

00376
6

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS**

**“PATRONES DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE
ESPECIES DEL GÉNERO *Quercus*. Y DE ALGUNOS
DE SUS INSECTOS FORMADORES DE AGALLAS
EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO”.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
(ECOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES)
P R E S E N T A :
PAULINE MUR FIGUERAS**

***DIRECTOR DE TESIS:*
DR. ALBERTO KEN OYAMA NAKAGAWA**

MÉXICO, D. F.

2003.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

OFICIO FCIE/DEP/0227/03

ASUNTO: Ratificación de Sinodales.

DR. ALBERTO KEN OYAMA NAKAGAWA

Presente

Por este conducto me permito comunicarle que ha sido ratificado(a) como Director de la Tesis del(a) **BIÓL. PAULINE MUR FIGUERAS**, quien desarrolló el trabajo de tesis titulado: "Patrones de Distribución Geográfica de Especies del Género Quercus y de algunos de sus insectos formadores de agallas en el estado de Michoacán, México".

Asimismo comunico que el Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas en su sesión celebrada el día 31 de marzo del año en curso, ha ratificado a los siguientes sinodales para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado(a), tiene los méritos para obtener el grado de Maestro(a) en Ciencias (Ecología y Ciencias Ambientales).

CARGO	GRADO,	NOMBRE COMPLETO
PRESIDENTE	DR.	ZENÓN CANO SANTANA
PRIMER VOCAL	M. EN C.	SUSANA VALENCIA ÁVALOS
SEGUNDO VOCAL	DR.	ALBERTO KEN OYAMA NAKAGAWA
TERCER VOCAL	DR.	JOSÉ ALEJANDRO VELÁZQUEZ MONTES
SECRETARIO	DR.	GERARDO HÉCTOR RUBÉN BOCCO VERDINELLI
SUPLENTE	DR.	GUILLERMO IBARRA MANRIQUEZ
SUPLENTE	M. EN C.	EFRAÍN TOVAR SÁNCHEZ

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarles un cordial saludo.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D. F., a 01 de abril del 2003.

JEFE DE LA DIVISIÓN

Pauline Mur Figueras
DRA. DENI CLAUDIA RODRIGUEZ VARGAS

DCR/VASR/cigs



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2

A la memoria de Murfín

Para Tania y Mine

Por una cuestión de aritmética no se puede dar más de lo que se tiene, así que espero me disculpen y se conformen las personitas a las que agradezco y dedico este trabajo. Los quiero mucho.

En primer lugar quiero agradecer a mi Director de Tesis Dr. Ken Oyama por su paciencia a lo largo de todos estos años. También agradezco a los sinodales sus críticas y comentarios, que sin duda ayudaron a hacer más presentable y coherente este trabajo. Agradezco muy especialmente al Dr. Zenón Cano Santana, no solamente por el tiempo y la paciencia que dedicó a revisar en múltiples ocasiones este trabajo, sino también por haber despertado previamente mi curiosidad hacia la ecología. De la misma forma agradezco a la M. en C. Susana Valencia haber guiado mis primeras incursiones a la sistemática vegetal y su disposición, paciencia y formalidad para revisar mi trabajo, siempre a la brevedad y, considero yo, con excelentes aportaciones.

Aunque parezca anacrónico, como tengo deudas de gratitud y más vale tarde que nunca, aprovecho este espacio para recordar que a Claudia González Cortés le agradezco su compañía, amistad y solidaridad y a Rosalva Landa le agradezco la confianza y el apoyo que siempre me ha otorgado en muy variados ámbitos.

También quiero agradecer a todos mis ex compañeros de trabajo que de algún modo formaron parte de esta historia. Especialmente a Marina, Claudia Brunel, Chely, Fernando Rosete y Gustavo, que en momentos cruciales me animaron a continuar esta labor.

A Gabriela Cuevas le agradezco muchas cosas, empezando por el tiempo y para sus estándares, la enorme paciencia de que se armó para ayudarme en la elaboración de los mapas de localización de especies; también le agradezco mucho su compañerismo, pero lo más importante para mí, es su amistad, confianza y su entusiasmo y valentía como tía.

A la "fundación" Cuevas por el apoyo logístico y solidario brindado en múltiples ocasiones, sin el cual se hubiera complicado y retrasado todavía más esta labor, especialmente a Marta y a mis suegritos.

