampulosa (o granulosa); pecíolo verde pubescente de 0.2 cm de largo. Las hojas presentan necrosis apical y lateral a largo del borde, lo cual es un indicador de la época de caída de hojas.

Algunas de las plántulas presentan ya su primer crecimiento en el cual se observan hojas pequeñas aterciopeladas, color rojo púrpura en el haz y blanco en el envés, tanto el color como la textura es debida a la presencia de abundantes tricomas simples (esta característica se presentó también en las nomófilas muy jóvenes). Las hojas ya más grandes presentan color verde, haz opaco casi glabro con tricomas estrellados concentrados densamente a lo largo de las nervaduras, envés densamente tomentoso con tricomas estrellados, color blanquecino amarillento, epidermis del envés ampulosa, borde entero con pequeñas aristas en la mitad superior de la lámina, pecíolo verde pubescente de 0.3 cm de largo por 0.2 cm de diámetro.

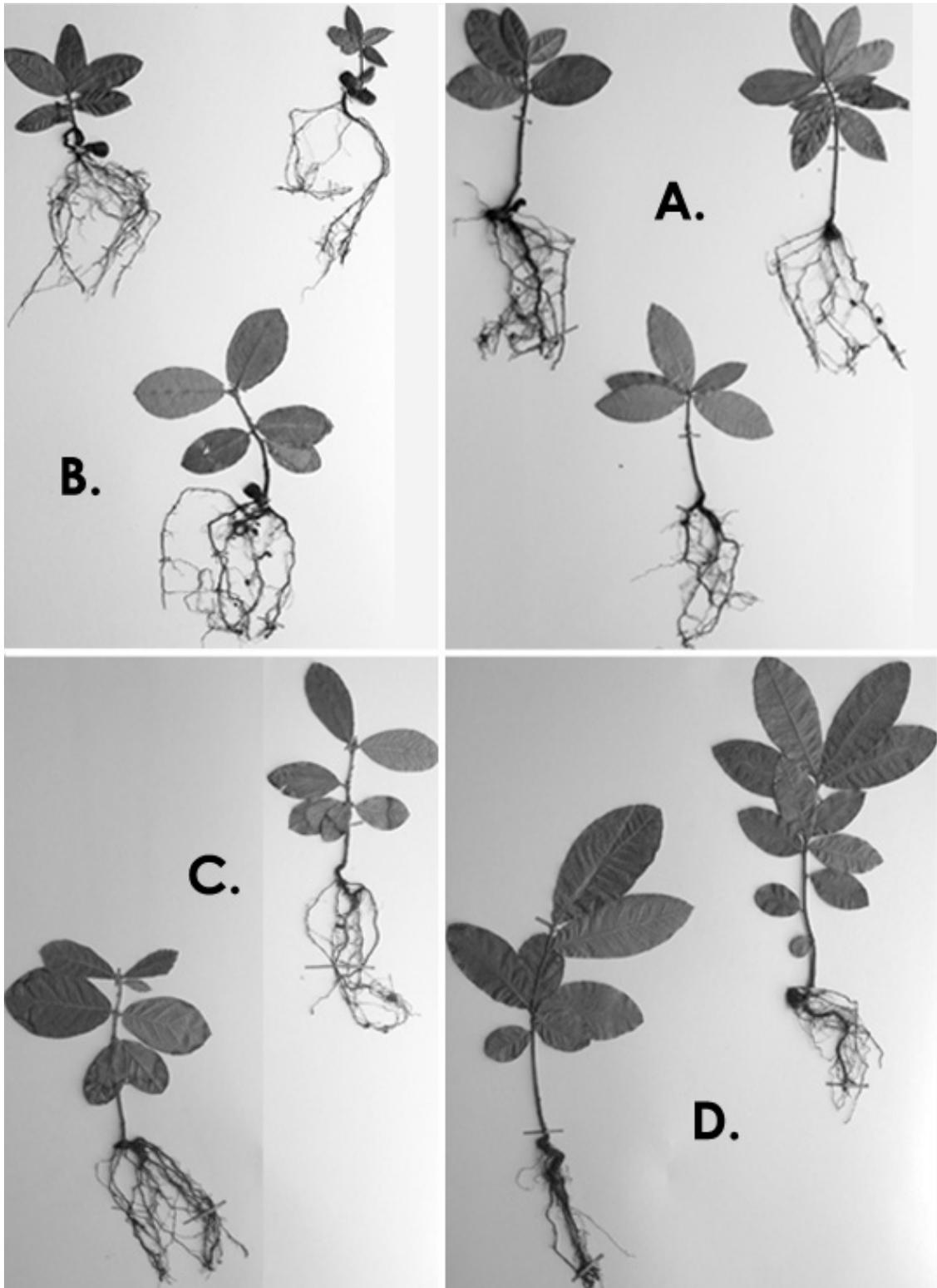


Fig. 39 Morfología de *Quercus crassifolia* en diferentes etapas de crecimiento y desarrollo: A. y B. Tres meses, C. Seis meses, D. Nueve meses.

- SEIS MESES

Raíz fibrosa de 9.0 - 10 cm de largo y 0.2 cm de diámetro, cotiledones opuestos, hipógeos, verdes; tallo estriado (costillas), café claro de 0.1 - 0.2 cm de diámetro y de 3.5 - 7.1 cm de largo con densa pubescencia de tricomas estrellados en los crecimientos más recientes; de 5 - 11 nomófilas alternas, obovadas o en ocasiones elípticas de 0.7 - 3.8 cm de ancho y de 1.3 - 5-6 cm de largo, borde entero o ligeramente crenado, frecuentemente aristado, ápice obtuso o agudo, base cuneada o en ocasiones obtusa o redondeada, haz opaco pubescente (en ocasiones poco pubescente) con tricomas amarillentos y estrellados concentrándose mayormente a lo largo de la nervaduras, envés tomentoso blanco o amarillo con tricomas estrellados y simples distribuidos tanto en la lámina como en las nervaduras, epidermis del envés ampulosa, pecíolos verdes tomentosos de 0.2 - 0.3 cm de largo.

Los principales cambios se presentan en el número de crecimientos del tallo. Se observan hojas con el característico denso indumento en el envés que presentan los individuos adultos de *Q. crassifolia*.

- NUEVE MESES

Raíz fibrosa de 9.5 cm de largo y 0.4 cm de diámetro (en el eje de mayor grosor); tallo estriado, café claro, de 11.5 - 12.2 cm de largo y 2 mm diámetro, con presencia de lenticelas bien desarrolladas a lo largo de los primeros crecimientos, no así en los más recientes donde hay densa pubescencia de tricomas estrellados y presencia de estípulas; de 7 - 11 hojas alternas, obovadas y/o elípticas de (2.5)7.3(8.5) cm de largo y (2.1)2.7(3.6) cm de ancho, borde entero y/o ligeramente crenado, frecuentemente aristado; ápice agudo u obtuso; base obtusa y ligeramente cordada; haz opaco glabro con escasos tricomas estrellados en la lámina concentrándose a lo largo de la vena media donde se presentan también tricomas simples de una rama; envés glabrescente con escasos tricomas estrellados concentrados en la vena media; epidermis del envés ampulosa papilosa; pecíolos tomentosos (tricomas estrellados color ámbar) de 0.2 cm de largo por 0.3 cm diámetro.

Los principales cambios se observan en el aumento en tamaño de las hojas, raíz y tallo en el que además se presentan lenticelas, se nota también un mayor número de hojas.

- DOCE MESES

Plantas de (8.0-)12.1 - 23.5 cm de alto; raíz leñosa, pivotante o fibrosa (2 - 3(-4) ejes principales), color café rojizo a café oscuro, de 18 - 29 cm de largo y (0.34-)0.4 - 0.6 de diámetro (en el caso de la raíz fibrosa se midió el eje de mayor grosor); tallo estriado (las estrías poco prominentes, a veces impresas), color café claro a café verdoso oscuro, de 0.2 - 0.5 cm de diámetro, provisto de abundantes tricomas fasciculados estipitados, amarillentos que disminuyen con el tiempo, ya que a medida que se desciende en los nudos del tallo (3 - 4) se hacen menos abundantes hasta ausentarse en el primer nudo donde se pueden observar lenticelas de 0.15 cm de largo por 0.17 cm de ancho; yemas rojizas, ovoides, pilosas de (0.8-)0.1 - 0.13(-0.2) cm; estípulas caedizas, deltoides; hojas de textura coriácea o subcoriácea, lámina simétrica, forma elíptica-elíptica u obovada-angosta, en ocasiones elíptica-elíptica angosta u obovada-oblancheolada, de (8.1)10.3(12) cm de largo por (2.6)4.2(7) cm; ápice obtuso y/o agudo, aristado; base aguda a obtusa, ligeramente cordata; margen cartilaginoso, ligeramente revoluto, entero simple o dentado serrado aristado (con 3 - 5 dientes serrados por lado) en la mitad superior, pueden presentarse sierras y/o aristas por debajo de este nivel; los dientes sierra son de tipo cóncavo-cóncavo y ápice de ángulo obtuso, espaciación regular y seriación simple, poseen un tamaño de 0.2 - 0.5 cm las aristas de 1 - 1.5 mm, el número de aristas va de 1 - 4(8) de cada lado; pecíolo normal de (0.1-)0.3 - 0.4 cm de largo y (0.17-)0.2 - 0.3 de diámetro provisto de tricomas color amarillento y/o blanquecino; haz opaco a ceroso color verde oscuro a verde glauco, glabro con escasos tricomas amarillentos, estrellados estipitados que se distribuyen uniformemente en toda la lámina y se concentran mayormente a lo largo de las nervaduras principalmente en la vena media, a partir de la mitad inferior de ésta y hasta el pecíolo la densidad de tricomas se incrementa y se pueden encontrar tricomas simples de una rama, ocasionalmente los tricomas sólo se presentan a lo largo de la vena media, nervaduras impresas; epidermis del envés ampulosa (rugosa) glandular; envés pubescente, amarillento a ligeramente café claro, con tricomas estrellados largos estipitados que se entrelazan entre sí y cubren toda la lámina incluyendo las venas en donde se concentran abundantemente, se encuentran también tricomas simples de color ámbar.

Las ramillas jóvenes con densa pubescencia blanca, hojas de haz lanoso tomentoso cubierto de tricomas estrellados estipitados amarillentos y rojos en abundancia,



Fig. 40 Variedad morfológica en plantas de *Quercus crassifolia* a un año de edad.

lo que les da el aspecto aterciopelado rojo (a medida que las hojas van creciendo van disminuyendo la cantidad de tricomas rojos), puede haber tricomas simples de una rama; margen revoluto, dentado aristado, aristas cartilaginosas de 0.1 cm acompañadas de pelos simples; envés lanoso tomentoso cubierto por tricomas estrellados blancos, a lo largo de la nervadura central éstos son de color amarillento.

Cabe mencionar que se describen las hojas adultas pero en la planta se pueden apreciar hojas más pequeñas pertenecientes a los primeros crecimientos, éstas últimas pueden diferir tanto en forma como en las características del margen, observándose que en las plantas con hojas maduras (tercer y cuarto crecimiento) la forma es obovada y el margen dentado-serrado-aristado; las hojas más pequeñas (primer crecimiento) son de forma obovada pero de margen entero, las siguientes hojas (segundo crecimiento) presentan forma elíptica-elíptica y margen crenado aristado; en el caso de las plantas con hojas de margen entero todas las hojas (grandes y pequeñas) presentan las mismas características, sólo que en algunas hojas maduras se pueden observar leves crenas, algunas aristadas, pero al no ser claramente visibles y no presentarse en todas las hojas el margen queda descrito como entero simple o entero aristado.

Los cambios respecto a la edad son fácilmente observables (Fig. 39 y 40), pero destaca el buen crecimiento y desarrollo del sistema radicular que tienen las plantas a esta edad.

Arquitectura de la venación laminar en plantas de un año de edad

Venación cartilaginosa tipo pinnada, craspedódroma-simple, craspedódroma-mixta, craspedódroma-semicraspedódroma o camptódroma-broquidódroma (para las hojas de borde entero), ocasionalmente las hojas de borde entero presentan venación craspedódroma-semicraspedódroma; vena media de tamaño² moderado (1.25 - 2%) a fuerte (2-4%), recorrido derecho no ramificado a ligeramente sinuoso; venas secundarias de grosor moderado, ángulo de divergencia agudo moderado (45 - 65°) con variación casi uniforme, en ocasiones venas secundarias superiores con ángulo de divergencia más agudo que las inferiores o bien ángulos de divergencia más agudos de un lado de la hoja que del otro, comportamiento de las ramificaciones que forman ojales uniéndose a secundarias superadyacentes en ángulo agudo; recorrido de las venas secundarias curvado uniformemente, se debe decir que las venas secundarias de la zona media

² Determinado como la relación de ancho de la vena (av) y ancho de la hoja. Tamaño= (AH) av/AH x 100%

poseen además venas secundarias externas; (1-)2 - 6(10) venas intersecundarias fuertes y simples por lado (puede diferir el número de venas por lado en la misma hoja); venas terciarias con ángulo de origen recto-recto y/o a veces recto-agudo, modelo percurrente de recorrido recurvado en la zona cercana a la vena media y de recorrido bifurcado ligeramente sinuoso hacia la zona del margen, de presentarse venas intersecundarias se conforma entonces un modelo reticulado ortogonal; la relación de las venas terciarias con la vena media es en ángulo oblicuo disminuyendo exmedialmente, con disposición predominantemente opuesta y/o alterna y opuesta en proporciones aproximadamente iguales, esto debido a la presencia de venas intersecundarias; resolución distinguible en los órdenes de venación mayor; venas cuaternarias de tamaño esperado y trayectoria ortogonal; venas quinquenarias de tamaño esperado y trayectoria ortogonal; se observan dos ordenes de venación más altos, en la zona de la base hay seis y en la del ápice siete; venación ultima marginal incompleta, se observan vénulas simples y ramificadas una vez; areolas bien desarrolladas de arreglo orientado y forma cuadrangular y pentagonal, existen también areolas sin vénulas; estomas de tipo anomocítico (Fig. 41-45).

Los diversos patrones de arquitectura foliar en relación al margen de las hojas y sus características, se ilustran en el cuadro 11.

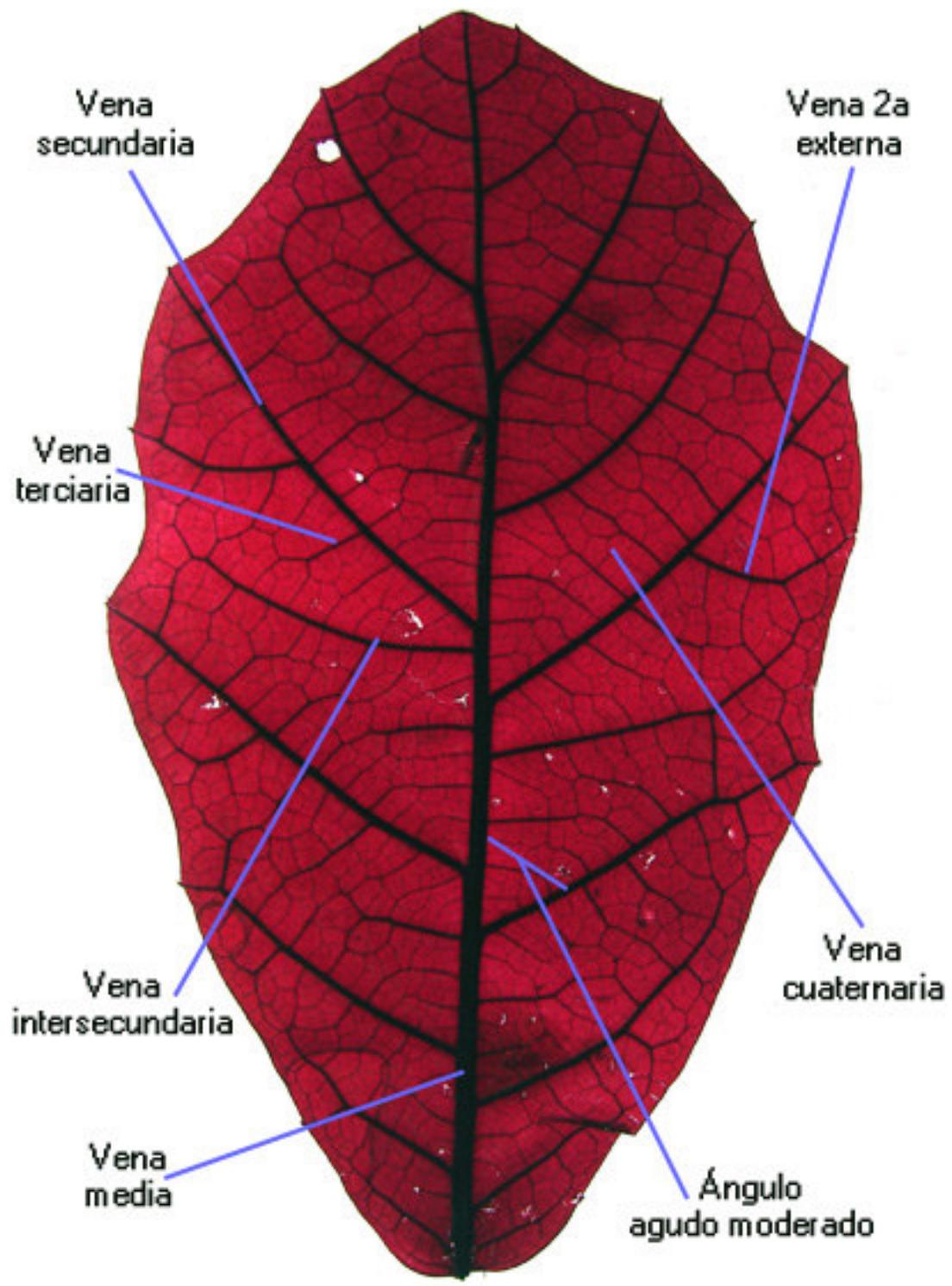


Fig. 41 Principales caracteres en la arquitectura foliar de plantas de un año de edad en *Q. crassifolia* (margen dentado-aristado).

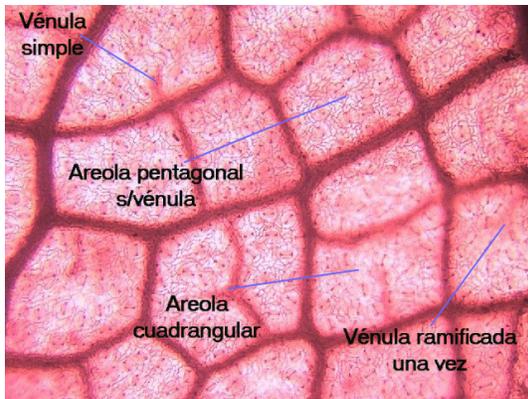


Fig. 42 Arreglo de vénulas y areolas en plantas de un año de edad (*Q. crassifolia*). Aumento 10x.

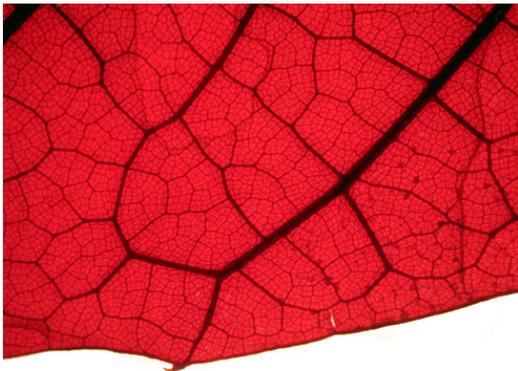


Fig. 43 Detalle de la venación última marginal, tipo incompleta (*Q. crassifolia*).

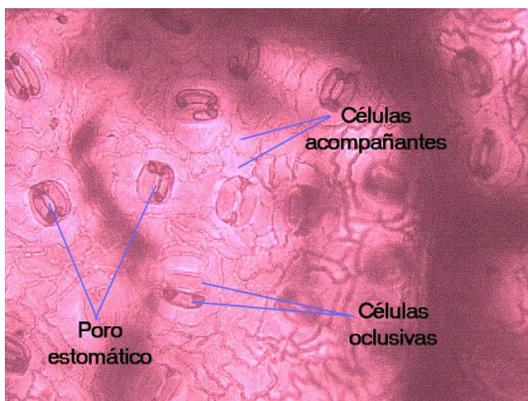


Fig. 44 Estomas de tipo anomocítico en plantas de una año de edad (*Q. crassifolia*). Longitud de los estomas 11.2 μm , índice estomático 9266. Aumento 40x.

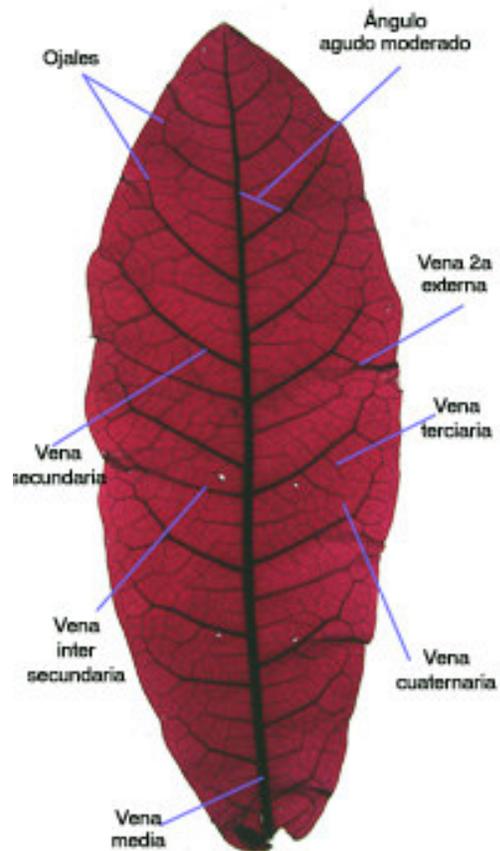


Fig. 45 Principales caracteres en la arquitectura foliar de plantas de un año de edad en *Q. crassifolia*.

Cuadro 11. Comparación de la arquitectura foliar en los diferentes morfotipos de plantas de *Quercus crassifolia* a un año de edad.

CARACTÉR	MARGEN	Entero simple	Dentado aristado (Este es el morfo típico de <i>Q. crassifolia</i>)
Forma		Siempre elíptica – elíptica, ocasionalmente elíptica angosta.	Siempre obovada – estrecha, ocasionalmente obovada – oblanceolada.
Ápice		Agudo.	Obtuso.
Base		Aguda cordada.	Obtusa cordada
Tipo de venación		Camptódroma-broquidódroma, a veces craspedódroma – semicraspedódroma.	Craspedódroma-mixta.
Venas secundarias con recorrido		Derecho no ramificado.	Derecho no ramificado.
Ángulo de divergencia de las venas secundarias		Casi uniforme, pueden presentarse ángulos de divergencia más agudos de un lado de la hoja que del otro.	Casi uniforme o venas secundarias superiores con ángulo de divergencia más agudo que las inferiores, puede haber ángulos de divergencia más agudos de un lado de la hoja que del otro.
Color		Las plantas con este morfotipo presentan a la vista un color verde oscuro más intenso que las otras plantas, lo que se debe a que presentan menor densidad de tricomas.	Verde oscuro opaco debido a la abundante presencia de tricomas en el haz.

ARQUITECTURA FOLIAR DE INDIVIDUOS ADULTOS

Quercus candicans

Lámina de textura medianamente coriácea con solamente la base asimétrica; forma elíptica elíptica (relación largo/ancho 2:1); ápice agudo; base obtusa; margen ligeramente revoluto, dentado aristado en $\frac{1}{2}$ ó $\frac{1}{4}$ superior, puede presentar dientes y/o aristas por debajo de este nivel, los dientes son acuminados de 3 mm de largo, con espaciación regular y seriación simple, aristas de 1- 2 mm; pecíolo normal a ligeramente engrosado en la base; venación cartilaginosa tipo pinnada craspedódroma-semicraspedódroma; vena primaria de tamaño³ moderado (1.25 - 2%) y recorrido derecho no ramificado; venas secundarias con ángulo de divergencia agudo angosto ($< 45^\circ$); variación en el ángulo de divergencia: casi uniforme, grosor relativo moderado y recorrido derecho ramificado y/o no ramificado, en ocasiones se presenta en la base cerca del pecíolo un recorrido recurvado; venas intersecundarias fuertes y simples; venas terciarias con ángulo de origen recto-recto, a veces recto-agudo, de modelo percurrente, con recorrido bifurcado y hacia la zona de la base de la vena secundaria es de modelo recurvado, la relación con la vena media es en ángulo oblicuo permaneciendo aproximadamente constante; resolución distinguible en los órdenes mayores de venación; venas cuaternarias de tamaño esperado y trayectoria ortogonal; venas quinquenarias de tamaño esperado y trayectoria ortogonal; el sexto orden de venación es el más alto; el segundo es el orden de venación más alto que presenta ramificación excurrente; venación última marginal incompleta, vénulas simples y ramificadas una vez, areolas bien desarrolladas de arreglo orientado y forma mayormente poligonal, a veces cuadrangular y/o triangular; estomas de tipo anomocítico muy visibles.

³ Determinado como la relación de ancho de la vena (av) y ancho de la hoja. Tamaño= (AH) av/AH x 100%.

Quercus crassifolia

Lámina de textura coriácea con solamente la base asimétrica; forma obovada angosta a obovada ancha (relación largo/ancho 2:1 ó 1.2:1); ápice obtuso, redondeado o cortamente acuminado; base cordata; margen ligeramente revoluto, dentado aristado en $\frac{1}{2}$ ó $\frac{1}{4}$ superior, puede presentar dientes y/o aristas por debajo de este nivel, los dientes son agudos de 2-4 mm de largo, con espaciación regular y seriación simple, aristas de 1mm; peciolo normal a ligeramente engrosado en la base; venación cartilaginosa tipo pinnada craspedódroma-semicraspedódroma; vena primaria de tamaño⁴ moderado (1.25 - 2%) a fuerte (2-4%) y recorrido derecho no ramificado (a veces poco sinuoso) o marcadamente curvado; venas secundarias con ángulo de divergencia agudo angosto (45°) hacia el final del ápice y base y agudo moderado (45-65°) en la zona media, ocasionalmente los tres pares inferiores de venas secundarias pueden presentar ángulo de divergencia casi recto; variación en el ángulo de divergencia: venas superiores con ángulo de divergencia más agudo que las inferiores o bien casi uniforme, grosor relativo moderado y recorrido ramificado curvado uniformemente (se llega a observar que a partir de la zona media hacia el ápice el recorrido de las venas secundarias es curvado uniformemente, mientras que de la zona media hacia la base es derecho); venas intersecundarias fuertes y simples; venas terciarias con ángulo de origen recto-recto hacia el final del ápice puede ser agudo- agudo, de modelo percurrente con recorrido recurvado opuesto (cerca de la vena media) y bifurcado alterno (hacia el margen) o bien reticulado ortogonal, de relación con la vena media en ángulo oblicuo disminuyendo apicalmente y con disposición alterna y opuesta en proporciones iguales; resolución distinguible en los órdenes mayores de venación; venas cuaternarias de tamaño esperado y trayectoria mayormente ortogonal; venas quinquenarias de tamaño esperado y trayectoria ortogonal; el sexto orden de venación es el más alto (en un ejemplar se observaron siete ordenes de venación); el segundo es el orden de venación más alto que presenta ramificación excurrente; venación ultima marginal incompleta, sin vénulas u ocasionalmente con vénulas simples, areolas bien desarrolladas de arreglo orientado y forma principalmente cuadrangular; estomas de tipo anomocítico.

⁴ Determinado como la relación de ancho de la vena (av) y ancho de la hoja. Tamaño= (AH) av/AH x 100%.

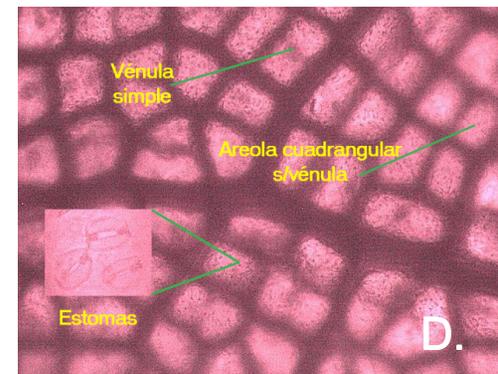
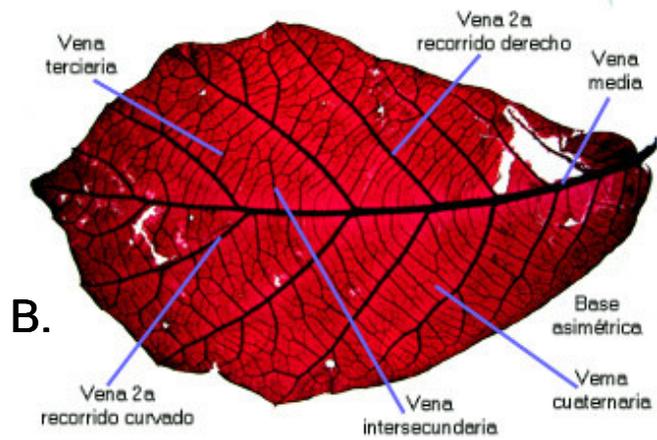
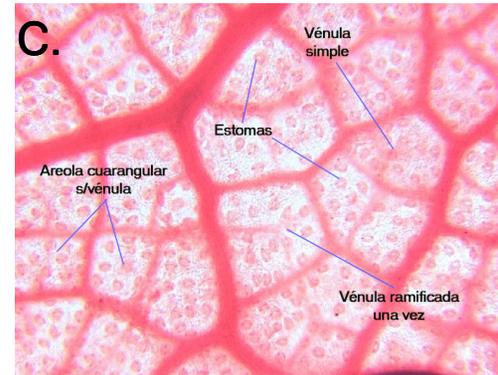
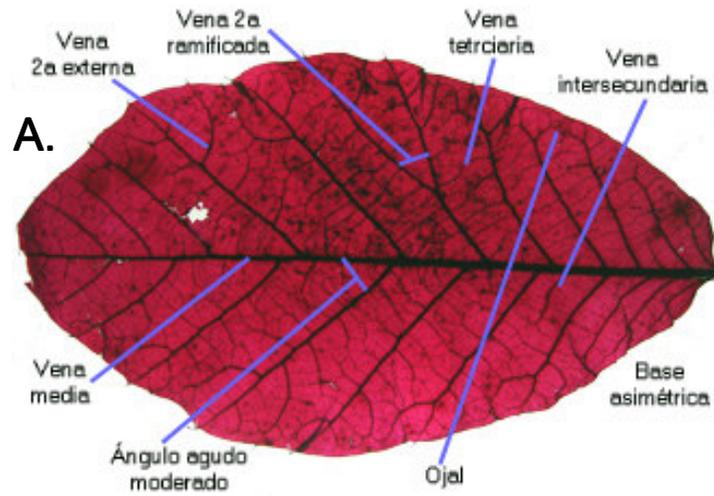


Fig. 46 Detalle de la arquitectura foliar en adultos de *Q. candicans* (A. y C.) y *Q. crassifolia* (B. y D.). Aumento en C y D, 10x.

DISCUSIÓN

ESTUDIO FLORÍSTICO-ECOLÓGICO

Hasta el momento se ha generado información valiosa sobre la Ecología de los encinos, una parte está enfocada al aprovechamiento sustentable de la madera de *Quercus* y la mayoría de ella persigue fines de conservación, recuperación y/o restauración de bosques.

Después de revisar en conjunto una pequeña parte de la información existente se advierten diversos puntos de vista acerca del papel que juegan hierbas y arbustos en la regeneración, se habla de diversos factores ambientales involucrados en el establecimiento de plántulas, de la frecuencia de sitios seguros para semillas (tamiz ambiental), del papel benéfico o no del dosel arbóreo, del papel que juega la fauna asociada a los encinares, entre otros

En ocasiones puede llegar a pensarse que los resultados que arrojan todos los trabajos son contradictorios; incluso hay un enfoque que propone que en los sistemas naturales es muy común la existencia de conflictos entre los diferentes estados de desarrollo, de tal manera que las condiciones favorables para la semilla son a su vez desfavorables para las plántulas o para los subsiguientes estados del ciclo de vida (Schupp, 1995).

Algunos resultados en comunidades forestales fragmentadas de pino-encino concuerdan con esta propuesta. Sus resultados arrojan que los pocos individuos de *Pinus* y *Quercus* que se establecen en lugares abiertos producen mayor biomasa que aquellos que lo hacen en el interior del bosque; en este último sitio la incorporación de individuos es mucho más numerosa gracias a que el ambiente es más apto para la germinación y establecimiento, aunque al parecer el crecimiento es menor (Bonfil, 1995; Asbjornsen *et al*, 2004).

A pesar de todo ello, es posible evitar algunas confusiones y utilizar eficientemente la información generada siempre y cuando ésta se filtra y encausa de acuerdo a: 1) El escenario ambiental particular, 2) Las especies involucradas y 3) Los fines y/o tópicos perseguidos (regeneración natural y reclutamiento de plántulas, restauración ecológica y rehabilitación ecológica, reintroducción de especies y sobrevivencia, entre otros).

Por ejemplo, hay un buen número de trabajos que comprueban la influencia de los factores ambientales en la germinación y establecimiento de plántulas (Borchert *et al*;

1989; Callaway, 1992; Velázquez, 1995; Dhillion, 1999; Gordon y Rice, 2000; Zavala, 2004) y sin embargo en un estudio de introducción de plantas de *Abies*, *Pinus* y *Quercus*, fueron los encinos quienes presentaron mayor sobrevivencia y menor relación con el micrositio (Ángeles, 1998). La discrepancia radica precisamente en el hecho de introducir individuos obtenidos en vivero (plantación) o bien indagar en los bosques acerca de la incorporación de plantas provenientes de semillas dispersadas (reclutamiento).

Una situación similar ocurre con el papel que juega la cobertura del dosel en el reclutamiento de plantas. Bajo el dosel de árboles de *Pinus* la regeneración es buena y sin embargo en sitios de afinidad métrica la sobrevivencia de plantas es menor en sitios arbolados (Quintana y González, 1993; Ramírez, 2001). Algo en común es que los encinos requieren de claros para crecer (Jardel *et al*, 1995) y es esto lo que determina el papel que puede jugar el dosel arbóreo en el reclutamiento, de acuerdo al escenario ambiental.

En general se hace evidente la falta de transferencia de los resultados científicos, a medidas prácticas útiles para fomentar la conservación en zonas protegidas y/o la implementación de sistemas de uso múltiple en bosques con presencia de robles (Pulido, 2002). De igual manera sucede con la elaboración de técnicas a seguir en programas de restauración y rehabilitación ecológica, i.e. en especies mexicana, se sabe muy poco acerca de las ventajas y desventajas de realizar una siembra directa de bellotas en comparación con plantaciones de individuos obtenidos en vivero (Ramírez y Hernández, 1991; Nicolás *et al*, 1997).

Caracterización del estrato arbóreo y arbustivo

Al parecer la comunidad perteneciente al municipio de Temascaltepec, cuyo tipo de vegetación está registrado en la cartografía como bosque mesófilo de montaña, ha sufrido algún tipo de disturbio, motivo por el cual se está modificando su estructura y en la actualidad representa un bosque de afinidad métrica.

Las especies del género *Quercus* son un componente importante de los bosques mesófilos de montaña, ya que alcanzan grandes tallas y poseen características morfológicas que los hacen atractivos para la industria maderera (Jardel *et al*, 1995), tal es el caso de *Quercus candicans* quien es la única especie de encino que figura en el estrato más alto ($\geq 30\text{m}$), en compañía de *Pinus leiophylla* y *P. pseudostrobus* presentando fustes limpios y un diámetro considerable (mayor a 50 cm).

Las especies de encino encontradas en el lugar, no figuran de manera importante en los estratos de altura intermedia (7-15m) probablemente debido a la tala selectiva de encinos para leña, especialmente de árboles pre-reproductivos (González *et al*; 1995; López, 1998).

Además, en dicha zona Sur del Estado de México, la presencia de *Q. candicans* (especie más importante en la comunidad) en el estrato arbóreo más alto pero no en los intermedios, y su poca importancia en los estratos bajos, puede indicar que en algún momento estuvo siendo reemplazada por otras especies como: *Ternstroemia lineata*, *Clethra mexicana* y *Symplocos spp*; quienes son las dominantes en la comunidad y figuran dentro de las especies importantes después de ella.

Estas especies de importancia ecológica pueden ser más tolerantes a la sombra que *Q. candicans* (Moreno *et al*; 1995), ya que en ambientes como el bosque mesófilo de montaña, uno de los factores limitantes en la regeneración natural de encinos es la cantidad de luz (Suárez, 1998; López, 1998), ya que aún y con el hecho de que los encinos tienen gran eficiencia fotosintética y pueden desarrollarse bien bajo condiciones de sombra debida a la cobertura del dosel (Ángeles, 1998), se registran tasas altas de mortalidad de plántulas de *Quercus* en sitios méxicos (Zavala, 1996).

Reportes de estudios en bosques de afinidad méxica arrojan que hay un gran número de árboles pequeños (DAP<15cm) de especies pertenecientes a los géneros *Clethra*, *Ternstroemia*, *Symplocos* y *Styrax* entre otros; las especies encontradas de los dos primeros géneros fueron también las más abundantes en la localidad de la zona sur, y en efecto, la mayoría fueron individuos cuyos diámetros son inferiores a 15 cm (Ver apéndice IV).

Los pinos se benefician en ambientes más iluminados, menos húmedos y con temperaturas más extremosas (Rao, 1985; López, 1998; Asbjornsen *et al*; 2004; García y González, 2004). *Quercus candicans* y *Pinus leiophylla* poseen coberturas muy similares en los estratos bajos y altos en los que se presentan, esto podría indicar requerimientos de micrositio para regeneración muy similares (i.e. cantidad de luz), aunque debe recordarse que en general las especies de pinos crecen con mayor velocidad que los encinos; es decir que muy probablemente la incorporación de estos individuos en la comunidad difirió en tiempo y espacio, por lo que su nicho de regeneración fue distinto. En un estudio de regeneración se observó que los pinos llegan a ser por lo menos diez años más jóvenes que los encinos (Eckelmann, 1995).

En bosques de afinidad méxica en Los Altos Chiapas, se han observado cambios en la distribución por tamaños de las especies de pinos y encinos, habiendo una tendiente

pinarización del dosel debida al disturbio de la comunidad (González *et al.*, 1995; García y González, 2004), fenómeno que seguramente está ocurriendo en esta comunidad de bosque de afinidad méxica en la zona sur del Estado de México, ya que las especies de *Pinus* presentes en el sitio de muestreo, figuran en todos los substratos arbóreos del lugar.

Esta relación entre la pinarización y la perturbación en bosques, ha venido ocurriendo desde hace siglos en los bosques de encino y mixtos de pino-encino de latitudes templadas y tropicales de ambos hemisferios (Richardson y Bond, 1991 citado por González *et al.*, 1995; García y González, 2004).

La zona norte es un bosque mixto de pino-encino, al parecer esta comunidad esta medianamente conservada, ya que hay una distribución regular de las especies en las diferentes alturas del estrato arbóreo; las especies de encino y la de pino se encuentran en estratos altos y bajos, indicativo de una buena incorporación de individuos a la comunidad. Este grado de conservación puede ser debido a las pendientes tan pronunciadas encontradas en la comunidad (Ver apéndice IV), lo que dificulta el acceso de ganado para pastoreo o el establecimiento de algún tipo de cultivo.

En esta comunidad *Pinus teocote* posee un valor de importancia semejante al de *Quercus obtusata* y *Quercus candicans*, pero inferior al de *Quercus crassifolia*. En bosques de pino-encino del centro del país (Hidalgo, México, Puebla, Veracruz) con frecuencia se reporta a *Q. crassifolia* y *Pinus teocote* como especies dominantes (Zavala, 1996).

Q. candicans es la única especie de encino que figura en el estrato más alto de la comunidad en la zona norte del estado de México, sin embargo esto puede ser debido a características propias de la especie, ya que al compararla con *Q. crassifolia* quien es la especie con el mayor V.I.R; hallamos que sus DAPs son muy similares e incluso en esta última llegan a ser mayores.

En ambos tipos de comunidad, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino, se han reportado cambios en la composición florística de árboles jóvenes (altura \leq 130cm) debida a disturbio por actividades ganaderas (Hernández *et al.*, 2000), en nuestro caso los disturbios encontrados no son de este tipo pero se demuestra la susceptibilidad de ambos tipos de vegetación a cambios florístico-estructurales.

Las diferencias florístico-estructurales halladas en el estrato arbóreo de las comunidades estudiadas, pueden deberse también a las discrepancias ambientales existentes. La zona Norte se puede catalogar como una zona templada no muy húmeda en la que los encinos son árboles dominantes característicos de la última fase de

sucesión, por su parte en las áreas de condiciones mesófilas como es el caso de la zona Sur, los encinos constituyen una etapa sucesional intermedia (Spurr y Barnés, 1982 citado por Ángeles, 1998).

En el estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña se mezclan tanto elementos tropicales, como templados, siendo más importantes los segundos (Suárez, 1998). En este caso en la localidad del municipio de Temascaltepec, los elementos templados están representados por *Quercus candicans*, *Clethra mexicana*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus leiophylla*, el elemento tropical de mayor importancia es *Ternstroemia lineata*.

Dentro de esta misma comunidad *Quercus candicans* por si sola tiene un valor de importancia de 55.3%, y en conjunto con *Quercus obtusata* que es la otra especie significativa en la comunidad suman el 71.5%. Estos resultados coinciden con reportes donde se indica que en bosques mesófilos de montaña son las especies de encino las que presentan en conjunto, los valores de importancia más altos con cifras de casi el 50%, respecto a todas las demás especies arbóreas, lo que las sitúa como especies claramente importantes en la dinámica del bosque (Pérez, 1991 citado por Suárez, 1998).

En cuanto a las características cualitativas de suelo registradas en ambas localidades sólo se hallaron diferencias en el grosor de la capa de hojarasca. En la zona sur se encontraron en la mayoría de los cuadrantes espesores mayores a los 6 cm (ver apéndice IV). En la zona norte se registró en cuatro de los cinco cuadrantes una profundidad de hojarasca de 3-5 cm (ver apéndice IV). Esto es trascendental porque se sabe que la cobertura de las semillas con hojarasca favorece el establecimiento temprano de los encinos al aumentar la emergencia y la sobrevivencia de plántulas; una capa de 2.5-5 cm es la adecuada (López, 1998).

Curiosamente en la zona norte donde debido a las características de la comunidad (bosque de pino-encino), debe haber un mayor ingreso de nuevos individuos de *Quercus*, los grosores de hojarasca encontrados coinciden con los adecuados. No así en la zona sur cuya estructura de la comunidad no requiere de una numerosa incorporación de encinos (bosque mesófilo de montaña). Es así que emerge una pregunta: ¿Será ésta una de las tantas herramientas naturales que dirigen procesos hacia la constitución y permanencia de las distintas comunidades?

Al respecto se debe tener presente que el micrositio es en escala de espacio y tiempo, diferente (Ángeles, 1998), por lo que la incorporación de nuevos individuos de las especies en una comunidad dependerá de su capacidad para responder a una gama de posibilidades ambientales, es decir, las especies deben desarrollar estrategias de reproducción acorde al sitio en el que se encuentran.

Todo estudio de restauración debe considerar los mecanismos a través de los cuales las especies (riqueza y diversidad) se mantienen y preservan como parte de un sistema, es decir, se requiere indagar los procesos que influyen el establecimiento de las especies dentro de una comunidad de plantas (Dhillon, 1999).