A las Figueras por ser mi familia

Gracias a Eduardo y a Tania por llenar mi vida de felicidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3

ÍNDICE

	Pag.
Resumen	1
I. Introducción	2
1.1. Los encinos	2
1.2. El género <i>Quercus</i> y los encinares en México	3
1.3. Distribución de <i>Quercus</i> en el estado de Michoacán	4
1.4. Importancia de los encinos	6
1.5. Formación de agallas	6
1.6. Biología de las avispas formadoras de agallas	7
1.7. Especialización de los insectos formadores de agallas en encinos	8
1.8. Factores que afectan la diversidad de insectos	8
1.8.1. <i>Amplitud de distribución geográfica</i>	8
1.8.2. <i>Clima y vegetación</i>	9
1.8.3. <i>Altitud</i>	9
1.8.4. <i>Latitud</i>	9
1.8.5. <i>Perturbación y fragmentación</i>	9
1.9. Uso de Sistemas de Información Geográfica	10
II. Justificación, Objetivos e Hipótesis	12
III. Zona de Estudio	13
3.1. Localización	13
3.2. Fisiografía y geología	13
3.3. Clima	15
3.4. Hidrografía	15
3.5. Suelos	16
3.6. Vegetación	16
3.6.1. <i>Bosque tropical subcaducifolio</i>	16
3.6.2. <i>Bosque tropical caducifolio</i>	16
3.6.3. <i>Matorral xerófilo</i>	17
3.6.4. <i>Bosque de encino</i>	17
3.6.5. <i>Bosque de pino</i>	17

3.6.6. Bosque mesófilo de montaña	18
3.6.7. Pastizal Inducido	18
3.6.8. Palmar	18
IV. Materiales y Métodos	19
4.1. Distribución geográfica y riqueza de encinos	19
4.2. Colectas de Campo	24
4.3. Analisis de Datos	25
4.3.1. Índices de similitud	25
4.3.2. Índices de asociación	25
4.3.3. Coeficiente de correlación	26
V. Resultados	27
5.1. Esfuerzo de muestreo y número de especies	27
5.2. Distribución de especies del género <i>Quercus</i> en el estado de Michoacán	28
5.2.1. Distribución altitudinal	28
5.2.2. Distribución latitudinal	29
5.2.3. Distribución en diferentes tipos de vegetación	30
5.2.3.1. Distribución en vegetación perturbada y conservada	31
5.1.4. Distribución en diferentes geotipos	31
5.1.5. Distribución en distintos municipios y cuadros	32
5.2.6. Amplitud de distribución por áreas	35
5.3. Asociaciones interespecíficas en <i>Quercus</i>	35
5.4. Correlaciones entre la distribución de especies de <i>Quercus</i> y la riqueza de insectos formadores de agallas	35
5.4.1. Amplitud altitudinal	36
5.4.2. Amplitud latitudinal	36
5.4.3. Distribución en diferentes categorías de vegetación	37
5.4.4. Distribución en diferentes geotipos	38
5.4.5. Distribución de las secciones <i>Lobatae</i> y <i>Quercus</i>	38
5.5. Distribución geográfica de las especies de <i>Quercus</i> presentes en el estado de Michoacán	38

VI. Discusión y Conclusiones	40
6.1. Número de especies y esfuerzo de muestreo	40
6.1.1. <i>Número de especies</i>	40
6.1.2. <i>Esfuerzo de muestreo</i>	40
6.2. Distribución geográfica de las especies de <i>Quercus</i> en Michoacán	41
6.2.1. <i>Amplitud altitudinal</i>	41
6.2.2. <i>Amplitud latitudinal y en área de las especies de Quercus</i>	43
6.2.3. <i>Distribución en diferentes tipos de vegetación conservada y perturbada</i>	43
6.3. Asociaciones interespecíficas en <i>Quercus</i>	44
6.4. Asociaciones entre <i>Quercus</i> y sus insectos formadores de agallas	45
6.4.1. <i>Distribución en el gradiente altitudinal</i>	45
6.4.2. <i>Amplitud de distribución en área</i>	47
6.6. Perspectivas	48
VII. Literatura Citada	49
Apéndices	55

Mur, F. 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 de Maestría. Maestría en Ciencias: Ecología y Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias. UNAM. México 59 pp.