Respecto a esto podemos decir que debido a su importancia ecológica en la localidad sur del Estado de México, *Q. candicans* posee una mayor tolerancia a la humedad que *Q. crassifolia* y puede existir como especie típica de bosque mesófilo de montaña. Por su parte *Q. crassifolia* ha sido reportada también como una especie importante en este tipo de vegetación, sin embargo su presencia en la localidad del municipio de Temascaltepec fue prácticamente nula.

En el bosque de pino-encino estudiado en la zona norte del estado de México, ambas especies, *Q. candicans* y *Q. crassifolia* son importantes, pero esta última supera notablemente a *Q. candicans*, esto puede deberse a que dicha especie posea requerimientos más específicos de humedad para su regeneración en la comunidad, ya que comúnmente se le encontró en las partes más internas del bosque.

Lo anterior se abordará de nuevo una vez discutidas las características observadas para las especies de estudio en la fase de propagación.

En el estrato arbustivo de la zona norte se presentan especies comúnmente reportadas como importantes en bosques de encino, tales especies son *Eupatorium glabratum* y *Bacharis conferta* (Guevara y Hernández, 2005) de las cuales la primera es la más importante en nuestra localidad.

Los arbustos juegan un papel importante en la dinámica de las comunidades; se ha comprobado su influencia al actuar como nodrizas para algunas especies de *Quercus* en bosques templados caducifolios (Callaway, 1992). Así mismo muestran baja sensibilidad hacia los cambios espaciales y temporales existentes en bosque fragmentados donde los bordes proporcionan diversas condiciones microclimáticas (Asbjornsen *et al*, 2004). Se puede inferir por tanto su valor no solo en la dinámica de la comunidad, sino también en su capacidad de resiliencia.

El estrato arbustivo aunque más diverso en la localidad de la zona sur del Estado de México, tuvo mayor cobertura en la localidad de la zona norte. Esto representa otra más de las diferencias estructurales entre las comunidades estudiadas y la cual se representa muy bien en los dendrogramas elaborados.

Composición florística de las comunidades

Se registró un número mayor de especies en la zona norte, producto de la presencia de especies oportunistas de amplia distribución como: *Arenaria lanuginosa*, *Archibacharis serratifolia*, *Bacharis conferta*, *Bidens triplinervia*, *Cirsium acantholepis*, *Stipa clandestina*, *Stachys agraria*, entre otras. Sin embargo se debe tener presente que una de las consecuencias de la pinarización del dosel es el decremento del número de especies y por tanto de la diversidad florística producto de los cambios microclimáticos en el sotobosque (González *et al*, 1995; López, 1998).

Tal como se discutió en los apartados anteriores, al parecer la zona sur presenta en mayor grado dicho fenómeno, producto del disturbio en la comunidad. Además en comunidades de bosque mesófilo de montaña una parte importante de la flora son las epífitas y lianas, quienes no fueron incluidas en este estudio.

Como era de esperarse, con algunas excepciones para la zona Sur, la composición florística de ambas localidades es muy semejante a la reportada en bosques con presencia de *Quercus* en el centro del país (Martínez, 1991; Sánchez *et al*; 1995; Zavala, 1995; 1996), dichas excepciones se deben a la falta de trabajos en bosque mesófilo de montaña para la región.

En el sotobosque se presenta, para ambas localidades, *Bidens triplinervia* quien llega a ser un indicador de lugares perturbados (Rzedowski *et al*. 2001). Frecuentemente el disturbio está muy ligado a la fragmentación del hábitat, o sea a la pérdida de la continuidad en él, lo que representa una seria amenaza a la diversidad, ya que favorece la pérdida de especies en tanto se alcanza un nuevo equilibrio dinámico en la comunidad (Suárez, 1998).

El bosque mesófilo de montaña tiene componentes caducifolios y perennes, además de que representa una zona de contacto entre la región holártica y neotropical (Jardel *et al*, 1995; Flores y Gerez, 1988 citado por Suárez, 1998). La composición florística de este tipo de vegetación en el municipio de Temascaltepec es muy semejante a la reportada en bosque mesófilo de montaña de Chiapas y Jalisco, sobre todo en las especies del dosel arbóreo (González *et al*, 1995; Jardel *et al*, 1995).

A pesar de que en ambas localidades hay un clima templado húmedo, se registró un mayor número de especies de helechos en la zona Sur, los cuales son indicadores de humedad (Marroquín y Eckelmann, 1995).

Generalmente se presentan una o más especies de encino diferentes coexistiendo muy cercanamente en sus diferentes asociaciones (Suárez, 1998). Las asociaciones observadas en los cuadrantes mediante el análisis estructural a través de danserogramas son principalmente: *Q. candicans*, *Q. crassifolia* y *Q. obtusata* en la zona norte del Estado de México; y *Q. candicans* - *Q. obtusata* en la zona sur de la entidad.

Una parte importante del manejo en las diversas comunidades vegetales, radica también en la utilización de la flora acompañante y no sólo de las especies de uso forestal. En ambas comunidades estudiadas más del 20% de la flora posee algún tipo de uso, siendo mayor el de la zona sur en el municipio de Temascaltepec. Esto es importante ya que habla de la potencialidad del bosque mesófilo de montaña, quien es uno de los ecosistemas más afectados y en peligro de desaparecer.

PROPAGACIÓN

Aunque algunas investigaciones de encinos apuntan a que el peso de la semilla afecta la emergencia, supervivencia y altura de las plántulas que se producen; en este trabajo se integraron varios aspectos del estudio de los encinos y su propagación, por lo que podemos señalar que no debe olvidarse que algunas de estas variables están determinadas por características inherentes a la especie. Es por ello que en cuestiones prácticas enfocadas a la producción de árboles, es mejor no considerar el factor peso para su obtención, sino aprovechar todos los frutos que se obtengan de las colectas en zonas naturales.

Lo anterior nos lleva a comentar la factibilidad de la técnica de germinación aquí empleada, así como resaltar la bondad de las semillas de encinos, ya que no es necesaria la utilización de costosas hormonas como tratamiento pre-germinativo. Esto ya ha sido probado en *Q. crassifolia* (Guevara y Hernández, 2005) pero debe ser muy similar el caso para otras especies de *Quercus*, de haber mejoras no deben ser muy marcadas lo que no justificaría el uso de éstas. En todo caso podría probarse el uso de hormonas como mejoradoras de crecimiento, dada su característica de lento incremento en tamaño (Guevara y Hernández, 2005).

Siguiendo con la practicidad de la técnica de propagación empleada, cabe mencionar, que en especies como *Q. emoryi* y *Q. arizonica* se constató también que el transplante a suelo de semillas germinadas en cajas petri, reduce los infortunios asociados con la plantación o entierro directo en suelo de bellotas, demostrando que si se

colectan bellotas maduras éstas pueden germinarse en laboratorio y las plántulas pueden crecer en campo (Nyandiga y McPherson, 1992), caso similar al nuestro sólo que nosotros crecimos las plántulas en vivero y no en bosque.

La ventaja que posee el transplante de semillas germinadas a suelo de bosque de encino es la de incrementar la posibilidad del inóculo de ectomicorrizas en el sistema radicular de las plántulas. Esto es similar a lo que se presume ocurre bajo condiciones naturales, ya que la vegetación establecida puede facilitar el crecimiento y sobrevivencia de plántulas, al soportar e incrementar en el suelo las poblaciones de organismos tales como los hongos micorrízicos; es por ello que en los individuos plantados y/o bellotas que germinan cerca de árboles del mismo género se incrementa la infección de este tipo de hongos (Dickie *et al*, 2002).

Este es uno de los motivos por los cuales el dosel arbóreo es un actor importante en el tópico de la regeneración, ya que provee diversos mecanismos de facilitación indirecta para los individuos que se incorporan a la comunidad vegetal en cuestión (Dickie *et al*, 2002; Asbjornsen *et al*, 2004). Dicho fenómeno es comúnmente inadvertido habiendo un constante interés en el estudio de la competencia entre individuos y/o especies desatendiendo el hecho de que ambos procesos (facilitación y competencia) están presentes en la dinámica de las comunidades (Dickie *et al*, 2002).

Todo ello apunta hacia la importancia que puede jugar el volumen y calidad del sistema radicular en plantas producidas en vivero, sobretodo si se pretende que sean utilizadas en programas de restauración ecológica o en los de reforestación, de tal manera que si dichos árboles serán introducidos en zonas totalmente abiertas sin presencia de árboles éstas deben tener un sistema radicular vigoroso y con micorrizas bien establecidas y desarrolladas. En el caso de que su introducción sea en fragmentos, bordes y/o claros de bosque con individuos del mismo género, arbolitos con sistema radicular pobre o con pocas micorrizas establecidas tendrían, gracias al “dosel” arbóreo, la posibilidad de establecerse exitosamente.

Es importante que al hacer investigación en semillas de *Quercus* se indique si las colectas coinciden con un año semillero o no, ya que algunos trabajos apuntan a que este evento determina no sólo la disponibilidad de frutos sino la calidad “inicial” de la semilla con la cual se está realizando el estudio (Brand *et al*, 1990). La variación de año a año en la fructificación se considera una respuesta de los individuos a diversas condiciones ambientales (Sork, *et al*, 1993). Sin embargo, existen evidencias de que los años semilleros se presentan en ciertos intervalos según las especies, por lo que más que

constituir una respuesta a las condiciones ambientales, representan una estrategia reproductiva desarrollada por presiones de selección evolutiva (Sork, *et al*, 1993).

La realización de estudios fenológicos es de suma importancia ya que de corroborarse lo anterior en especies mexicanas, se facilitarían los programas de propagación de encinos, pues si se conocen las temporadas propicias para la recolección de frutos, se incrementa la posibilidad de lograr un buen número de individuos al poseer semillas de buena calidad.

Peso de frutos y semillas

La obtención de los pesos de frutos y semillas de *Q. candicans* y *Q. crassifolia*, arrojó como resultado que aunque los frutos de esta última son notablemente más pequeños, las semillas de ambas especies pueden presentar pesos muy semejantes. Además se observó que dentro de la misma especie la variación en el peso es menor cuando se trabaja con las semillas.

Habitualmente se describe el peso y/o tamaño de las semillas de distintas especies o poblaciones en forma general a través de medidas promedio; sin embargo, el promedio es una medida de tendencia central y enmascara la gran variación en peso y talla que las semillas presentan en forma natural (Jiménez, 1997). Los resultados aquí presentados constatan lo anterior tanto en la semilla como en el fruto. La variación existente en torno al promedio queda muy bien ilustrada en el esquema de ANOVA anidado empleado en este estudio.

Es importante la variación en el tamaño de las semillas debido a que puede proporcionar a la especie que la presenta, la habilidad para establecerse en un mosaico de micrositios con condiciones físicas y abióticas diferentes (Grubb, 1977 citado por Bonfil, 1998).

En el caso particular de los encinos se ha estudiado el papel ecológico del tamaño de la semilla al correlacionarlo con la germinación y el crecimiento de las plántulas, así como con las condiciones ecológicas en las cuales se establecen las mismas (Bonfil, 1998). Por ejemplo, el hecho de que las plántulas alcancen un incremento inicial en altura sin tener que fotosintetizar ya que sus cotiledones proveen una fuente de alimento (Bonfil, 1998); de tal manera que las semillas más grandes podrán proveer nutrientes por más tiempo a la planta (Rao, 1988; Schupp, 1995; Guevara y Hernández, 2005).

Un problema en este tipo de estudios es que al momento de definir tamaño, se trabaja de manera indistinta con la talla o con el peso de las semillas.

Otro inconveniente adicional al respecto, es que en realidad la variable tamaño se evalúa en los frutos y no se considera a la semilla como tal; esto puede ser causa de error en las interpretaciones debido a que las reservas energéticas están contenidas en los cotiledones de las semillas y éstas pueden ser considerablemente más pequeñas que el fruto (como ocurrió en este estudio con *Q. candicans*). Sin embargo, se ha dicho que el peso fresco de las bellotas es un buen indicador de la cantidad de reservas disponibles para el crecimiento de plántulas (Bonfil, 1998).

El tamaño de las semillas tiene que ver con el estado sucesional de los individuos que las producen, ya que se asevera que las especies sucesionales tempranas producen semillas más pequeñas con pocas reservas alimenticias, comparadas con las medias o tardías (Harper, 1977). Se considera que conforme a lo anterior las semillas de *Quercus* son de gran tamaño y con buena cantidad de reservas energéticas (Rao y Singh, 1985; Rao, 1988).

Es importante el estudio de la variación que puede existir en cuanto al tamaño de las semillas para una especie dada, ya que una vez conocida, es posible la realización de inferencias acerca de las características de los árboles y producción de procedencia, debido a que se ha encontrado una relación inversamente proporcional de la masa de las semillas con la producción total de éstas y una correlación positiva del peso de las semillas con el del follaje (Greene y Johnson, 1994). Lo anterior se concluyó a partir de trabajos realizados en varias especies de los géneros *Abies*, *Acer*, *Betula*, *Fagus*, *Liriodendron*, *Pinus* y *Quercus* (Greene y Johnson, 1994).

Por otro lado, en nuestro estudio el peso promedio de las nueces de *Q. crassifolia* fue de 2 gr. El peso promedio de los frutos de *Q. candicans* fue de 3.7 gr; ambas especies pertenecen al subgénero *Quercus* sección *Lobatae* (grupo de los encinos rojos o *Erythrobalanus*).

Zavala (2004) analiza las nueces de nueve especies de encinos mexicanos y concluye que hay una tendencia de los encinos blancos a generar bellotas más grandes y con un contenido de humedad mayor que los encinos rojos. Las bellotas de encinos blancos clasificadas como grandes en este estudio tuvieron un peso promedio mayor a 2 gr. y las de los encinos rojos, dentro de ellas *Q. crassifolia*, un peso promedio por debajo de 2 gr.

Es por ello que habrá que indagar si las diferencias entre encinos rojos y blancos radican en el peso de la semilla o del pericarpo, ya que al parecer no lo están en el peso

del fruto. Puede suceder que en los encinos rojos buena parte del peso del fruto se deba al pericarpo, como en *Q. candicans*, y que en los blancos dicha estructura sea delgada por lo que el peso sea mayormente debido a la semilla.

Un trabajo de este tipo deberá involucrar frutos del mayor número posible de especies de ambos subgéneros y sería interesante que los resultados se arrojaran en un esquema de ANOVA anidado, ya que resulta muy útil para una interpretación gráfica de la variación en frutos y semillas y facilita la comparación entre especies.

Todo lo anterior conlleva también a averiguar similitudes y diferencias en la estructura, grosor y función del pericarpo entre subgéneros de encinos. Al respecto, algunos primeros trabajos de microscopía electrónica arrojan diferencias estructurales entre el pericarpo de encinos rojos y blancos, los cuales deben completarse y ampliarse (Olvera, 2004).

En general el peso promedio de los frutos de *Q. crassifolia* coincide con el hallado en otros trabajos para *Q. rugosa*; el de *Q. candicans* se asemeja al de *Q. deserticola* (Jiménez, 1997; Bonfil, 1998; Zavala, 2004).

Por último debemos mencionar que a pesar de que se ha dicho que después de realizar la prueba de flotación rara vez se eliminan semillas sanas, en *Q. candicans* es conveniente revisar algunos de los frutos que flotan antes de desecharlos ya que hay un espacio considerable entre el pericarpo y la semilla por lo que aunque la semilla esté turgente el fruto llega a flotar.

Germinación

Antes de iniciar la discusión respecto a este tópico, cabe señalar que en la literatura el fruto de los encinos es sustituido comúnmente por el de semilla, esto dificulta la comparación de resultados ya que frecuentemente se habla de estudios de germinación de semillas, cuando en realidad se trabaja con los frutos y no en todos los casos es posible discernir tal error. Es decir, no siempre se especifica si hubo o no escarificación mecánica de los frutos para extracción de la semilla.

En este trabajo, la capacidad germinativa obtenida para *Q. crassifolia* (98%) con semillas de frutos recién colectados, es superior al reportado para esta especie en otros trabajos e incluso en otras especies (Villalón, 1995; Jiménez, 1997; Zavala, 2004; Guevara y Hernández, 2005). Por su parte, el porcentaje del 72% de germinación de *Q.*

candicans también llega a ser mayor al de otras especies y puede mejorarse después del almacenamiento, alcanzando incluso el 100%.

La germinación de semillas está fuertemente influenciado por factores abióticos tales como la temperatura, estrés hídrico, y en ciertos casos la luz (Rao y Singh, 1985; Rao, 1988). La cámara de germinación proporciona a las semillas un sitio seguro en el que encuentran el estímulo requerido para germinar y emerger, además con la escarificación mecánica de los frutos se elimina un tipo de dormancia exógena de la semilla; es por ello que los porcentajes de germinación en ambas especies es alto (superan el 70%).

La germinación de *Q. candicans* sin retirar el pericarpo de los frutos, no se ha logrado aún después de mantenerlos durante cinco meses en una cámara de ambiente controlado (López, 2004), no así con *Q. crassifolia* la cual incluso germina en el piso forestal pocos días después de ocurrida la dispersión de los frutos.

Esta última es una de las especies estudiadas en mayor detalle por lo que fue posible comparar algunos de los índices aquí empleados. Tanto el tiempo medio de la germinación como el tiempo requerido para concluirla son considerablemente menores a los reportados en otros trabajos sobre *Q. crassifolia* para el estado de Hidalgo (Guevara y Hernández, 2005), es decir que en estas semillas procedentes del Estado de México hubo un mejor comportamiento germinativo.

En semillas de otras especies de *Quercus* aún con tratamientos de escarificación, la germinación se inicia varios días después del establecimiento (Villalón, 1995). Las especies aquí estudiadas inician este proceso al día siguiente de su establecimiento en la cámara de germinación; y al estar listas en menos tiempo para su siembra en suelo, se disminuye la probabilidad de infestación por hongos durante su estancia en la germinadora.

Dicha infestación por hongos disminuye, como en este caso, el porcentaje de germinación cuando se presenta en esta etapa (Ángeles, 1998; López, 2004; Guevara y Hernández, 2005), también debilita y daña plántulas durante su establecimiento (Ángeles, 1998; López, 2004). Esto último no es fatal en *Q. candicans* y *Q. crassifolia* si se presenta cuando hay láminas foliares bien constituidas, ya que la infestación más agresiva se da en los cotiledones y la planta está ya en condiciones de subsistir sin las reservas que éstos le proporcionan.

En campo se observó que las semillas de *Q. crassifolia* germinan algunas semanas después de haber caído, es decir antes del invierno, lo mismo se observó aunque en menor medida en *Q. candicans*. Es por ello que no se puede generalizar el

hecho de que las bellotas de encinos rojos germinan a la primavera siguiente después de ocurrida la dispersión (Pulido, 2002); en todo caso posiblemente ocurra un desfase en la germinación para que las plántulas logradas no compitan por el mismo recurso.

Se ha reportado el hecho de que una estrategia de los encinos es producir plántulas en cantidad lo que sí se cumple por lo menos en el caso de *Q. crassifolia*, ya que se observó una buena parte de semillas germinadas bajo la copa del árbol progenitor formando bancos de plántulas, las radículas permanecen en el suelo y no hubo salida de hojas hasta la primavera siguiente.

Esto coincide con un estudio hecho para esta especie en el que se demuestra que sin escarificación y en suelo las bellotas pueden germinar si cuentan con las condiciones adecuadas, es decir el periodo de enfriamiento durante el invierno, no es indispensable (Guevara y Hernández, 2005). Esta característica de no-dormancia, se ha reportado sobre todo en encinos blancos, como una estrategia para escapar a la predación post-dispersiva de frutos (Bonfil, 1998).

Las dos especies de estudio presentan distintos rasgos en la germinación, sobrevivencia y crecimiento, lo que sugiere una diferenciación en sus nichos de regeneración; además por ser especies que coexisten puede haber también variación en los rasgos de su biología reproductiva (Suárez, 1998; Clark *et al.*, 1999). Esto es más probable si se considera que la semilla tiene en su comportamiento hacia la constitución de un nuevo individuo un componente genético y otro ambiental (Bonfil, 1998).

Los frutos de *Quercus candicans* son de tamaño intermedio a grande, como se ha dicho que ocurre comúnmente con las especies típicas del interior del bosque al poseer una ventaja competitiva inicial en ambientes con poca luz (Rao y Singh, 1985; Harper *et al.*, 1995; Bonfil, 1998). En el lugar de colecta (zona norte, municipio Villa del Carbón), los árboles productores de semilla para esta especie se encontraron precisamente en el interior del bosque, al mismo tiempo que tienen una gran cobertura de copa lo que dispersa más ampliamente a los frutos. Además, no se observaron grandes bancos de semillas y por tanto las bajas densidades de siembra posibilitan que éstas escapen a la remoción al hacerse menos evidentes a los roedores y aves (López, 1998).

Caso contrario al de *Q. crassifolia* cuyas semillas son más pequeñas que las de *Q. candicans* e incluso que las de otras especies presentes en la localidad de colecta (*Q. dysophylla*, *Q. obtusata* y *Q. crassipes*), los árboles productores de semilla se encontraron en las orillas del bosque sobre los caminos. En un hábitat abierto la luz constituye en menor medida un factor limitante (Bonfil, 1998), de tal manera que las plántulas originadas

por semillas pequeñas dispondrán de una fuente inmediata de luz para la fotosíntesis y dependerán menos de la energía almacenada para el crecimiento.

Los bancos de frutos bajo la copa de los árboles progenitores en *Q. crassifolia* son algo muy común, a la vez que las semillas germinan poco tiempo después de haber caído (recalcitrantes típicas), con lo que probablemente se asegura el establecimiento de algunas plántulas.

Hay reportes de que la depredación de semillas se incrementa en las orillas (borde) (Young, 1995 citado por Suárez, 1998); es por ello que la abundante producción de frutos puede ser también una estrategia ya que el riesgo de remoción de una semilla dada, se reduce al incrementarse la abundancia de bellotas; esto a causa de una posible saciedad temporal de los depredadores dispersores (Quintana, 1989 citado por López, 1998).

Todo lo anterior guarda relación con un conjunto de caracteres denominados por Grubb (1977) como “nicho de regeneración”, que incluye la dispersión efectiva de semillas, las características de dispersión en tiempo y espacio, los requerimientos de germinación y establecimiento y el crecimiento ulterior de los individuos de cada especie (citado por Callaway, 1992; 1995; Suárez, 1998). De esta manera aunque las especies al desarrollarse en sitios muy parecidos se sobrepongan en nichos pueden coexistir al diferenciarse sutilmente en los tamaños de semilla, tiempos, duración y porcentajes de germinación (Suárez, 1998), tal y como puede estar ocurriendo con *Q. candicans* y *Q. crassifolia* quienes son especies que coexisten en los bosques y difieren en tales características.

Viabilidad

La calidad de proceso germinativo de *Q. candicans* y *Q. crassifolia* después de un periodo de refrigeración se vio mejorada. En las especies del género *Quercus* de la sección Lobatae (encinos rojos) esto se atribuye a que las semillas después de ser dispersadas en otoño, requieren de un periodo variable de estratificación durante el invierno antes de germinar en la primavera siguiente (Jiménez, 1997; Guevara y Hernández, 2005). Sin embargo, tal como se discutió en el apartado anterior esto no se puede generalizar para todas las especies de encinos rojos.

En general la estratificación o enfriamiento húmedo consiste en exponer a las semillas a bajas temperaturas con el propósito de lograr una germinación pronta y

uniforme de las mismas (Harttman, 1980), lo cual, se observó en *Q. candicans* y *Q. crassifolia*.

Lo anterior se cree está relacionado con el alargamiento de los embriones inmaduros para la subsiguiente germinación (Korstian, 1927 citado por Nyandiga y McPherson, 1992) o bien con un tipo de dormancia fisiológica de los encinos rojos, ya que con la refrigeración se promueve la síntesis de giberelinas promotoras de la germinación (Vogt, 1974 citado por Nyandiga y McPherson, 1992).

Debido al carácter recalcitrante de las semillas, la pérdida de viabilidad en encinos está directamente relacionada con la pérdida de humedad. En nuestro estudio *Q. crassifolia* resultó inviable en menor tiempo que *Q. candicans*; del mismo modo que fue reportada de entre un grupo de nueve como la especie que pierde buena parte de humedad durante la primera semana después de la colecta de frutos -aunque no en condiciones de almacenamiento sino simulando condiciones de un piso forestal desnudo- (Zavala, 2004).

En *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. laurina* y *Q. rugosa* la pérdida de viabilidad ha sido atribuida a la presencia de larvas de curculiónidos (Jiménez, 1997). En este trabajo, tanto en *Q. candicans* como en *Q. crassifolia*, se presentaron larvas dentro de los frutos desde el momento de la colecta y por lo tanto después del almacenamiento, es por ello que la viabilidad no estuvo relacionada con la presencia de larvas, aunque desconocemos si éstas eran o no de curculiónidos. En el Estado de México, se ha reportado que las larvas de *Curculio occidentis* y *Curculio glandium* hacen túneles dentro de la semilla de *Q. crassifolia* y *Quercus candicans* respectivamente (Cibrian *et al*; 1995; López, 2004).

Un motivo más por el cual se asevera que en este estudio la pérdida de viabilidad no estuvo relacionada con la existencia de larvas, es que no en todos los frutos estuvieron presentes y por lo tanto las semillas no presentaban algún daño debido a insectos u hongos. Algo característico en las semillas inviables fue el cambio de color, las cuales se tornaron cafés y/o casi negras.

Probablemente esto guarde un nexo con la síntesis de sustancias, ya que se ha demostrado en frutos de *Quercus robur* la existencia de varios tipos de ellas, quienes son inhibitorias de la germinación (jasmonatos, ácido abscísico y etileno) y se sintetizan a medida que la semilla envejece (Vogth, 1974 citado por Nyandiga y McPherson, 1992; Finch *et al*; 1996 citado por Suárez, 1998). Dichas sustancias se producen a diferentes tiempos de almacenamiento, favoreciendo una pérdida de viabilidad durante la deshidratación de las semillas.

Las larvas encontradas en los frutos de ambas especies estaban contenidas en la base de las semillas, no se presentó daño en la zona meristemática del ápice. Reportes indican que los huevos de curculiónidos se depositan en las partes bajas de la bellota, sitio del cual emergen las larvas (Branco *et al*, 2002).

En condiciones de naturalidad, la presencia de larvas en los frutos es parte de las relaciones interespecíficas de las cuales participan los encinos, y en los casos en que la germinación se ve afectada, este puede ser uno de los mecanismos a través de los cuáles se dirigen procesos. La naturaleza debe poseer sus propios filtros para mantener el equilibrio dentro de las comunidades i. e. debe existir un tipo de desfasamiento en la emergencia y crecimiento de plántulas, tanto para no acrecentar la competencia interespecífica, como para afrontar las adversidades del ambiente (factores bióticos y abióticos).

Cuando se incrementa el daño en las bellotas debido a la presencia de curculiónidos las semillas requieren menos tiempo para germinar aunque se ve disminuida también la capacidad germinativa; además a mayor daño menos vigor de las plántulas emergidas (medido en crecimiento del tallo, número de hojas y peso fresco) (Branco *et al*, 2002). Tal vez sea este uno más de los motivos por los cuales durante la fase del estudio del crecimiento, se observó una gran variabilidad en las variables de crecimiento registradas a diferentes tiempos para cada una de las especies (ver apéndice VI)

En este estudio se observó un buen proceso germinativo después de nueve meses de almacenamiento en *Q. crassifolia* (aunque el mejor resultado se observó a los tres meses), y después de un año en *Q. candicans*; en esta última especie no fue posible seguir el monitoreo debido a la escasez de semilla; a este tiempo (un año), hubo un ligero deceso en el índice de calidad germinativa en relación con el hallado a los nueve meses, no obstante fue superior al de los tres y seis meses de almacenamiento.

En literatura se reporta que los encinos de la sección Lobatae (encinos rojos), se pueden almacenar por un periodo no mayor a seis meses; usualmente un periodo de estratificación de 90 días (3 meses), incrementa la germinación de las bellotas (Nyandiga y McPherson, 1992).

Con base en algunas características contrastantes de las especies de encino aquí estudiadas (peso de frutos y semillas, características del proceso germinativo y viabilidad) y a los datos existentes para otras de ellas, podemos decir que es probable que la resistencia a la pérdida de la viabilidad esté estrechamente relacionada con el grosor del pericarpo, lo que a su vez tenga un nexo con las características del comportamiento germinativo, y de crecimiento.

Crecimiento en cámara de germinación

Durante los periodos de elongación, todas las raíces crecen simultáneamente no obstante de su posición sobre el árbol, y durante el periodo restante las yemas laterales y apicales permanecen bajo aparente dormancia sin que ocurra la elongación (Champagnat *et al*, 1986 citado por Collet y Frochot, 1996).

El modelo de crecimiento arrojado para el crecimiento de raíz durante el monitoreo en la cámara de germinación muestra que *Q. crassifolia* tiene un periodo de elongación mayor al de *Q. candicans*, ya que en esta última especie hubo un descenso en la velocidad de crecimiento de la raíz. No obstante, *Q. candicans* alcanza una mayor longitud en menor tiempo.

La disminución en la velocidad de elongación que se registró en el modelo de crecimiento de raíz para *Q. candicans* pudo deberse a la presencia de hongos en algunas de las raíces, ya que fue necesario retirar los fragmentos infectados.

Las diferencias en el crecimiento de raíz entre *Q. candicans* y *Q. crassifolia* apoyan la propuesta de que las semillas más pesadas son indicadoras de vigor, debido a la capacidad de establecer raíces más eficaces (Guevara y Hernández, 2005), tal eficacia puede ser expresada por la capacidad de elongación. Sin embargo en la descripción morfológica de plantas de año de edad, se observa un desarrollo de raíz muy similar entre las especies estudiadas.

Sobrevivencia

La sobrevivencia en vivero después de un año de monitoreo fue elevada y al parecer la etapa crítica es durante los primeros meses al experimentar los síntomas de caída de las primeras hojas que coincidió con la época fría. Esto fue más evidente en *Q. crassifolia* quien sufrió caída de hojas incluso antes que las nuevas láminas estuvieran bien desarrolladas.

La susceptibilidad de esta especie al invierno parece continuar incluso después de un año de edad, ya que en un estudio al introducir plantas de *Q. crassifolia* en el interior de un bosque y en un pastizal se presentan decesos durante el invierno (Ángeles, 1998; Guevara y Hernández, 2005); la sobrevivencia es mayor en el interior del bosque y resultó ser poco susceptible al daño por herbívoros (Ángeles, 1998).

Esto sugiere que la especie es apta para su uso en programas de reforestación y que su reintroducción en bosques con mediana perturbación puede ser altamente exitosa, cuya sobrevivencia puede mejorar con un periodo de aclimatación previo.

Dado que en vivero *Q. candicans* mostró mayor vigor, velocidad de crecimiento y sobrevivencia se propone también su uso en programas de reintroducción en bosques con mediana perturbación. En programas de reforestación (similar a plantar en un pastizal) el riesgo de grandes decesos es mayor, debido a que esta es una especie comúnmente reportada en bosque mesófilo de montaña y sería difícil precisar su resistencia a condiciones de total exposición de luz, además en comparación con *Q. crassifolia* sus hojas son delgadas y menos coriáceas lo que la puede hacer susceptible a la herbivoría.

Suárez (1998) estudió la sobrevivencia de plantas de tres especies de encino en un bosque mesófilo de montaña fragmentado, bajo tres condiciones diferentes: bosque, orilla y sol; las tres especies mostraron menor sobrevivencia bajo insolación completa, lo que apoya nuestras anteriores conjeturas acerca de *Quercus candicans*.

En estudios de crecimiento para otras especies de encino se reporta también un mayor deceso de plantas durante los primeros meses de crecimiento, siendo los primeros seis cruciales para el establecimiento; el porcentaje de mortalidad decrece conforme las plántulas incrementan su edad, esto ocurre tanto en condiciones de vivero como en situaciones de naturalidad (Zavala, 1996; Suárez, 1998; Camacho *et al*, 2000).

La sobrevivencia está relacionada con las variables de crecimiento, altura, diámetro, área foliar, entre otras. Se ha comprobado en diversas investigaciones en Norteamérica, que el diámetro basal está directamente relacionado con la sobrevivencia (Velázquez, 1995); podemos decir al respecto que la especie con el diámetro más grande (*Q. crassifolia*) coincide con aquella de mayor porcentaje de plantas, en el momento que *Q. candicans* superó en diámetro a *Q. crassifolia* lo hizo también en número de plantas “establecidas”.

En general debe mencionarse que hasta hace algunos años, en la mayoría de viveros del centro del país donde se realizan actividades de propagación de encinos se ha venido trabajando con una sola especie *Quercus rugosa*, y difícilmente se ha logrado la sobrevivencia de plántulas de *Q. crassifolia*, *Q. glabrescens* y *Q. laurina* (Zavala, 1996). Es por ello que debe destacarse la eficacia de la técnica de propagación aquí empleada con la que se obtuvieron, después de un año en ambas especies, altos porcentajes de sobrevivencia (superiores al 60%) los cuales se mantuvieron casi estables después de dos años en vivero.

Crecimiento *ex situ* (Post-emergente)

Los encinos presentan tasas bajas de crecimiento, el cual se concentra en pulsos coincidentes con una marcada estacionalidad (Hanson *et al.*, 1986 citado por Jiménez, 1997). A lo largo del monitoreo en vivero este comportamiento fue observado tanto en *Q. candicans* como en *Q. crassifolia*. La tasa de crecimiento no fue medida en este estudio, obtuvimos a cambio la velocidad de crecimiento que de igual manera es muy baja en ambas especies (0.28 cm/día en *Q. candicans* y 0.21 cm/día en *Q. crassifolia*).

Existe un estudio de crecimiento en vivero de *Q. crassifolia* (Guevara-Ortiz y Hernández, 2005) en el que las alturas reportadas a los seis meses de edad superan por más del doble a las aquí halladas, esto es poco coincidente con las ya mencionadas bajas tasas de crecimiento y con el hecho de que varias especies alcanzan a otras edades (1, 3, 9 y 12 meses), tallas similares a las aquí obtenidas para *Q. candicans* y *Q. crassifolia* (Jiménez, 1997), lo mismo sucede en el caso del número de hojas. En condiciones naturales se menciona a *Q. crassifolia* de entre un grupo de once encinos como la especie de menor crecimiento (Zavala, 1996).

La herencia tiene una marcada influencia en los caracteres de las variables relacionadas con cobertura como: número de ramas, área foliar y biomasa aérea (Velázquez, 1995), la presencia de ramas fue observada en *Q. crassifolia*, lo que tal vez esté también relacionado con las características propias de la especie. En el estudio de estructura los árboles de *Q. crassifolia* son individuos ubicados en estratos de altura media y con copa amplia, por su parte *Q. candicans* son individuos integrantes de los estratos arbóreos más altos, de fustes limpios y con coberturas amplias, probablemente esta especie deba alcanzar durante su desarrollo una altura mayor antes de experimentar la salida de ramas.

Lo anterior explica también las diferencias en el crecimiento encontradas a través de los modelos matemáticos, de tal manera que se entiende que las plantas de *Q. candicans* guarden una estrecha relación entre la altura y el número de hojas; y las de *Q. crassifolia*, entre el diámetro y la altura.

Durante la etapa de crecimiento se observó que *Q. crassifolia*, de acuerdo a su ubicación en el vivero, es susceptible a la poca incidencia de luz. Sin embargo Guevara *et al.* (2005) reporta para esta especie, que al introducir en campo plantas de dos años de edad, éstas tienen una alta tolerancia a la sombra, por lo que crece y sobrevive mejor bajo el dosel cerrado de bosque que en el dosel abierto donde la incidencia de luz es mayor.

Esta discrepancia puede deberse a que las especies del género *Quercus* requieren claros con suficiente luz para establecerse y desarrollarse (Velázquez, 1995; Figueroa y Olvera, 2000) pero a medida que crecen se ve mejorada su tolerancia a la sombra (Figueroa y Olvera, 2000). Probablemente esto guarde alguna relación con la adquisición de la textura coriácea en las hojas.

Además en los sitios con mayor incidencia de luz (bosque abierto y/o pastizal) habrá también un incremento en la temperatura, transpiración y deshidratación de las plántulas (Suárez, 1998) y si las plantas introducidas provienen de viveros y no pasaron por un periodo de aclimatación anterior a la plantación es de esperarse que sobrevivan mejor en condiciones de dosel cerrado.

En general se menciona que los encinos son semitolerantes a la sombra y que se desarrollan mejor a intensidades intermedias de luz (Jardel *et al*; 1995; Zavala, 1996; Hodges y Gardnier, 1995 citado por Suárez, 1998), es por ello que la cobertura proporcionada por los árboles maduros ha sido señalada como un factor ambiental de suma importancia que afecta la dinámica de semillas y el subsiguiente establecimiento de plántulas, especialmente en bosques caducifolios de climas templados (Reader 1993 citado por Sun *et al*, 2004) y/o fragmentados en los cuales el efecto de borde es de suma importancia para la regeneración (Asbjornsen *et al*, 2004).

Descripción morfológica de plantas de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia*.

Al describir a diferentes edades la morfología de las plantas obtenidas en vivero, se observó que los cotiledones estuvieron presentes en ambas especies hasta los seis meses de edad. No sabemos con exactitud en que momento entre los seis y nueve meses éstos se desprenden de la plántula. Además no podemos saber en qué medida la plántula depende de ellos, o mejor aún, si el hecho de estar presentes es indicativo de que la planta aún dependa, en parte, de las reservas contenidas en los mismos.

Harper (1977) menciona que las plántulas son capaces subsistir sin las reservas de la semilla en el momento en que expande sus hojas, en encinos no se sabe en qué momento la plántula deja de depender de las reservas de los cotiledones (Jiménez, 1997) y esto puede diferir en condiciones naturales compradas con las de vivero. Un estudio en *Quercus laurina* y *Q. rugosa* demostró que a un mes después de la germinación las

plántulas siguen dependiendo en gran medida de las reservas restantes de los cotiledones (Bonfil, 1998).

Se observó una considerable variedad morfológica la cual se vio incrementada con la edad. Una de las variables que se modifica de acuerdo al morfotipo de las plantas es el ancho de las hojas y por tanto el área foliar; esto último es de suma importancia ya que se han realizado investigaciones en *Quercus spp* acerca del efecto del nivel de sombra en plántulas obtenidas en vivero y en plantas introducidas en bosque (Velázquez, 1995; Guevara y Hernández, 2005); la conclusión de estos trabajos enuncia que al incrementar el nivel de sombra aumenta el ancho de las hojas y/o el área foliar.

En ese tipo de trabajos habrá que discernir si lo que se observa es efectivamente el efecto de la sombra o la variabilidad morfológica propia de la especie ya que las plantas descritas por nosotros se encontraban bajo las mismas condiciones de luz. O simplemente, se debe tener presente que el efecto de los niveles de iluminación se manifiesta no más allá de lo permitido por las características inherentes a las especies, es decir, lo que se observa es la capacidad de responder, a través de un carácter morfológico variable, a las diversas condiciones ambientales (aclimatación).

La plasticidad de las plantas en cuanto a su crecimiento vegetativo les permite, en términos generales, desplegar expresiones fenotípicas adaptativas a las condiciones locales de su área de distribución (Suárez, 1998); es de esperarse que en especies de amplia distribución como es el caso de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia* tal plasticidad sea mucho mayor, y la variabilidad morfológica puede ser evidencia de ello.

Con la caracterización morfológica de ambas especies se confirmó que el diámetro del tallo está muy correlacionado con el grosor de la raíz. Esto es importante debido a que comúnmente se usa la altura del tallo para evaluar el crecimiento; en el caso de los encinos, adicionalmente debe considerarse el diámetro como una medida del vigor de la plántula, ya que al relacionarse con la raíz determina en buena medida la probabilidad que tiene ésta de rebrotar en caso de ocurrir la muerte de la parte aérea (Jiménez, 1997; Velázquez, 1995).

El grosor de la raíz en plantas a distintas edades fue mayor en *Q. candicans* aunque la diferencia no es muy notable, esto empata con aseveraciones acerca de que las semillas más pesadas son indicadoras de vigor debido a la capacidad de establecer raíces más eficaces (Guevara y Hernández, 2005), lo que se refleja en la sobrevivencia, altura y peso de las plantas pues hay evidencias de que las mayores reservas de las semillas grandes, originan plántulas que afrontan con mayor éxito el efecto de los factores bióticos y abióticos que actúan en la primeras etapas de vida (Bonfil, 1998; López, 2004).

En este caso todas las variables excepto el peso de la planta que no fue determinado en nuestro estudio son mayores para *Q. candicans* cuyas semillas son más pesadas que las de *Q. crassifolia*.

A MANERA DE SÍNTESIS

Después de abordar dos aspectos importantes para la comprensión de la autoecología de *Q. candicans* y *Q. crassifolia* que son: 1) Su propagación en vivero (exploración de su desarrollo) y 2) La caracterización florística y estructural de su hábitat; es preciso realizar algunas acotaciones al respecto.

Con base en el estudio de las dos comunidades de bosque se sugiere que a pesar de que *Q. candicans* es una especie asociada a sitios con cierto grado de humedad (sitios de afinidad mèsica e interior de bosque), es capaz de responder ante cambios ambientales debidos al disturbio en los que normalmente se incrementa la cantidad de luz a la vez que disminuyen los niveles de humedad. Esta respuesta de los individuos adultos presentes en el tiempo y espacio donde ha ocurrido el cambio, tiene que ver a corto plazo con su capacidad de aclimatación y a mediano plazo con toda una serie de estrategias a través de las cuales las especies se mantienen como parte de una comunidad.

En este último punto están inmersas las características de frutos, semillas, germinación y crecimiento observadas en *Q. candicans*. Dicha especie presenta frutos y semillas grandes, típicas de las especies del interior del bosque, quienes son dispersadas más ampliamente para incrementar la posibilidad de encontrar un sitio seguro, con las condiciones de adecuadas de luz y humedad para que se lleve a cabo la germinación al mismo tiempo que se hacen menos evidentes a los predadores de semillas.

Esto sugiere que en un bosque donde ha ocurrido un disturbio la incorporación de nuevos individuos de *Q. candicans* provenientes de semilla, puede verse afectada. La afectación más evidente podría observarse a nivel de germinación y susceptibilidad de las hojas nuevas a la luz directa del sol y dependerá también de la magnitud del cambio ocurrido. A pesar de ello, la variabilidad en el tamaño de los frutos y formas de sus hojas, el grosor del pericarpo, su gran periodo de viabilidad y su característica de rápido crecimiento sugiere que es capaz de responder a cambios ambientales.

Q. crassifolia por su parte resultó ser una especie típica e importante en la comunidad de bosque de pino-encino, además de que ha sido reportada como una especie presente en sitios de transición de lugares templados a cálidos (Reyes y Gama-

Castro, 1995). Dicha especie puede ser clave en la capacidad de resiliencia que posea la comunidad en la que se presente, ya que con frecuencia, se le observa en lugares abiertos como caminos y claros de bosque en los que se ve también a los árboles productores de semilla, con grandes bancos de éstas bajo sus copas y quienes germinan poco tiempo después de haber caído. Esto concuerda con el hecho de que esta especie perdiera en menor tiempo su viabilidad debido a su estrategia de rápida germinación.