Resumen

Se determinaron las posibles relaciones existentes entre los patrones de distribución geográfica del género *Quercus* en el estado de Michoacán y la riqueza de especies de insectos formadores de agallas que cada una de las especies de encino presenta. Se esperaba encontrar que las especies de *Quercus* ampliamente distribuidas presentaran mayor riqueza de insectos formadores de agallas, que aquellas de distribución restringida. Para poner a prueba esta hipótesis se realizaron colectas de ejemplares de *Quercus* y de agallas, así como revisiones bibliográficas y de herbario. Para establecer la amplitud de distribución geográfica de los encinos, se utilizaron mapas de vegetación y geoformas del estado de Michoacán sobre los que se ubicaron las coordenadas de los sitios de colecta de cada ejemplar de encino. Posteriormente se establecieron las relaciones entre estos patrones de distribución de *Quercus* y la riqueza de insectos formadores de agallas.

Se encontró que *Q. castanea*, *Q. deserticola* y *Q. glaucooides* presentaron un área de distribución de más de 20,000 km² siendo las especies más ampliamente distribuidas en el estado de Michoacán. Además, se encontraron correlaciones positivas y significativas entre el número de morfoespecies de insectos agalleros de cada especie de *Quercus* y su amplitud de distribución sobre el gradiente altitudinal ($r = 0.65$, $gl = 10$, $p < 0.03$), los diferentes tipos de geoformas ($r = 0.76$, $gl = 8$, $p < 0.01$), y los diferentes tipos de vegetación ($r = 0.79$, $gl = 8$, $p < 0.01$).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I. Introducción

I.1. Los encinos

El género *Quercus* pertenece a la familia Fagaceae y de los géneros comprendidos en esta familia, *Quercus* tiene el mayor número de especies. Se ha calculado que este género agrupa entre 300 y 600 especies (Valencia, 1994; Manos *et al.*, 1999). Trelease (1924) reconoce seis subgéneros: *Cerris*, *Heterobalanus*, *Cyclobalanus*, *Protobalanus*, *Lepidobalanus* y *Erythrobalanus*, mientras que Nixon (1993a) reconoce sólo dos: *Cyclobalanopsis* y *Quercus*, y éste último lo subdivide en tres secciones: *Lobatae* (encinos rojos), *Protobalanus* (encinos intermedios) y *Quercus* (encinos blancos).

Los encinos presentan una gran capacidad de hibridación, que según Cornell y Washburn (1979), ocurre más frecuentemente dentro de la sección *Quercus* (encinos blancos). Esta característica aunada a la gran variación morfológica intraespecífica, dificulta la delimitación taxonómica del número de especies.

Zavala (1995) recopiló la bibliografía referente al origen y distribución geográfica de los encinos y menciona que el género *Quercus*, en la actualidad, se distribuye de manera discontinua a lo largo de grandes regiones geográficas, pero en el pasado su distribución debió haber sido muy distinta. En cuanto a esto, se ha sugerido que el área de origen de la familia Fagaceae fue la región entre Yunnan, China Meridional y el norte de Queensland, Australia, donde se supone que el tronco común ocupó un clima de montaña y subtropical (Jones, 1986). Se considera que las subfamilias Fagoideae y Castanoideae, que datan del Cretácico tardío (entre 80 y 75 millones de años), son las más antiguas, mientras que las evidencias fósiles de la subfamilia Querconidae datan de mediados del Terciario (período Oligoceno, hace 30 millones de años) (Zavala, 1995). Los primeros registros de hojas y bellotas que probablemente podrían pertenecer al género *Quercus* son del Eoceno medio (hace 40 millones de años) (Zavala, 1995). En Europa existen otros registros fósiles atribuidos al género, por lo que Manos *et al.* (1999) sugieren que *Quercus* podría ser originario del Hemisferio norte.

Actualmente el género *Quercus* es uno de los más diversificados mundialmente y se distribuye prácticamente en todo el hemisferio septentrional (Nixon, 1993b), particularmente en las zonas templadas, templado-cálidas y montañosas tropicales (Zavala,

1990). En el Continente Americano, los encinos se extienden desde el sur de Canadá hasta Colombia; en África ocupan únicamente la parte nororiental del continente, y en el Continente Asiático, este grupo se extiende hasta la India, el Archipiélago de Indonesia y Nueva Guinea, ocupando también parte del Hemisferio sur (Zavala, 1990; Nixon, 1993b).