Es decir que al parecer, la capacidad de respuesta a cambios ambientales debidos al disturbio es mejor en *Quercus crassifolia* que en *Quercus candicans*. Todo esto ha sido abordado con mayor detalle en los apartados anteriores, sin embargo es necesario puntualizar lo siguiente:

“*Q. candicans* y *Q. crassifolia* presentan diferentes estrategias y características en las comunidades donde se presentan. Debido a ello, en casos de disturbio, la regeneración por semilla de *Q. candicans* puede ser afectada y por el contrario *Q. crassifolia* tiene grandes posibilidades de responder ante esos cambios. Las dos especies son aptas para su propagación masiva en viveros y es *Q. candicans* la que presenta un mayor vigor en el crecimiento; el cual se refleja en el grosor de la raíz, altura del tallo y velocidad de crecimiento. No obstante, debido a las características de grosor de las láminas foliares y las características propias del hábitat de las especies, se sugiere la utilización de *Q. candicans* en programas de reintroducción de especies en sitios con cierto grado de conservación; *Q. crassifolia* puede responder favorablemente en la recuperación de sitios altamente perturbados. Las dos especies de encino aquí estudiadas poseen características atractivas de forma, textura y color de hojas; lo que les confiere potencialidad como especies de ornato, haciendo uso también de la característica de lento crecimiento en encinos.”

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se concluye lo siguiente:

- 🌳 Las dos localidades de estudio donde coexisten *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia*, presentan diferencias en la estructura y diversidad del estrato arbóreo y arbustivo, así como en su composición florística.
- 🌳 Las dos especies de encino aquí estudiadas tienen distintas características como son: densidad, frecuencia, cobertura y valor de importancia, en cada una de las comunidades vegetales estudiadas (bosque de *Pinus-Quercus* en la zona norte y bosque mesófilo de montaña en la zona sur del Estado de México).
- 🌳 *Quercus candicans* se presenta como una especie típica del bosque mesófilo de montaña; en la comunidad de bosque mixto de *Pinus-Quercus* se presenta como típica del interior del bosque.
- 🌳 *Quercus candicans* se presentó como una especie de importancia en las dos comunidades de bosque estudiadas (V.I.R.= 55.39 en el bosque montaña de la zona sur, municipio de Temascaltepec; y V.I.R.= 39.06 en el bosque de *Pinus-Quercus* de la zona norte, municipio de Villa de Carbón).
- 🌳 *Quercus candicans* fue la única especie de encino, en ambas comunidades, que se presentó en el estrato más alto (>30m) junto a las respectivas especies de *Pinus*.
- 🌳 *Quercus crassifolia* es una especie importante en la comunidad de bosque mixto de *Pinus-Quercus* (V.I.R.= 62.37) y no figura de manera importante en el bosque mesófilo de montaña (V.I.R.= 2.82).
- 🌳 El estrato arbóreo es ligeramente más diverso en la localidad de la zona sur del Estado de México (bosque mesófilo de montaña) que en la zona norte (bosque de *Pinus-Quercus*) -Índice de diversidad de Simpson= 0.82 y 0.84, respectivamente-.
- 🌳 El estrato arbóreo presentó una mayor cobertura en m² en la localidad de bosque mesófilo de montaña.
- 🌳 El estrato arbustivo del bosque de *Pinus-Quercus* tiene una mayor cobertura en m² que el del bosque mesófilo de montaña.
- 🌳 Debido a la escasez del sotobosque en las dos comunidades estudiadas, las familias con mayor representación son: la Compositae, Leguminosae y Fagaceae.

- 🌰 Ambas localidades presentan distintos grados de perturbación que afectan sus características florísticas y estructurales. El bosque mesófilo de montaña en la zona sur del Estado de México (municipio de Temascaltepec), es la más afectada, por lo que en la actualidad representa un bosque de afinidad méxica.
- 🌰 El peso de los frutos de las especies de estudio (*Quercus candicans* y *Quercus crassifolia*) difieren estadísticamente, sin embargo, el de las semillas es muy semejante, $x = 1.3$ gr para *Quercus crassifolia* y $x = 1.6$ gr para *Quercus candicans*.
- 🌰 El comportamiento germinativo de las semillas de *Q. candicans* y *Q. crassifolia* difirió estadísticamente en el tiempo requerido para que éstas germinen (TMG), siendo de 3.14 y 3.95 días, respectivamente.
- 🌰 En semillas recién colectadas, *Quercus crassifolia* presenta mayor calidad germinativa (Índice de Maguire=21.91) que *Quercus candicans* (Índice de Maguire=19.1).
- 🌰 En ambas especies la estratificación (almacenamiento en refrigeración), acelera la germinación y mejora las características del proceso germinativo, de tal manera que se incrementa el porcentaje de germinación, disminuye el tiempo medio de germinación y aumenta el valor germinativo de Maguire.
- 🌰 Se recomienda que las semillas de *Quercus crassifolia* se almacenen preferentemente por un periodo de tres meses (máximo seis), y las de *Quercus candicans* por uno de seis (máximo nueve), esta especie es la que mejor respondió al almacenamiento en refrigeración.
- 🌰 Ambas especies presentan condiciones apropiadas para propagación masiva en viveros, ya que se obtienen altos porcentajes de sobrevivencia (superiores al 60%).
- 🌰 Las plantas de *Quercus candicans* presentan un crecimiento más vigoroso, sin embargo, al año de edad la diferencia en altura con *Quercus crassifolia* no supera los 5 cm.
- 🌰 A un año de estudio en vivero sólo *Quercus candicans* presentó una clara relación entre el largo de las hojas con la cobertura de la planta, a esta edad *Quercus crassifolia* sólo muestra una tendencia entre estas mismas variables.
- 🌰 *Quercus candicans* presenta una mayor variabilidad morfológica que *Quercus crassifolia* (tres y dos morfotipos de hoja, respectivamente), la cual se evidencia mayormente después de los seis meses de edad. La variabilidad de *Q. crassifolia* es más notable al año de edad.

- 🌰 Las diversas formas en las hojas de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia* poseen patrones particulares de venación (i.e. las hojas de margen entero simple tienen venación del tipo camptódroma-broquidódroma).
- 🌰 Entre individuos adultos, las hojas de *Quercus crassifolia* presentan variación en los ordenes de venación.
- 🌰 Tanto en plantas de un año como en los individuos adultos, los estomas son más visibles y de mayor tamaño en *Quercus candicans* ($\pm 1\mu$ más largos que los de *Quercus crassifolia*).

REFLEXIONES Y SUGERENCIAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

A lo largo de la discusión en el presente trabajo se han mencionado algunos aspectos importantes útiles para la realización de próximos estudios, sin embargo existen algunos aspectos importantes de mencionar y que debido a la estructura propia del escrito no fue posible realizar con anterioridad.

La asociación que haya entre aprovechamiento y problemas de regeneración ha de explicarse atendiendo a los efectos que la actividad humana ocasiona sobre aquellos rasgos ambientales de los que depende la regeneración (Pulido, 2002). Y es por ello que debe reconocerse para cada fragmento, cuáles son los factores externos que amenazan a la diversidad y a la integridad de los ecosistemas y detener su acción (Suárez, 1998); este enfoque permitirá establecer prioridades de estudio, conservación, restauración y aprovechamiento para cada comunidad en particular.

Este trabajo representa un buen acercamiento al comportamiento de la producción en vivero de *Quercus candicans* y *Quercus crassifolia*, a partir de semillas recolectadas en la zona norte del Estado de México. Sin embargo sería interesante complementar el estudio de dichas especies con investigaciones sobre su regeneración natural en el hábitat al cual pertenecen (bosque de encino-pino, zona norte del Estado de México), es decir estudiar su fenología, comportamiento germinativo, porcentaje y tipo de reclutamiento, sobrevivencia y crecimiento de plántulas reclutadas, viabilidad de las semillas en condiciones naturales, entre otros.

Este último punto se ha estudiado muy poco en comparación con los otros tópicos, al respecto sólo se encontró un trabajo en el que se concluye que las bellotas de *Quercus mexicana* pueden permanecer viables en el piso forestal, hasta diez meses después de su dispersión (Ramírez y Hernández, 1991).

Con base en lo anterior y a nuestros resultados, podrían vislumbrarse las primeras estrategias susceptibles de proponer a los gobiernos municipales correspondientes con el fin de recuperar, conservar y aprovechar este valioso ecosistema, enclavado y presionado por una de las crecientes manchas urbanas del Estado de México. Esto último cobra gran importancia si se considera que la contaminación del aire es causante de estrés en los árboles y por tanto en los bosques (LeBlanc, 1993), además de que el cambio climático y del paisaje pueden afectar su crecimiento (Kertis *et al*, 1993).

El aprovechamiento adecuado de cualquier recurso se traduce en una fuente de riqueza y mejoramiento económico para el país que sepa utilizarlo (Pérez *et al*, 2000). En

particular, la utilización de este valioso recurso, que son los encinos, implica disciplinas como la taxonomía, ecología de poblaciones, tecnología, fisiología, mercadotecnia, restauración ecológica, entre otras; así como conocer el equilibrio natural de los ecosistemas donde se distribuyen. El poco interés por ello y por desarrollar nuevas metodologías para transformar la madera de encino en productos mejores y de mayor calidad, nos ha llevado a importar madera de encino proveniente de Estados Unidos y Canadá (Morales, 1995 citado por Pérez *et al*, 2000).

Es necesario recordar que la explotación silvícola no puede ni debe estar basada en la tala despiadada ni en las vedas totales; la riqueza forestal de un país debe explotarse racional e íntegramente en beneficio del propio sistema ecológico y de la economía nacional (Pérez *et al*; 2000). Por ejemplo, con base en nuestros resultados acerca del desarrollo y hábitat de *Q. candicans* y *Q. crassifolia*, así como a los de otros trabajos realizados en México y en otros países (Kramer y Aguirre, 1995; Sun *et al*, 2004; Mendoza *et al*, 2005); se sugiere la realización de aclareos en los bosques, lo que permite el aprovechamiento de algunos individuos para madera y/o productos de bajo valor agregado (según el caso), se promueve la regeneración en los bosques y a la vez se procura una buena constitución de los árboles jóvenes para futuros aprovechamientos forestales.

Dicho aprovechamiento forestal es una de las actividades más redituables, sin embargo para poder sustentarse es necesario permitir la regeneración de las poblaciones y el crecimiento de los individuos remanentes, lo cual implica un proceso muy largo si se considera que un DAP de 45 cm (tamaño mínimo requerido para el aserrío de madera) en encinos, se alcanza a una edad de 80 años (Kramer y Aguirre, 1995). Es por ello que debemos echar mano de estrategias recientes como las actividades sustentables, dentro de las que destacan: la agroforestería, el ecoturismo, las unidades de manejo (UMAs), las granjas ecológicas, la realización de actividades extremas al aire libre y la educación ambiental ligada a áreas naturales, entre otras; las cuales día a día adquieren importancia.

Estas acciones deben ser un esfuerzo común de los lugareños del sitio, las autoridades correspondientes y los propios investigadores interesados en el tema y cuyos estudios no pueden estar siendo restringidos a las Áreas Naturales Protegidas del país.

Al respecto, deben realizarse ensayos para probar la factibilidad de la implementación de sistemas sílvopatoriles, es decir, las especies involucradas deben ser probadas con antelación ya que se ha reportado que la ingestión de bellotas verdes y hojas tiernas pueden afectar al ganado, principalmente al vacuno (Aguilar y Zolla, 1982 citado por Velázquez, 1995).

El municipio de Villa del Carbón está muy cercano a la ciudad de México, lo que lo hace un atractivo paisajístico de belleza escénica para los habitantes ciudadanos, esto es de gran utilidad si se opta por la realización de actividades de ecoturismo y/o Educación ambiental, las cuales pueden ser útiles también para la comercialización de productos artesanales y culinarios. Cabe mencionar que el trabajo en el área de Educación Ambiental en bosques aún es incipiente, a la vez que es de las más importantes y de convergencia con otras disciplinas del área pedagógica.

APÉNDICES

I. Formulario de los índices germinativos calculados en el estudio de propagación

Variable	Fórmula	Componentes de la Fórmula
CAPACIDAD GERMINATIVA	$CG = (Ae \cdot 100) / M$	CG= Capacidad Germinativa Ae= Germinación Acumulada hasta la última evaluación. M= Muestra evaluada (Total de semillas establecidas)
UNIFORMIDAD GERMINATIVA (Desviación Típica de los tiempos de germinación)	$DTG = \sqrt{\left\{ \left[SCG - (SPG \cdot SPG / SG) \right] / (SG - 1) \right\}}$ $SCG = \left(\sum_{i=1}^e P_i^2 \right) G_i$ $P_i = \frac{[T_i - (T_i - 1)]}{2}$ $SPG = \sum_{i=1}^e P_i$ $SG = \sum_{i=0}^e G_i$	DTG= Desviación Típica del Tiempo de Germinación. SCG= Suma de los puntos Medios Cuadrados por germinaciones sencillas ([P ₁ xP ₁ xG ₁]+[P ₂ xP ₂ xG ₂]...+[P _e xP _e xG _e]). SPG= Suma de los puntos Medios por Germinaciones Sencillas ([P ₁ xG ₁]+[P ₂ xG ₂]...+[P _e xG _e]). SG= Suma de las Germinaciones Sencillas (G ₁ +G ₂ ...+G _e =Ae). P _i = Marca clase o Punto Medio entre dos evaluaciones (i toma valores desde 1 hasta "e"). e= Número total de evaluaciones realizadas durante la incubación (última evaluación realizada). T _i = Tiempo transcurrido desde el establecimiento hasta la evaluación número "i". G _i = Germinación sencilla de la i-ésima evaluación.
TIEMPO DE GERMINACIÓN	$TMG = \frac{SPG}{SG}$	TMG= Tiempo Medio de Germinación. SPG= Suma de los Puntos Medios por Germinaciones Sencillas. SG= Suma de Germinaciones Sencillas.
CALIDAD GERMINATIVA (Índice de Maguire, 1962)	$MG = \left(\frac{G_1}{T_1} + \frac{G_2}{T_2} \dots + \frac{G_e}{T_e} \right) \cdot \frac{100}{M}$	MG= Valor Germinativo o Índice de Maguire. G _i = Germinación Sencilla de la i-ésima evaluación. T _i = Tiempo transcurrido desde la siembra hasta la i-ésima evaluación. M= Cantidad de semillas establecidas.

II. Técnica de diafanización de hojas

Se dejan hervir las hojas en hidróxido de sodio (NaOH), al 5% de 30 a 40 minutos, en el caso de las hojas de individuos adultos este tiempo puede prolongarse hasta alrededor de una hora. El contenido se elimina y las muestras se lavan con agua corriente durante 10 a 15 minutos.

Posteriormente, las muestras son depositadas en hipoclorito de sodio (NaOCl), al 30% y se calienta hasta que las hojas tomen un color blanco. El contenido se elimina y las muestras se lavan con agua corriente durante 15 a 20 minutos.

La tinción de las muestras se efectúa con solución alcohólica de safranina al 0.1%, donde se colocan las muestras por un tiempo de 5 a 10 minutos.

Una vez teñidas las hojas, se sacan y se dejan de 10 a 15 minutos en alcohol al 70%. Este procedimiento se hace hasta llegar al alcohol absoluto.

Una vez terminado el tren de alcohol, las muestras se introducen en un recipiente con suficiente cantidad de Xilol, de manera que éste cubra las hojas.

Las hojas se retiran una a una del Xilol para ser montadas de inmediato en laminillas de vidrio con resina sintética.

III. Formulario de las variables calculadas en el estudio de estructura de comunidades

Variable	Fórmula	Componentes de la Fórmula
FRECUENCIA	$F = \left(\frac{mi}{M} \right) \cdot 100$	F= Frecuencia del atributo. mi= Número de unidades muestrales en las que aparece el atributo i. M= Total de unidades maestras.
FRECUENCIA RELATIVA	$FiR = \left(\frac{Fi}{\sum Fi} \right) \cdot 100$	FiR= Frecuencia relativa del atributo i. Fi= Frecuencia del atributo i. $\sum Fi$ = Suma de las frecuencias de todos los atributos.
DENSIDAD	$D = \left(\frac{ni}{A} \right)$	D= Densidad ni= Número de individuos. A= Área muestreada.
DENSIDAD RELATIVA	$DiR = \left(\frac{ni}{NT} \right) \cdot 100$	DiR= Densidad relativa del atributo i. ni= Número de individuos del atributo i. NT= Número total de individuos.
COBERTURA	$C = \left[\left(\frac{d1 + d2}{4} \right)^2 \right] \Pi$	C= Cobertura del atributo. d1= Primer diámetro de la cobertura de la copa. d2= Segundo diámetro de la cobertura de la copa. $\Pi = 3.1426$
COBERTURA RELATIVA	$CiR = \left(\frac{Ci}{\sum Ci} \right) * 100$	CiR= Cobertura Relativa del atributo i. Ci= Cobertura del atributo i. $\sum Ci$ = Suma de las coberturas de todos los individuos.
	$VIR = (ABiR + DiR + FiR)$	VIR= Valor de Importancia Relativa ABiR= Área Basal Relativa del atributo i. DiR= Densidad Relativa del atributo i.

<p>VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA</p>	$ABi = \Pi \left(\frac{DAP}{2} \right)^2$ $ABiR = \frac{ABi}{ABT}$	<p>FiR= Frecuencia Relativa del atributo i. ABi= Área Basal del atributo i. $\Pi = 3.1416$ DAP= Diámetro a la Altura del Pecho. ABiR= Área Basal Relativa del atributo i. ABT= Área Basal Total.</p>
<p>ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON</p>	$DS = 1 - \sum_{i=1}^s (Pi)^2$ $Pi = \frac{ni}{N}$	<p>DS= Diversidad de Simpson. ni= Número de individuos del atributo i. N= Número total de individuos.</p>

IV. Mediciones del estrato arbóreo y arbustivo

Cuadro No. 1: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec).

Topografía: Ladera Orientación: 330° Nor-noroeste Pendiente: 16 ° Altitud: 2321 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 100% Profundidad de Hojarasca: 7 cm		Textura de suelo: Arcillo-limoso pH: 7 Mat. Orgánica: 2 Carbonatos: 0 Humus: 1cm Coord. Geog:		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Alnus jorullensis</i>	1	3	6
	<i>Alnus jorullensis.</i>	1.1	5	6
	<i>Arbutus xalapensis</i>	3.32	1.85	2.22
	<i>Clethra mexicana</i>	5.45	1	2.86
	<i>Clethra mexicana</i>	4.5	1.74	2.38
	<i>Clethra mexicana</i>	2.74	1.72	3.34
	<i>Clethra mexicana</i>	2.2	1.22	1.2
	<i>Pinus leiophylla</i>	9.37	3.07	5.7
	<i>Pinus leiophylla</i>	8.9	3.4	5.41
	<i>Pinus leiophylla</i>	8.45	4.78	8.6
	<i>Pinus leiophylla</i>	8.3	1.8	2.54
	<i>Pinus leiophylla</i>	8.1	2.2	4.77
	<i>Pinus leiophylla</i>	8	3.50 / 3.10	4.45
	<i>Pinus leiophylla</i>	6.23	3.05	4.1
	<i>Pinus leiophylla</i>	6.23	2.48	4.5
	<i>Pinus leiophylla</i>	6	5.1	3.81
	<i>Pinus leiophylla</i>	5.5	1.4	2.22
	<i>Pinus leiophylla</i>	5	3.0 / 2.50	4.13
	<i>Pinus leiophylla</i>	5	1.2	1.27
	<i>Pinus leiophylla</i>	4.79	2.41	1.3
	<i>Pinus leiophylla</i>	4.5	1.1	1.9
	<i>Pinus leiophylla</i>	4.37	1.8	1.9
	<i>Pinus leiophylla</i>	4.3	1	1.59
	<i>Pinus leiophylla</i>	4.1	2.50 / 1.80	2.5
	<i>Pinus leiophylla</i>	4	3.1	2.54
	<i>Pinus leiophylla</i>	3.91	1.65	2.1
	<i>Pinus leiophylla</i>	3.61	2.2	2.9
	<i>Pinus leiophylla</i>	3.41	1.97	2.6
	<i>Pinus leiophylla</i>	3	1.4	2.22
<i>Quercus candicans</i>	29.7	20.06 / 21.08	45	
<i>Quercus crassifolia</i>	1.6	0.6	2	
<i>Quercus laurina</i>	0.57	0.24 / 0.29	0.4	
<i>Quercus rugosa</i>	15.65	12.1	34.3	
<i>Quercus rugosa</i>	5.88	3.6	5.41	
<i>Styrax glabrescens.</i>	2.5	1.47	2.54	

Cuadro No. 1: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec). Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Ternstroemia lineata</i>	7.38	3.64	8.48
	<i>Ternstroemia lineata</i>	7.26	3.63	8.59 / 2.86
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.1	1.4	2.92
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.74	0.98	2.1
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.6	0.65	1.27
ARBUSTOS	<i>Arbutus xalapensis</i>	5	0.9	
	<i>Buddleia parviflora</i>	3.5	1.5	
	<i>Buddleia parviflora</i>	70	0.18	
	<i>Buddleia parviflora</i>	70	0.18	
	<i>Buuddleia parviflora</i>	3.48	1.51	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	1	
	<i>Monina ciliolata</i>	3.3	1.55	
	<i>Monina ciliolata</i>	4	1.7	

Cuadro No. 2: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec).

Topografía: Ladera Orientación: 330 °Nor-noroeste Pendiente: 16 ° Altitud: 2750 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 100 % Profundidad de Hojarasca: 9 cm		Textura de suelo: Arcillo-limoso pH: 6 Mat. Orgánica: 2 Carbonatos: 0 Humus: 1.5 cm Coord. Geog:		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Alnus jorullensis ssp. lutea</i>	11.77	6	11.3
	<i>Alnus jorullensis ssp. lutea</i>	9.9	4.75	10.15
	<i>Alnus jorullensis ssp. lutea</i>	9.9	4.75	10.15
	<i>Alnus jorullensis ssp. lutea</i>	9.9	4.75	10.15
	<i>Alnus jorullensis ssp. lutea</i>	9.9	4.75	10.15
	<i>Alnus jorullensis ssp. lutea</i>	8	3.5	9
	<i>Buddleia parviflora</i>	2	0.5	5
	<i>Buddleia parviflora</i>	2	0.5	5
	<i>Clethra mexicana</i>	7	3.7	6
	<i>Clethra mexicana</i>	6.58	5.5	14.32
	<i>Clethra mexicana</i>	6	3.28	7.48
	<i>Clethra mexicana</i>	5.78	3	5.09
	<i>Clethra mexicana</i>	5	3.15	4.77
	<i>Clethra mexicana</i>	3.1	1.89	2.38
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	37.68	3.5 / 11.2	46.5
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	34.35	6.5 / 10.8	58.2
	<i>Quercus candicans</i>	0.85	0.4	0.5
	<i>Quercus obtusata</i>	4.95	2.47	15.3
	<i>Quercus obtusata</i>	3.1	0.88 / 0.077	2.2
	<i>Quercus obtusata</i>	2.13	1.53 / 1.20	2.9
	<i>Symplocos citrea</i>	12.3	4.69 / 5.32	14.3
	<i>Symplocos citrea</i>	11.8	3.02 / 3.24	14.3
	<i>Symplocos citrea</i>	10.53	3.74	11.89
	<i>Symplocos citrea</i>	7.5	3.20 / 3.0	7.09
	<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	6.35	1.91	4.77
	<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	4.46	1.43 / 1.32	1.7
	<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	4	1	5
	<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	3.96	1.16	3.5
	<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	3.33	1.12	2.5
<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	2.8	0.84	2.1	
<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	2.17	1.33	2	
<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	1.73	1.36	1.7	
<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	1.43	1.3	2	
<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	1.4	1.93	3-0	
<i>Ternstroemia lineata ssp. lineata</i>	1.31	0.62	1.6	

Cuadro No. 2: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec). Continuación.

ARBUSTOS	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Buddleia praviflora</i>	2	0.5	5
	<i>Buddleia praviflora</i>	2	0.5	5
	<i>Rubus adenotrichus</i>	1.5	1	
	<i>Rubus adenotrichus</i>	1.5	1	
	<i>Rubus adenotrichus</i>	1.5	1	
	<i>Rubus adenotrichus</i>	1.5	1	
	<i>Rubus adenotrichus</i>	1.5	1	
	<i>Rubus adenotrichus</i>	1.5	1	
	<i>Rubus adenotrichus</i>	1.5	1	
	<i>Salvia sp.</i>	1.64	1.03	

Cuadro No. 3: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec).

Topografía: Ladera Orientación: 250° Oeste Pendiente: 14° Altitud: 2320 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 100 % Profundidad de Hojarasca: 8.5 cm		Textura de suelo: Arcillo-limoso pH: 7 Mat. Orgánica: 3 Carbonatos: 0 Humus: 8 cm Coord. Geog:		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Acacia angustissima</i>	3.4	0.6	3
	<i>Alnus jorullensis</i>	3.5	1.3	2.5
	<i>Alnus jorullensis</i>	3.4	1.2	3
	<i>Clethra mexicana</i>	5	1.35	7
	<i>Clethra mexicana</i>	3	0.5	5
	<i>Clethra mexicana</i>	2.6	1.1	1.59
	<i>Clethra mexicana</i>	2.1	0.98	1
	<i>Clethra mexicana</i>	1.2	0.5	1
	<i>Clethra mexicana</i>	0.93	0.64	1
	H. delgadas Sp. I	3.7	2	3
	<i>Monina ciliolata</i>	1.9	1.5	2
	<i>Pinus leiophylla</i>	53.48	21.5	71
	<i>Quercus candicans</i>	29.18	10.3	89
	<i>Quercus candicans</i>	59.26	12.7	79.46
	<i>Quercus candicans</i>	23.2	6.08	54.7
	<i>Quercus obtusata</i>	8	2.0/7.0 (x=4.5)	32
	<i>Quercus obtusata</i>	1.5	1.38/1.45 (x=1.41)	4.5
	Sp. I	6.23	3.89	9.54
	Sp. I	6	2.73	5.41
	Sp. I	5.34	2.64	4.77
Sp. I	4.9	3.14	3.18	
Sp. I	4.4	1.49	4.13	
Sp. I	4.1	2.15	2.54	
Sp. I	3.7	1.9	3	
Sp. I	3	2.33	2.38	
Sp. I	2.98	2.27	2.1	
Sp. I	2.97	2	1.43	

Cuadro No. 3: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec). Continuación

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	ARBOLES	Sp. I	2.12	1.33
Sp. I		1.91	0.85	0.47
Sp. I		1.82	1.99	2.13
Sp. I		1.44	0.7	1.6
<i>Ternstroemia lineata</i>		7	1.6	2.54
<i>Ternstroemia lineata</i>		7	1.8	4.13
<i>Ternstroemia lineata</i>		6	2.1	2.22
<i>Ternstroemia lineata</i>		5	0.65	2.54
<i>Ternstroemia lineata</i>		4.6	1.5	3.5
<i>Ternstroemia lineata</i>		4.5	0.8	2.86
<i>Ternstroemia lineata</i>		4	1.6	2.86
<i>Ternstroemia lineata</i>		4	2.58	2.54
<i>Ternstroemia lineata</i>		3.6	1.1	1.9
<i>Ternstroemia lineata</i>		3.4	1.1	1.9
<i>Ternstroemia lineata</i>		3.4	1.7	1.6
<i>Ternstroemia lineata</i>		3.1	1.56	1.6
<i>Ternstroemia lineata</i>		3	0.76	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		3	0.97	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.5	2.05	2.54
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.5	1	1.6
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.5	1.2	2.54
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.5	1.1	1.9
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.5	1.2	1.27
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.5	0.9	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.3	1.45	1.6
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.1	0.4	0.63
<i>Ternstroemia lineata</i>		2.1	1.46	2.54
<i>Ternstroemia lineata</i>		2	1.1	1.6
<i>Ternstroemia lineata</i>		2	0.7	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.65	0.66	2.54
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.6	0.66	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.6	0.9	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.5	0.7	0.63
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.3	1.3	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.3	1.2	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.2	0.86	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.14	0.7	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.1	0.36	2.22
<i>Ternstroemia lineata</i>		1.04	0.5	1
<i>Ternstroemia lineata</i>		1	0.36	2.22
<i>Ternstroemia lineata</i>	0.88	0.45	1.27	
<i>Ternstroemia lineata</i>	0.5	0.43	0.63	

Cuadro No. 3: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec).Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.4	0.24	0.63
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.2	0.4	0.64
ARBUSTOS	<i>Acacia angustissima</i>	3	2.1	
	<i>Archibacharis hirtella</i> var. <i>hirtella</i> (7 ind.)	3	3	
	<i>Buddleia parviflora</i> (5) ind.	1.8	0.72	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.6	1.46	
	<i>Symphoricarpus microphyllus</i>	0.9	0.5	
	<i>Symphoricarpus microphyllus</i>	0.9	0.36	
	<i>Symphoricarpus microphyllus</i>	1	0.48	
	<i>Symphoricarpus microphyllus</i>	1.1	0.6	

Cuadro No. 4: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec).

Topografía: Ladera Orientación: 20° Nor-este Pendiente: 25° Altitud: 2290 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 100 % Profundidad de Hojarasca: 5 cm		Textura de suelo: Arena-arcillosa pH: 6 Mat. Orgánica: 5 Carbonatos: 0 Humus: 2.5 cm Coord. Geog:		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Clethra mexicana</i>	1.2	2.73	2
	<i>Clethra mexicana</i>	3	1.6	2.3
	<i>Clethra mexicana</i>	13.32	7.23	37.8
	<i>Clethra mexicana</i>	5	2.51	4.2
	<i>Clethra mexicana</i>	4	1.64	3.8
	<i>Clethra mexicana</i>	4	1.48	3
	<i>Clethra mexicana</i>	3.8	1.73	2.8
	<i>Clethra mexicana</i>	3.7	2.24	3.4
	<i>Clethra mexicana</i>	3.5	1.2	3.4
	<i>Clethra mexicana</i>	3.4	1.46	1.8
	<i>Clethra mexicana</i>	3.3	2.24	1.8
	<i>Clethra mexicana</i>	3.3	0.57	1.7
	<i>Clethra mexicana</i>	3	1.32	1
	<i>Clethra mexicana</i>	2.91	1.23	1.5
	<i>Clethra mexicana</i>	2.86	1.13	1.7
	<i>Clethra mexicana</i>	2.72	1.5	2.2
	<i>Clethra mexicana</i>	2.47	0.85	1.5
	<i>Clethra mexicana</i>	2.43	0.96	1
	<i>Clethra mexicana</i>	2.29	1.60	2
	<i>Clethra mexicana</i>	2.02	0.6	1
	<i>Clethra mexicana</i>	1.9	0.73	1
	<i>Clethra mexicana</i>	1.73	1.13	1.5
	<i>Clethra mexicana</i>	1.52	0.86	1
	<i>Clethra mexicana</i>	1.5	0.9	1
	<i>Clethra mexicana</i>	1.45	1.37	2
	<i>Clethra mexicana</i>	1.43	1.1	1.7
	<i>Clethra mexicana</i>	1.36	0.59	0.7
	<i>Clethra mexicana</i>	1.28	0.82	1
	<i>Clethra mexicana</i>	1.28	0.89	1
<i>Clethra mexicana</i>	1.24	0.43	1.2	
<i>Clethra mexicana</i>	1.12	0.75	1	
<i>Clethra mexicana</i>	1.08	0.42	0.9	
<i>Clethra mexicana</i>	0.93	0.36	0.5	
<i>Clethra mexicana</i>	0.6	0.51	0.7	
<i>Clethra mexicana</i>	0.59	0.63	0.5	

Cuadro No. 4: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec). Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	ARBOLES	<i>Clethra mexicana</i>	0.49	0.3
Liso		5.3	2.5	7
Liso		3.24	2	2
Liso		3.05	1.4	2
Liso = Sp. II		3.59	2.52	6.5
<i>Pinus pseudostrobus</i>		38.78	5.6	51.56
<i>Quercus candicans</i>		41.86	9.81	54
<i>Quercus candicans</i>		2.31	1.86	3.5
<i>Quercus candicans</i>		1.84	1.92	3.1
<i>Quercus candicans</i>		0.88	1.25	1
<i>Quercus obtusata</i>		15.78	4.0 / 4.6	6.7
<i>Quercus obtusata</i>		14.4	1.48 / 2.0	5.3
<i>Quercus obtusata</i>		7.86	2.70 / 2.48	4.1
<i>Quercus obtusata</i>		1.2	0.80 / 0.55	4
<i>Stevia monardifolia</i>		6.31	1.18	6.5
<i>Stevia monardifolia</i>		6.18	3	6
<i>Stevia monardifolia</i>		4.86	2.69	6.5
<i>Stevia monardifolia</i>		3.8	2.65	7
<i>Stevia monardifolia</i>		3.75	1.45	3.5
<i>Stevia monardifolia</i>		3.65	1.69	2.5
<i>Stevia monardifolia</i>		3.56	1.56	2
<i>Stevia monardifolia</i>		3.5	0.95	4.5
<i>Stevia monardifolia</i>		3.5	1.9	3.5
<i>Stevia monardifolia</i>		3.4	1.81	5.5
<i>Stevia monardifolia</i>		3.2	2.18	2.5
<i>Stevia monardifolia</i>		3.1	1.91	3.5
<i>Stevia monardifolia</i>		2.9	0.7	3
<i>Stevia monardifolia</i>		2.9	1.43	2
<i>Stevia monardifolia</i>		2.85	1.95	3
<i>Stevia monardifolia</i>		2.8	1.6	3.5
<i>Stevia monardifolia</i>		2.6	1.42	1
<i>Stevia monardifolia</i>		2.6	1.95	3
<i>Stevia monardifolia</i>		2.5	1.37	2
<i>Stevia monardifolia</i>		2.4	0.92	1.5
<i>Stevia monardifolia</i>		2.25	0.8	2
<i>Stevia monardifolia</i>		2.13	0.26	1.5
<i>Stevia monardifolia</i>	2.1	0.84	1	
<i>Stevia monardifolia</i>	1.54	0.91	0.7	
<i>Stevia monardifolia</i>	1.3	0.78	1	
<i>Stevia monardifolia</i>	5.1	2.44	4.5	
<i>Stevia monardifolia</i>	4.2	1.7	3	
<i>Stevia monardifolia</i>	4	2.55	2.5	

Cuadro No. 4: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec). Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
ARBOLES	<i>Stevia monardifolia</i>	3.28	1.77	3
	<i>Stevia monardifolia</i>	1.74	0.8	3.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.64	0.73	1
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.6	1.31	3
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.38	1.27	3.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.33	1.38	3
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.32	1.36	3.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.18	1.41	2.3
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.05	1.02	2
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3	1.75	3.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.18	1.78	2.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.1	0.99	2
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.7	0.93	1.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.65	0.67	1
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.54	2.35	3.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.43	1.72	3.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.37	0.86	1.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.15	1.16	2
ARBUSTOS	<i>Lippia umbellata</i>	1.87	7	3
	<i>Monina ciliolata</i>	210	1.1	0.9
	<i>Monina ciliolata</i>	1.58	0.81	0.6
	<i>Monina ciliolata</i>	1.75	0.54	0.5
	<i>Monina ciliolata</i>	1.15	0.82	0.7
	<i>Monina ciliolata</i>	1.75	0.8	0.7
	<i>Monina ciliolata</i>	1.7	1.42	0.6
	<i>Monina ciliolata</i>	2	0.76	0.7
	<i>Monina ciliolata</i>	2.4	0.94	0.7
	<i>Monina ciliolata</i>	1.86	0.34	0.5
	<i>Monina ciliolata</i>	1.84	0.96	1
	<i>Monina ciliolata</i>	1.5	0.55	0.6
	<i>Monina ciliolata</i>	2.2	1.2	0.7
	<i>Monina ciliolata</i>	1.8	0.7	0.5
	<i>Monina ciliolata</i>	2.7	1.43	1
	<i>Monina ciliolata</i>	1.3	0.6	2.5
	<i>Monina ciliolata</i>	2.3	0.77	0.7
	<i>Monina ciliolata</i>	1.6	0.41	0.5
	<i>Monina ciliolata</i>	2.86	1.58	1.5
	<i>Monina ciliolata</i>	1.23	0.71	0.5
	<i>Monina ciliolata</i>	1.43	0.43	0.6
	<i>Monina ciliolata</i>	1.75	0.91	0.7
	<i>Monina ciliolata</i>	1.14	0.87	0.6
<i>Monina ciliolata</i>	1.78	0.96	0.8	

Cuadro No. 5: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec).

Topografía: Ladera Orientación: 10° Norte Pendiente: 25° Altitud: 2310 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 98 % Profundidad de Hojarasca: 4.7 cm		Textura de suelo: Areno-arcillosa pH: 7 Mat. Orgánica: 5 Carbonatos: 0 Humus: 4 cm Coord. Geog:		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Clethra mexicana</i>	2.5	1.25	5
	<i>Clethra mexicana</i>	5.3	0.5	7
	<i>Clethra mexicana</i>	7	1.95	8
	<i>Clethra mexicana</i>	1.1	0.4	2
	<i>Clethra mexicana</i>	4.2	2.42	5
	<i>Clethra mexicana</i>	1.5	0.75	2
	<i>Clethra mexicana</i>	3	2.17	5
	<i>Clethra mexicana</i>	5.6	0.5	5
	<i>Clethra mexicana</i>	1.7	0.84	2
	<i>Clethra mexicana</i>	1.3	0.46	2
	<i>Clethra mexicana</i>	2.2	0.8	1.5
	<i>Clethra mexicana</i>	0.6	0.3	2
	<i>Clethra mexicana</i>	4	1.1	4
	<i>Clethra mexicana</i>	1.6	1.1	3
	<i>Clethra mexicana</i>	5.3	1.9	0.73
	<i>Clethra mexicana</i>	5.5	1.2	11
	<i>Clethra mexicana</i>	7.7	1.3	10
	<i>Clethra mexicana</i>	2.5	2.18	5
	<i>Clethra mexicana</i>	1.65	1.2	1.5
	<i>Clethra mexicana</i>	3.1	1.1	3
	<i>Clethra mexicana</i>	4	2.6	4
	<i>Clethra mexicana</i>	11	1.81	93
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	23.8	11.7	48.38
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	40.66	11.7	76.39
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	25.09	11.7	34.05
	<i>Quercus candicans</i>	33.9	10.4	35
	<i>Quercus candicans</i>	3	7.5	17.8
	<i>Quercus candicans</i>	51.66	9.73	47
	<i>Quercus obtusata</i>	0.46	0.3	1.78
<i>Quercus obtusata</i>	0.45	0.34	1.6	
<i>Quercus obtusata</i>	0.3	0.25	1	
<i>Quercus obtusata</i>	0.3	0.5	2.35	
<i>Styrax glabrescens var. hintonii</i>	0.85	0.42	1.5	
<i>Styrax glabrescens var. hintonii</i>	1.12	0.55	1.5	
<i>Styrax glabrescens var. hintonii</i>	8.1	2.54	15	

Cuadro No. 5: Localidad Z. S. (Municipio de Temascaltepec). Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
ARBOL	<i>Styrax glabrescens var. hintonii</i>	10	2.1	25
	<i>Styrax glabrescens var. hintonii</i>	2.2	0.6	3
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.4	0.87	0.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.1	1.3	2.3
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.96	0.97	1.9
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.9	1.55	2.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.47	0.45	0.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	5.5	2.45	3.8
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.1	1.05	2.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.4	0.69	0.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.3	1.85	2.8
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.4	0.97	2.2
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.4	1.3	2.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.8	1.35	1.9
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.52	1.16	1.6
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.3	0.36	0.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	5.5	2.8	6
	<i>Ternstroemia lineata</i>	7.7	3.7	11.2
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.15	1.1	0.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.6	2.2	2.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	5	1.6	2.8
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.37	0.95	0.5
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.5	1.07	0.5
<i>Ternstroemia lineata</i>	1.9	1.1	2.2	
ARBUSTO	<i>Acacia angustissima</i>	1.65	0.5	
	<i>Acacia angustissima</i>	2.1	1.2	
	<i>Acacia angustissima</i>	2.25	0.5	
	<i>Acacia angustissima</i>	1.3	0.2	
	<i>Acacia angustissima</i>	0.46	0.24	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.3	0.2	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.5	0.9	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.16	0.9	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.6	0.5	
	<i>Monina ciliolata</i>	2.3	0.8	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.6	0.67	

Cuadro No. 1: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón).

Topografía: Ladera Orientación: Pendiente: 26° Altitud: 2570 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 80 % Profundidad de Hojarasca: 4 cm		Textura de suelo: Limo-arcillosa pH: 5.5 Mat. Orgánica: 3 Carbonatos: 0 Humus: 2.3 cm Coord. Geog: 19° 42' 44.3" / L W 99° 27' 37"		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Arbutus xalapensis</i>	6	2.9	12
	<i>Arbutus xalapensis</i>	6	2.7	9.5
	<i>Arbutus xalapensis</i>	5	3.3	10
	<i>Arbutus xalapensis</i>	5	3.3	10
	<i>Arbutus xalapensis</i>	5	3.5	8
	<i>Arbutus xalapensis</i>	4.8	3.3	6
	<i>Arbutus xalapensis</i>	4.2	2.9	7
	<i>Arbutus xalapensis</i>	4.2	2.7	7.5
	<i>Arbutus xalapensis</i>	3.5	2.16	5
	<i>Arbutus xalapensis</i>	3.4	2.1	6
	<i>Arbutus xalapensis</i>	3.2	1.7	5
	<i>Arbutus xalapensis</i>	2	1.7	3
	<i>Arbutus xalapensis</i>	2	1.1	2.2
	<i>Pinus teocote</i>	2.5	2.1	2
	<i>Pinus teocote</i>	4.2	1.4	3
	<i>Pinus teocote</i>	4.2	1.3	3
	<i>Pinus teocote</i>	3.5	1.4	2
	<i>Pinus teocote</i>	3.025	1.64	3.3
	<i>Pinus teocote</i>	3.025	1.64	3.3
	<i>Pinus teocote</i>	3.025	1.64	3.3
	<i>Pinus teocote</i>	3.025	1.64	3.3
	<i>Pinus teocote</i>	3	1.7	3.5
	<i>Pinus teocote</i>	3	1.7	3.5
	<i>Pinus teocote</i>	3	1.7	3.5
	<i>Pinus teocote</i>	2.8	1.1	4.5
	<i>Pinus teocote</i>	2.3	2.3	2.5
	<i>Pinus teocote</i>	1.75	1.7	5.5
	<i>Quercus candicans</i>	7.33	4.4 / 4.6 / 3.2	9.5 / 8.3 / 6.7
	<i>Quercus candicans</i>	4	1.34	8.14
<i>Quercus crassifolia</i>	13.43	6.28	9.23	
<i>Quercus crassifolia</i>	9.48	6.2	7.19 / 5.1 / 6.3 / 4.9 / 2.2	
<i>Quercus crassifolia</i>	8.03	2.06 / 2.77	10.2 / 9.23	
<i>Quercus crassifolia</i>	7.22	2.7	8.2	
<i>Quercus crassifolia</i>	6.78	2.5	7.5	
<i>Quercus crassifolia</i>	3.58	2.8	8.5	
<i>Quercus crassifolia</i>	3.5	0.96 / 1.07	3.2	
<i>Quercus crassifolia</i>	3	1.05	3.2	

Cuadro No. 1: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón). Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Quercus crassifolia</i>	2.5	1.92	3.8
	<i>Quercus obtusata</i>	10	3.16	15.2
	<i>Quercus obtusata</i>	4	2.09 / 1.08	7
ARBUSTOS	<i>Monina ciliolata</i>	0.7	0.4	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.8	1.8	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.7	0.4	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.5	1.4	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.4	1.2	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.4	0.7	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.4	0.6	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.3	1.2	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.2	1.5	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.1	0.6	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.1	0.8	
	<i>Monina ciliolata</i>	1	0.4	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.9	0.5	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.8	0.4	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.8	0.6	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.7	0.5	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.7	0.6	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.7	0.5	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.6	0.3	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.5	0.3	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.5	0.3	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.4	0.3	
	<i>Monina ciliolata</i>	0.3	0.3	
<i>Monina ciliolata</i>	0.3	0.2		
<i>Monina ciliolata</i>	1.2	0.9		

Cuadro No. 2: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón).

Topografía: Ladera Orientación: 100° Este Pendiente: 20° Altitud: 2617 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 100% Profundidad de Hojarasca: 5 cm		Textura de suelo: Areno-aecillosa pH: 7 Mat. Orgánica: 3 Carbonatos: 0 Humus: 1cm Coord. Geog: 19°42'40.5" /99° 27'43"		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Arbutus xalapensis</i>	4.8	3.85	14
	<i>Arbutus xalapensis</i>	4	1.5	6
	<i>Arbutus xalapensis</i>	3.5	1.78	9
	<i>Quercus candicans</i>	24.25	9.25	16.9/53.5/39.2
	<i>Quercus candicans</i>	21.8	9.12	29.6
	<i>Quercus candicans</i>	5.9	2.66	9.6
	<i>Quercus crassifolia</i>	16.62	3	23.23
	<i>Quercus crassifolia</i>	9.53	2.43	19.09
	<i>Quercus crassifolia</i>	7.01	2	18.46
	<i>Quercus obtusata</i>	11.8	5.5	19.41
	<i>Quercus obtusata</i>	5	1.36	8.9
ARBUSTOS	<i>Eupatorium glabratum</i>	7.4	0.8	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	2.25	0.69	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	2.03	1.32	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.96	0.6	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.84	1.19	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.83	1.39	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.72	1.16	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.7	1.75	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.61	1.05	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.6	1	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.54	1.65	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.53	1.98	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.5	0.46	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.5	1.41	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.5	0.95	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.47	1.34	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.44	1.14	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.4	1.38	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.4	1.48	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.34	1.15	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.3	0.76	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.25	0.86	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.25	0.53	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.22	0.67	
<i>Eupatorium glabratum</i>	1.22	0.68		
<i>Eupatorium glabratum</i>	1.2	0.22		
<i>Eupatorium glabratum</i>	1.17	0.63		

Cuadro No. 2: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón). Continuación.

ARBUSTOS	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.07	0.69	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.06	0.62	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1	0.26	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	0.95	0.99	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	0.85	0.7	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	0.75	0.81	
	<i>Eupatorium sp.</i>	2.1	1	2.5
	<i>Eupatorium sp.</i>	2.1	1.1	2
	<i>Eupatorium sp.</i>	2	0.95	2.5
	<i>Eupatorium sp.</i>	1.9	0.95	2
	<i>Eupatorium sp.</i>	1.8	0.9	3
	<i>Eupatorium sp.</i>	1.5	0.98	2.5
	<i>Eupatorium sp.</i>	1.47	0.9	2
	<i>Eupatorium sp.</i>	1	0.8	1
	<i>Eupatorium sp.</i>	0.78	0.6	1
	<i>Eupatorium sp.</i>	0.58	1.1	1
	<i>Monina ciliolata</i>	1.74	0.56	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.6	0.98	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.47	0.6	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.39	1.04	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.37	1.14	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.37	0.51	
	<i>Monina ciliolata</i>	1.25	0.6	
<i>Monina ciliolata</i>	1.24	0.73		
<i>Monina ciliolata</i>	1.15	0.5		
<i>Monina ciliolata</i>	0.96	0.63		
<i>Monina ciliolata</i>	1.44	0.97		

Cuadro No. 3: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón).

Topografía: Ladera Orientación: 330°Nor-noroeste Pendiente: 25° Altitud: 2572 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 80% Profundidad de Hojarasca: 3 cm		Textura de suelo: Arcillosa pH: 5 Mat. Orgánica: 5 Carbonatos: 0 Humus: 4.4cm Coord. Geog: 19°42' 41.5"/99° 27'39.1"		
ARBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Pinus teocote</i>	23.95	13.4	62
	<i>Quercus crassipes</i>	25.94	11.4	38
	<i>Quercus crassipes</i>	24.43	10.3	41
	<i>Quercus crassipes</i>	22.98	10.4	77.0/48/24
	<i>Quercus crassipes</i>	18.35	12.2	32
	<i>Quercus crassipes</i>	13.66	13.5	49
	<i>Quercus obtusata</i>	23	3.1	29.6
	<i>Quercus obtusata</i>	13.1	4	13.68
ARBUSTOS	<i>Buddleia cordata</i>	1.6	0.66	
	<i>Buddleia cordata</i>	1.36	0.61	
	<i>Buddleia cordata</i>	1.1	0.85	
	<i>Buddleia cordata</i>	0.99	0.7	
	<i>Buddleia cordata</i>	0.82	0.8	
	<i>Buddleia cordata</i>	0.65	0.33	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.67	0.45	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.65	0.33	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.65	0.49	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.64	0.41	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.63	0.33	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.53	0.35	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.5	0.24	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.49	0.3	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.47	0.2	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.44	0.35	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.41	0.24	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.4	0.31	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.39	0.3	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.36	0.43	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.33	0.34	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.32	0.33	
	<i>Cestrum thyrsoideum</i>	0.54	0.28	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	2.1	1.29	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.9	0.79	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.75	0.83	
<i>Eupatorium glabratum</i>	1.7	0.57		
<i>Eupatorium glabratum</i>	1.66	1.7		
<i>Eupatorium glabratum</i>	1.56	0.61		
<i>Eupatorium glabratum</i>	1.5	0.51		

Cuadro 3: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón). Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	ARBUSTOS	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.47	0.64
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.42	1.9	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.39	0.62	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.35	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.34	0.88	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.25	1.6	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.23	0.69	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.2	0.81	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.19	1.3	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.1	0.69	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1	0.5	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1	0.9	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.94	0.53	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.92	1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.92	0.53	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.9	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.9	0.99	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.9	0.41	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.81	0.5	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.77	1.12	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.77	0.77	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.65	0.47	
<i>Monina ciliolata</i>		2.08	1.4	
<i>Monina ciliolata</i>		1.4	1.15	
<i>Monina ciliolata</i>		1.38	0.81	
<i>Monina ciliolata</i>		1.1	0.82	
<i>Monina ciliolata</i>		0.91	1.06	
<i>Monina ciliolata</i>		0.85	1.08	
<i>Monina ciliolata</i>		0.96	1.08	
<i>Monina ciliolata</i>		0.98	1.08	
<i>Monina ciliolata</i>		0.86	1.24	

Cuadro 4: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón).

Topografía: Ladera Orientación: 10°Nor-este Pendiente: 23 ° Altitud: 2575 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 95% Profundidad de Hojarasca: 3 cm		Textura de suelo: Arcillosa pH: 6 Mat. Orgánica: 4 Carbonatos: 0 Humus: 2.5 cm Coord. Geog: 19° 42' 47.6"/99° 27' 38.6"		
ARBOL ES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Arbutus xalapensis</i>	7.6	5.12	18
	<i>Quercus crassifolia</i>	20.9	4.66	23.2
	<i>Quercus crassifolia</i>	20	8.9	32.8
	<i>Quercus crassifolia</i>	14.03	9.35	28
	<i>Quercus crassifolia</i>	9.4	8.12	27.3
	<i>Quercus crassifolia</i>	0.75	1.1	1.2/0.9
	<i>Quercus dysophylla</i>	13	4.8	30
	<i>Quercus dysophylla</i>	12	4.43	16.0/16.5
	<i>Quercus obtusata</i>	18	2.7	19.4
	<i>Quercus obtusata</i>	17.5	3.83	14.9
	<i>Quercus obtusata</i>	6.4	2.78	13.7
	<i>Quercus obtusata</i>	5.4	2.34	10.8
	<i>Quercus obtusata</i>	5.1	2.15	7.95
	<i>Quercus obtusata</i>	4.4	2.86	10.8
	<i>Quercus obtusata</i>	3.75	1.75	8.9
	<i>Quercus obtusata</i>	2.4	2.8	4.1/7.95
	<i>Quercus obtusata</i>	1.8	5.35	13
	<i>Quercus obtusata</i>	1.7	1.5	7.6
	ARBUSTOS	<i>Arbutus xalapensis</i>	48	17.5
<i>Arbutus xalapensis</i>		3	3.32	
<i>Eupatorium</i>		1.4	1.58	
<i>Eupatorium glabratum</i>		2.08	1.63	
<i>Eupatorium glabratum</i>		2	1.96	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.9	1.9	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.87	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.82	1.28	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.7	1.39	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.7	1.2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.7	2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.5	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.47	0.99	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.4	1.2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.4	1.07	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.37	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.37	0.98	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.34	1.36	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.34	0.84	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.29	0.93	

Cuadro 4: Localidad Z. N. (municipio de Villa del Carbón). Continuación.

ARBUSTOS	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.29	1.13	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.29	1.34	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.28	1.07	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.26	0.6	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.22	0.65	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.2	0.92	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.13	1.7	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.13	0.84	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.1	1.1	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1.1	0.76	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	1	1.15	
	<i>Eupatorium glabratum</i>	0.95	0.72	

Cuadro 5: Localidad Z. N. (Municipio de Villa del Carbón).

Topografía: Ladera Orientación: 270° este Pendiente: 34 ° Altitud: 2590 m.s.n.m. Superficie de hojarasca: 100% Profundidad de Hojarasca: 9 cm		Textura de suelo: Areno-arcilloso pH: 7 Mat. Orgánica: 5 Carbonatos: 0 Humus: 4 cm Coord. Geog: 19° 42' 21"/99° 27' 44.6"		
ÁRBOLES	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	<i>Arbutus xalapensis</i>	2.95	2.1	5.5
	<i>Arbutus xalapensis</i>	2.88	1.75	6
	<i>Arbutus xalapensis</i>	2.3	1.3	3.5
	<i>Arbutus xalapensis</i>	1.45	1.85	3.5
	<i>Pinus teocote</i>	30	5.6	16.5
	<i>Pinus teocote</i>	22.32	9.5	70
	<i>Pinus teocote</i>	2.5	1.98	4
	<i>Pinus teocote</i>	2.1	1.9	3.5
	<i>Prunus capuli</i>	0.8	0.71	0.5
	<i>Prunus capuli</i>	0.46	0.28	0.5
	<i>Prunus capuli</i>	0.41	0.4	0.5
	<i>Prunus capuli</i>	0.38	0.22	0.5
	<i>Prunus capuli</i>	0.36	0.51	0.5
	<i>Prunus capuli</i>	0.34	0.33	0.5
	<i>Prunus capuli</i>	0.3	0.44	0.5
	<i>Prunus capuli</i>	1.04	1	0.99
	<i>Quercus candicans</i>	34.73	14.4	49
	<i>Quercus candicans</i>	9.84	6.2	16.5
	<i>Quercus candicans</i>	8.74	5.1	15.5
	<i>Quercus candicans</i>	9.93	7.6	17.5
	<i>Quercus crassifolia</i>	20.49	13	34.0/ 26
	<i>Quercus crassifolia</i>	20.12	11.7	62.0/11/18
	<i>Quercus crassifolia</i>	13.65	7.55	23
	<i>Quercus crassifolia</i>	9.36	6.8	16
	<i>Quercus crassifolia</i>	6.97	4.6	15
	<i>Quercus crassifolia</i>	1.78	0.89	14
	<i>Quercus crassifolia</i>	0.33	0.35	0.5
	<i>Quercus crassifolia</i>	0.28	0.25	0.5
	<i>Quercus crassifolia</i>	0.27	0.5	0.5
<i>Quercus crassifolia</i>	0.24	0.21	0.5	
<i>Quercus dysophylla</i>	14	10.8	29	
<i>Quercus obtusata</i>	9	5.68	15	
<i>Quercus obtusata</i>	1.23	0.78	1	
<i>Quercus obtusata</i>	0.94	0.58	7	

Cuadro 5: Localidad Z. S. (Municipio de Villa del Carbón). Continuación.

	ESPECIE	ALTURA (m)	COBERTURA (m ²)	DAP (cm)
	ARBUSTO	<i>Bacharis conferta</i>	1.15	0.7
<i>Eupatorium glabratum</i>		2.2	1.2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		2.1	1.8	
<i>Eupatorium glabratum</i>		2.05	1.2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		2	1.3	
<i>Eupatorium glabratum</i>		2	0.98	
<i>Eupatorium glabratum</i>		2	1.5	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.9	1.4	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.9	1.7	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.8	2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.8	1.5	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.8	0.9	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.8	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.8	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.8	1.6	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.75	1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.75	1.8	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.7	1.3	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.7	1.25	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.68	0.9	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.6	1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.6	1.2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.5	0.6	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.5	1.38	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1.3	1.1	
<i>Eupatorium glabratum</i>		1	1.2	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.94	0.58	
<i>Eupatorium glabratum</i>		0.9	0.6	

LITERATURA CITADA

- Ángeles**, E.R. 1998. *Bases para la restauración del estrato arbóreo de los bosques mixtos templados*. Tesis M. en C. Fac. Cienc; UNAM. México. 151 pp.
- Asbjornsen**, H; K.A. Vogt y M.S. Ashton. 2004. Synergistic response of oak, pine and shrub seedlings to edge environments and drought in a fragmented tropical highland oak forest, Oaxaca, México. *Forest Ecology and Management*. (192):313-334.
- Bello**, G.M. y J.N. Labat. 1987. *Los encinos (Quercus) del estado de Michoacán, México*. Cuadernos de Estudio Michoacanos I, SARH-CEMCA. México. 98 pp.
- Black**, M. y B.J. Derek (eds). 2000. Seed technology and its biological basis. CRC Press. England. 419 pp.
- Bonfil**, C. 1995. Establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de plántulas de dos especies de encino en el Ajusco D.F. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 350-365.
- Bonfil**, C. 1998. The effects of the seed size, cotyledon reserves, and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Quercus laurina* (Fagaceae). *American Journal of Botany*. 85(1):79-87.
- Bonner**, F.T y J.A. Vozzo. 1987. Seed biology and technology of Quercus. U.S. Department Agriculture, *Southern Forest Experiment Station*. 21 pp.
- Borcher**, M.I; F.W. Davis, J. Michaelsen y L.D. Oyler. 1989. Interactions of factors affecting seedling recruitment of blue oak (*Quercus douglasii*) in California. *Ecology*. 70(2):389-404.
- Branco**, M; C. Branco, H. Merouanin y M.H. Almeida. 2002. Germination succes, survival and seedling vigour of *Quercus suber* acorns in relation to insect damage. *Forest Ecology and Management*. 166:159-164.
- Brand**, D; O. Lobréaux, M. Maistre, P. Perret y F. Romane. 1990. Germination of *Quercus ilex* and *Quercus pubescens* in a *Q. ilex* coppice. *Vegetatio*. 87:45-50.
- Callaway**, R.M. 1992. Effects of shrubs on recruitment of *Quercus douglasii* and *Quercus lobata* in California. *Ecological Society of America*. 73(3):2118-2128.
- Callaway**, R.M. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review*. 61(4):306-349.
- Camacho**, A; M. González y B. Jong. 2002. Establecimiento temprano de árboles en ambientes perturbados de Los Altos Chiapas, México. *Ecosistemas*. (1):2-10.

- Camacho**, A; M. González, J.H.D. Wolf y B.H.J. De Jong. 2000. Germination and survival of tree species in disturbed forest of the higlands of Chiapas México. *Cannadian Journal of Botany*. 78(10):1309-1318.
- Camacho**, M & V.G. Morales, 1992, Métodos para el análisis del efecto de la germinación. INIFAP. Campo experimental Coyoacán, 282-290 p.
- Chambers** J.C. y J.A. MacMahon. 1994. A day in the life of a seed: Movements and fates of seeds an their implications for natural and managed systems. *Annual Review Ecology and Systematics*. 25:263-292.
- Cibrian**, T.D; J.T. Méndez; R.C. Bolaños; H.O. Yates III y J.E. Flores. 1995. *Insectos forestales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 453 pp.
- Clark**, J.S; B. Beckage, P. Camill, B. Cleveland, J. Lambers, J. Litcher, J. Maclachlan, J. Mohan y P. Wycoff. 1999. Interpreting recruitment limitations on forest. *American Journal Botany*. 86(1):1-16.
- Collet**, C. y H. Frochot. 1996. Effects competition on periodic shoot elongation in oak seedling. *Cannadian Journal Forest Research*. 26:1934-1942.
- Davis**, M.A; K.J. Wrage y P.B. Reich. 1998. Competition between tree seedlings and herbaceous vegetation: support for a theory of resource supply and demand. *Journal of Ecology*. 86:652-661.
- Dhillion**, Sh.S. 1999. Enviromental heterogeneity, animal disturbances, microsite characteristics, and seedling establishment in a *Quercus havardii* community. *Restoration Ecology*. 7(4):399-406.
- Dickie**, I.A; R.T. Koide y K.C. Steiner. 2002. Influence of established trees on mycorrizas, nutrition, and growth of *Quercus rubra* seedling. *Ecological Monographs*. 72(4): 505-521.
- Eckelmann**, C.M. 1995. Regeneración y dinámica natural de un bosque de pino-encino en la Sierra Madre Oriental en el Noreste de México. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 199-212.
- Espejel**, M. L.; N. Santacruz y M. Sánchez, 1999, El uso de los encinos en la región de la Malinche, Estado de Tlaxcala, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 64: 35-39.
- Figuroa**, B.L y M. Olvera. 2000. Regeneration patterns in relation to canopy species composition and site variables in mixed oaks forest in the Sierra Manantlán Biosphera Reserve, México. *Ecological Research*. 15:249-261.
- Figuroa**, B.L. y M. Olvera. 2000. Dinámica de la composición de especies en bosques de *Quercus crassipes* H. et B. en cerro grande, Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia*. 34(1): 91-98.

- Figueroa**, B.L.; S. Moreno y M. Olvera. 1995. Fenología de cuatro especies de encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra e Manantlán, Jalisco. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 137-147.
- Fischer**, M. y R. López. 1995. Observaciones sobre la regeneración de dos especies de encino en Santa Rosa, Iturbide, Nuevo León. Fenología de cuatro especies de encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra e Manantlán, Jalisco. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 234-237.
- Gama-Castro**, J.E. e I. Reyes. 1995. Caracterización de la variación del medio ambiente donde se distribuyen algunas especies de encino. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 56.
- García**, L. y M. González. 2004. Change in oak to pine dominante in secondary forest may reduce shifting agriculture yields: experimental evidence from Chiapas, México. *Forest Ecology and Management*. 102:389-401.
- Godínez**, O. y L. López. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica*. 73(2):283-314.
- González**, L. y A. Orozco. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda Brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 58: 15-30.
- González**, M; N. Ramírez, P.F: Quintana y M. Martínez. 1995. La utilización de los encinos y la conservación de la biodiversidad en Los Altos Chiapas. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 183-197.
- Gordon**, D.R. y K.J. Rice. 2000. Competitive supression of *Quercus douglasii* (Fagaceae) seedling emergence and growth. *American Journal of Botany*. 87(7):986-994.
- Granados**. D. y R. Tapia. 1983. *Métodos de Estudio de la Vegetación*. Cuadernos Uruza, No. 2. Chapingo, México. 58 pp.
- Granados**, D.; G. L. López y J. L. Gama, 1999. Fragmentación del hábitat y fragmentación de áreas naturales protegidas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 5(1): 5-14.
- Grant**, V. 1989. *Especiación vegetal*. Noriega eds. México. 587 pp.
- Greene**, D.F. y E.A. Johnson. 1994. Estimating the mean annual seed production of trees. *Ecological Society of America*. 75(3):636-644.
- Guevara**, M. y R. Hernández. 2005. *Germinación, crecimiento post-emergente y establecimiento en vivero y en campo de Quercus crassifolia (Humb. & Bonpl.) bajo el efecto de dos tratamientos pre-germinativos y tres tamaños de semillas*. Tesis Lic. Biol. FES-Zaragoza, UNAM. México. 70 pp.

- Halpern**, Ch.B. 1988. Early sucesional pathways and resistance and resilience of forest communities. *Ecological Society of America*. 69(6): 1703-1715.
- Hartmann**, T. y D. Kester. 1980. *Propagación de plantas. Principios y prácticas*. Cia. Editorial Continental. México. 844 pp.
- Hartmann**, T. y D. Kester. 1991. *Propagación de plantas. Principios y prácticas*. Cia. Editorial Continental. México. 844 pp.
- Hernández**, G; L.R. Sánchez, Th. Carmona, M. R. Pineda y R. Cuevas. 2000. Efecto de la ganadería extensiva sobre la regeneración arbórea de los bosques de la Sierra de Manantlán. *Madera y Bosques*. 6(2):13-28.
- Hickey**, L. 1974. Clasificación de la arquitectura de las hojas dicotiledóneas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 16(1-2):1-25.
- Jardel**, E.J. 1985. Bases ecológicas para la silvicultura de bosque de pino-encino. *Memorias de II seminario sobre utilización de encinos*, Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. p 162-168.
- Jardel**, E.J; A.L. Santiago. y M.E. Muñoz. 1995. Conservación y manejo de los encinos en el Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 285-300.
- Jiménez**, A. 1997. *Germinación y crecimiento de cuatro especies de encinos del Ajusco D.F. Efecto del tamaño de las semillas*. Tesis Lic. Biol. FES-Zaragoza, UNAM. México. 74 pp.
- Kaul**, R.B. 1985. Reproductive morphology of Quercus (Fagaceae). *American Journal Botany*. 72(12):1962-1977.
- Kershaw**, A.K. 1973. *Quantitative and dynamic plant ecology*. 2ª ed. Edward Arnold (Publishers) Limited. Londres. 308 pp.
- Kertis**, J. A; R. Gross, D. L. Peterson, M. J. Arbaugh, R. F. Standifort y D. D. McCreary. 1993. Growth trends of blue oaks (Quercus douglassi) in California. *Canadian Journal Forest Research*. 23:1720-1724.
- Kramer**, H. y O.A. Aguirre. 1995. Importancia de los aclareos en los bosques de encino. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 320-330.
- Leblanc**, D.C. 1993. Temporal and spatial variation of oak growth - climate relationships along a pollution gradient in the midwestern United States. *Canadian Journal Forest Research*. 23:772-782.
- López**, F. 1998. *Germinación y establecimiento temprano de Quercus rugosa y sus implicaciones en la rehabilitación de los habitats pinarizados en los Altos Chiapas, México*. Tesis Lic. Biol. Fac. Cienc; UNAM. México. 89 pp.

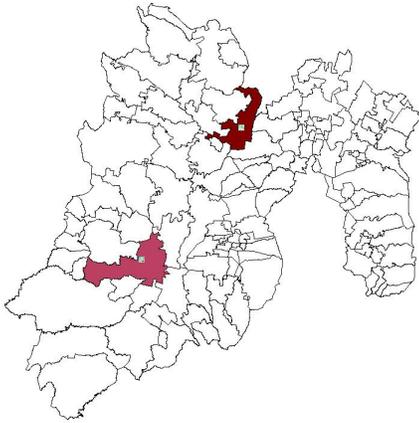
- López**, L. 2004, Diversidad de insectos y niveles de daño en semillas de *Quercus candicans* Neé y *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl. en Valle de Bravo, México. Tesis Lic. Biol. Fac. Cienc; UNAM. 71 pp.
- Luna**, A. de L; L. Montalvo-Espinosa y B. Rendón-Aguilar. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 72:107-117.
- Madrigal**, L. 1990. Contribución al conocimiento de *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl. con énfasis en el estado de Veracruz. Tesis Ing. For. Univ. Aut. Chap. México. 84 pp.
- Marroquín**, J.S; y C.E. Eckelmann. 1995. Plantas indicadoras de humedad de sitio en un bosque de pino-encino. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 213-219.
- Martínez**, G. 1995. Aspectos ecológicos de una comunidad de *Quercus* en la región Noreste de Hidalgo. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 82-97.
- Mass**, J. 1985. Incremento de encinos. *Memorias de II seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. p 117-125.
- Matteucci**, S y A. Colma. 1982, Metodología para el estudio de la vegetación. OEA, Washintong, D. C. 169pp.
- Mendoza**, M.A; J.J. Fajardo y J. Zepeta. 2005. Landscape based forest management, a real World case study from Mexico. *Forest Ecology and Management*. 209:19-26.
- Moreno**, S; M. Olvera y B.L. Figueroa. 1995. Sistemas silvícolas para encinares en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, Jalisco. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 301-319.
- Mur**, P. 2003. *Patrones de distribución geográfica de especies del género Quercus y de algunos de sus insectos formadores de agallas en el estado de Michoacán, México*. Tesis Maestría. Fac. Cienc; UNAM. México. 58 pp.
- Nicolás**, J. L; S. Domínguez, N. Herrero y P. Villar. 1997. Plantación y siembra de *Quercus ilex*. Efectos de la preparación del terreno y de la utilización de protectores en la supervivencia de plantas. *Actas del II Congreso Forestal Español*, Mesa 3: 449-454.
- Niembro**, A. 1988. *Semillas de árboles y arbustos*. Limusa. México. 285 pp.
- Nixon**, K. 1993. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. *Ann. Sci. For.* 50, Suppl 1: 25-34.
- Nyandiga**, Ch.O. y G.R. McPherson. 1992. Germination of two warm-temperature oaks, *Quercus emory* and *Quercus arizonica*. *Canadian Journal Forest Research*. (22):1395-1400.

- Oliveros, O.** 2000. *Descripción estructural de las comunidades vegetales en las terrazas fluviales del río Salado, en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.* Tesis Lic. Biol. FES-Iztacala, UNAM. 104 pp
- Olvera, Ma.G.** 2004. *Factores que participan en la viabilidad de semillas de Quercus rugosa y Quercus crassipes.* Tesis Lic. Biol. FES-Iztacala, UNAM. 48 pp.
- Orozco, M.** 1995. *Vegetación del municipio de Temascaltepec, Estado de México.* Tesis Lic. Biol. FES-Iztacala, UNAM. 100 pp.
- Pérez, C. de la P.** 2000. Relación estructura propiedades físico-mecánicas de la madera de algunas especies de encinos (*Quercus*) mexicanas. Tesis Lic. Biól. Fac. Cienc; UNAM. México. 266 pp.
- Pérez, C. de la P. y Ma. de L. Aguilar.** 1985. *Diferencias morfológicas externas y anatómicas de la madera de encinos blancos y rojos.* SARH. México. 9 pp.
- Pérez, C. de la P; R. Dávalos y E. Guerrero.** 2000. Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques* 6(1): 3-13.
- Pulido, F.J.** 2002. Biología reproductiva y conservación: el caso de la regeneración de bosques templados y subtropicales de robles (*Quercus* spp.). *Revista Chilena de Historia Natural.* 75:5-15.
- Quintana, P.F. y M. González.** 1993. Afinidad fitogeográfica y papel sucesional de la flora leñosa de los Bosques de Pino-Encino de los Altos Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana.* 21:43-57.
- Ramírez, N; M. González y G. Williams.** 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forest in Chiapas, México. *Forest Ecology & Management.* 154: 311-326.
- Ramírez, J.A. y A. Hernández.** 1995. Ensayos de Propagación por semilla de *Quercus* mexicana H. B. en el A.E.F. piedra alta de la Sierra de Álvarez (San Luis Potosí). *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos.* Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 340-349.
- Rao, P.B y S.P. Sing.** 1985. Response breadths on environmental gradients of germination and seedling growth in two dominant forest tree species of central Himalaya. *Annals of Botany.* 56:783-794.
- Rao, P.B.** 1988. Effects of enviromental factors on germination and seedling growth in *Quercus floribunda* and *Cupressus tortulosa*, trees species of Central Himalaya. *Annals of Botany.* 61:531-540.
- Reyes, I. y J. E. Gama-Castro.** 1995. Revaloración de la importancia de los encinos. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos.* Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 44-55.
- Romero, S.** 2001. *Estudio taxonómico de la serie Acutifoliae (Quercus, Fagaceae).* Tesis Dr. en C. Fac. Cienc. UNAM. México. 174 pp.

- Romero**, S; C. Rojas y M.L. Aguilar. 2002. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Annals. Missouri Botanical Garden*. 89:551-593.
- Rzedowski**, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 478 pp.
- Rzedowski**, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14:3-21.
- Rezedowski**, G.C. de y J. Rzedowski y colaboradores. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*, 2ª ed. Instituto de Ecología A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán. México. 1406 pp.
- Sánchez**, Ma.L. y Ma.P. González. 1995. Comunidades de *Quercus* en el municipio de Huixquilucan, Edo. de México. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 57-80.
- Schumann**, M.E; A.S. White y J.W. Witham. 2003. The effects of harvest-created gaps on plants species diversity, composition and abundance in a Maine oak-pine forest. *Forest Ecology and Management*. 176:543-561.
- Schupp**, E.W. 1995. Seed-seedling conflicts, habitat choice, and patterns of plant recruitment. *American Journal of Botany*. 82(3):399-403.
- Sork** V.L. y J. Bramble. 1993. Ecology of Mast-Frutting in three species of North American deciduous oaks. *Ecological Society of America*. 74(2):528-541.
- Soto**, M.L. 1982. *Estudio taxonómico del género Quercus (Fagaceae) de la cuenca del río Zopilote, Guerrero*. Tesis Lic. Biol. Fac. Cienc; UNAM. México. 183 pp.
- Suárez**, A.I. 1998. *Germinación y crecimiento de encinos en ambientes inducidos por la fragmentación del bosque mesófilo en Veracruz*. Tesis M. en C. Fac. de Cienc; UNAM. México. 87 pp.
- Sun**, Sh; X. Gao y L. Chen. 2004. High acorn predation prevents the regeneration of *Quercus liautungensis* in the Dongling mountain region of north China. *Restoration Ecology*. 12(3):335-342.
- Valencia**, S. 1989. *Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el edo. Guerrero*. Tesis Lic. Biol. Fac. Cienc; UNAM. México.
- Valencia**, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 75:33-53.
- Vázquez**, C. y V. Cervantes. 1993. Estrategias para la reforestación con árboles nativos de México. *Ciencia y Desarrollo*. 19:52-58.
- Vela**, L. y J.C. Boyás. 1985. *Memorias de II seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. p 43-55.

- Velázquez**, J.M. 1995. *Evaluación de Quercus crassipes Humb. & Bonpl. en vivero, bajo diferentes tipos de sustrato e intensidades de luz*. Tesis Ing. For; Univ. Aut. Chap. México. 110 pp.
- Villalón**, H. 1995. Germinación de semillas almacenadas de encino (*Quercus polymorpha* Schl. et Cham.) bajo diferentes tratamientos. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 331-339.
- Xiao**, Z; Z. Zhang y Y. Wang. 2004. Dispersal and germination of a big and small nuts of *Quercus serrata* in a subtropical broad-leaved evergreen forest. *Forest Ecology and Management*. 195:141-150.
- Zavala**, F. 1990. Los encinos mexicanos: Un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo*. 16(95):43-52.
- Zavala**, F. 1995 (a). Consideraciones ecológicas de los encinos en la vegetación del Parque nacional "El Chico", Hgo. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 98-111.
- Zavala**, F. 1995 (b). *Encinos Hidalguenses*. México, Univ. Aut. Chap. México. 135 pp.
- Zavala**, F. 1996. *Repoblación natural de encinos en la sierra de Pachuca, Hidalgo*. Tesis Dr. Col. Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 148 pp.
- Zavala**, F. 2004. Deseccación de bellotas y su relación con la viabilidad y germinación en nueve especies de encinos mexicanos. *Ciencia ergo sum*. 11(002):177-185.
- Zavala**, F. y E. García, 1996. *Frutos y semillas de encinos*, Univ. Aut. Chap. México. 51 pp.
- Zavala-Chávez**, F; 2002. *Encinos y Robles. Notas fitogeográficas*. Univ. Aut. Chap. México. 43 pp.

ÁREA DE ESTUDIO



El Estado de México ocupa una superficie de 22,500 km²; las localidades establecidas dentro de él para la ejecución del presente trabajo se encuentran en los municipios de Temascaltepec (Long. O mínima 99°48'50" y máxima 100°14'20"; Lat. N mínima 18°58'43" y máxima 19°13'54") y Villa del Carbón (Long. O 99° 22' 21" y 99° 39' 07"; Lat. N 19° 36' 48" y 19° 54'

24"), ubicados en el Suroeste y Noreste de la entidad; respectivamente.

LOCALIDAD: ZONA NORTE, MUNICIPIO VILLA DEL CARBÓN

El municipio de Villa del Carbón pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal quien atraviesa, en dirección Este a Oeste a la República Mexicana. Las características de relieve del municipio corresponden a zonas accidentadas (57% de la superficie), semiplanas (34%) y planas (9%). El sitio de estudio (Fig. 4) se localiza dentro de la superficie agreste propia de las sierras pertenecientes a la Cordillera Neovolcánica; las altitudes registradas superan los 2,500 m.s.n.m. (ver apéndice IV).

Barrio el Plan, es la población más cercana al área de estudio, quien está dominada, por bosques mixtos de *Pinus-Quercus* y *Quercus-Pinus*, así como por bosques puros de estos mismos géneros. El clima según la cartografía del Estado de México es del tipo C (w₂), lo que corresponde al templado sub-húmedo con verano largo y lluvia invernal menor al 5%, la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de verano. En general este es el tipo de clima que domina en el municipio, la temperatura media anual es entre 10 y 16 °C aunque hay registros de 20 °C con humedad constante; la precipitación pluvial anual está entre los 500-1500 mm.

La geología del sitio corresponde a rocas clásticas y volcánicas del plioceno (era Cenozoica) dentro de las que destacan la arenisca y la toba. El suelo predominante es del tipo luvisol crómico aunque también existe el andosol ocríco, ambos de textura media. Las principales corrientes de agua del municipio son cuatro ríos: San Jerónimo, Las Ánimas, Los Sabios y El Oro.

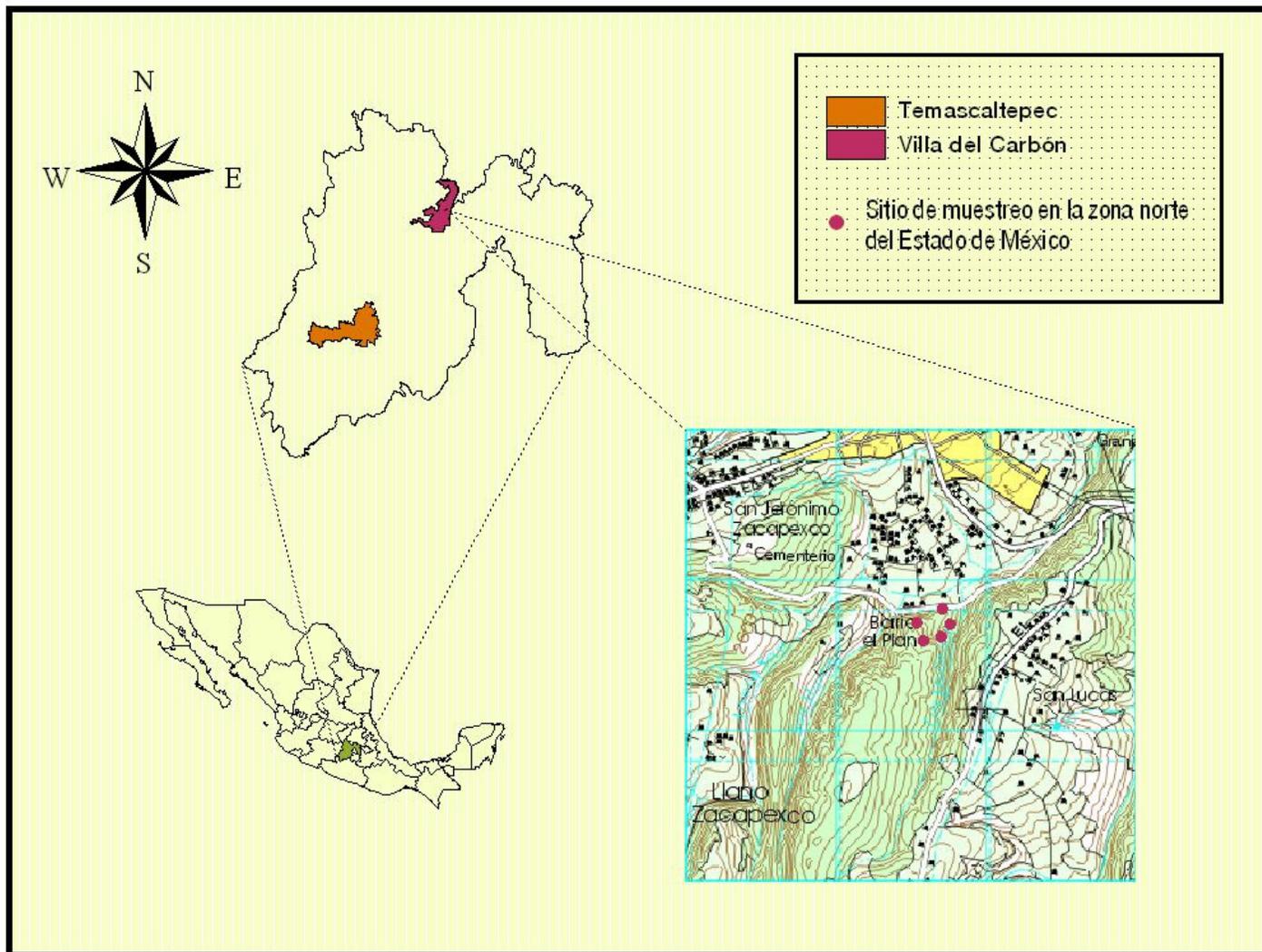


Fig. 4 Localidad de estudio en la zona norte (Z.N.) del Estado de México, municipio de Villa del Carbón; y ubicación de los cinco cuadros establecidos.

LOCALIDAD: ZONA SUR, MUNICIPIO TEMASCALTEPEC

El municipio de Temascaltepec es la región más accidentada de todo el estado debido a que la sierra homónima, es una prolongación del Nevado de Toluca que lo atraviesa en toda su extensión y ocasiona la formación de profundas cañadas. Se encuentra comprendido dentro de dos provincias fisiográficas: El Eje Neovolcánico Transversal y La Depresión del Balsas.

El sitio de estudio (Fig. 5), se encuentra en el límite de ambas. Respecto a la cordillera Neovolcánica se ubica dentro de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac cuya principal característica es la existencia de un valle de terrazas; por otro lado la Depresión del Balsas es una enorme cuenca cuyo aspecto para esta parte es de sierra compleja con cañadas (Orozco, 1995), las altitudes registradas superan los 2,300 m.s.n.m. (ver apéndice IV).

Es un área cercana a la población Cieneguillas de González y está dominada por bosque mesófilo de montaña y bosque natural de pino-encino. El clima según la cartografía del Estado de México es del tipo C (w_2), lo que corresponde al templado subhúmedo con verano largo y lluvia invernal menor al 5%, la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de verano. En el municipio este clima es el predominante, las temperaturas más bajas se registran en los meses de diciembre y enero, y las más altas en los meses de abril y mayo; la temperatura media anual oscila entre los 8 y 22 °C; las lluvias se presentan con mayor frecuencia en los meses de agosto y septiembre, y la precipitación pluvial anual está entre los 1,100 y 1,300 mm.

Es de hacer notar que la gran cantidad de cañadas conservan la humedad y la protegen de los vientos y la radiación solar propiciando la presencia de un clima templado húmedo relacionado con la presencia de bosque mesófilo.

La geología del sitio corresponde a rocas clásticas y volcánicas del tipo basáltico del cuaternario cenozoico. El suelo predominante es del tipo cambiosol crómico de textura media.

Por otro lado los ríos, arroyos y manantiales que pertenecen a este municipio son afluentes del Río Cutzamala, que a su vez desemboca en el río Balsas, para finalmente unirse al Océano Pacífico. Los ríos que pasan por el municipio son tres: Río Verde, El Vado y Temascaltepec. Tanto el Río Verde, como El Vado, nacen en las laderas del Nevado de Toluca y ambos son de corriente permanente.

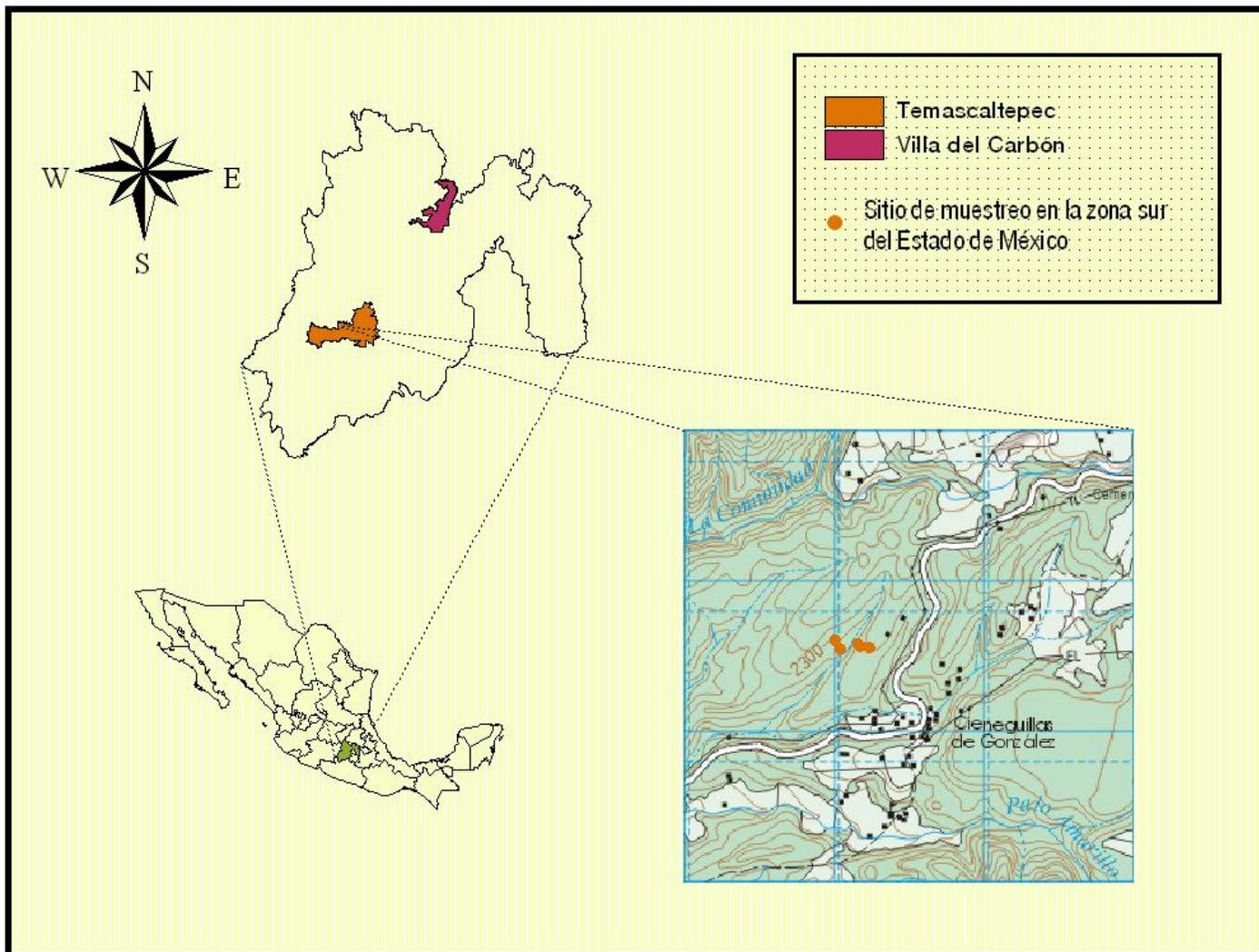


Fig. 5 Localidad de estudio en la zona sur (Z.S.) del Estado de México, municipio de Temascaltepec; y ubicación de los cinco cuadros establecidos.