La distribución altitudinal del género *Quercus* es extraordinariamente amplia, pues existen tanto especies como *Q. copeyensis*, que se ha encontrado a 3,800 msnm en Costa Rica (Muller, 1942), como especies de la índole de *Q. oleoides* que se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1500 m de altitud (Zavala, 1990).

1.2. El género *Quercus* y los encinares en México

En México, el género *Quercus* es de los que geográficamente se hallan distribuidos de manera más amplia, pues con excepción del estado de Yucatán, se ha registrado en todas las entidades federativas (Zavala, 1990). De los dos subgéneros en los que Nixon (1993a) divide al género, solamente *Quercus* se encuentra representado en el Continente Americano, mientras que *Cyclobalanopsis* tiene una distribución restringida al Continente Asiático y al Archipiélago Malayo. A nivel nacional se pueden encontrar representantes de las tres secciones en las que se divide el subgénero *Quercus*, y de hecho, se ha considerado que México es un centro de diversificación de este grupo, ya que existen tanto especies endémicas, como especies que se distribuyen hacia el norte y el sur del Continente Americano (Nixon, 1993b; Rzedowski, 1993).

Martínez (1951) publicó el primer trabajo sobre el género *Quercus* en México y estimó que en el país existían alrededor de 240 especies del mismo. Las estimaciones postreras sobre el número de especies que existen en México oscilan entre 135 y 250 (Rzedowski, 1978; Zavala, 1990; Nixon, 1993b; González, 1993), de las cuales se considera que entre 86 y 115 son de distribución restringida a México (Nixon, 1993b; Rzedowski, 1993; Zavala, 1995), como por ejemplo, *Quercus castanea*, *Q. greggii*, *Q. mexicana*, *Q. frutex*, *Q. microphylla*, *Q. martinezii* y *Q. uxoris*. Además, estas dos últimas especies se consideran neoendémicas por su distribución restringida, pues como sugiere Rzedowski (1991), al parecer se trata de un género evolutivamente muy activo. Por otra parte, en México podemos encontrar especies que se distribuyen en la mayor parte de las entidades federativas como *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*.

En la República Mexicana los encinos son característicos de las zonas montañosas de clima templado y semihúmedo, pero también ocupan regiones de clima húmedo, cálido y semiárido (Rzedowski, 1978; Nixon, 1993b). Dada la extensa amplitud ecológica de los encinos, éstos forman parte de diversos tipos de vegetación como son los bosques de *Quercus*, los bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus*, *Quercus* y *Abies*, bosques mesófilos de montaña, distintos tipos de bosques tropicales, sabanas y otros tipos de pastizales (Rzedowski, 1978). Los encinares son la vegetación dominante a lo largo de la Sierra Madre Oriental y son muy comunes en la Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental, Sierra Norte de Oaxaca, Sierra de Chiapas, Sierra de San Pedro Mártir en Baja California y en el Eje Neovolcánico Transversal (Rzedowski, 1978).

Los estados de la República en los que se ha registrado el mayor número de especies de *Quercus* son: Nuevo León con 57 especies (Valdéz y Aguilar, 1983), Veracruz con 46, Oaxaca con 45 (González, 1993), Chiapas (Breedlove, 1986), Hidalgo y San Luis Potosí con 43 cada una (González, 1993), y Jalisco con 42 especies (González, 1986).

1.3. Distribución de *Quercus* en el estado de Michoacán

McVaugh (1974) describió 44 especies de encinos para la antigua región de Nueva Galicia, que comprendía los actuales estados de Aguascalientes, Jalisco, Colima y parte de Nayarit, Durango, Zacatecas, Guanajuato y Michoacán.

Específicamente para el estado de Michoacán se han descrito entre 30 y 38 especies de *Quercus* (Bello y Labat, 1987; González, 1993; Zavala, 1995) de las cuales, aproximadamente la mitad pertenecen a la sección *Quercus* y la otra mitad a *Lobatae* (Tabla 1).

El género *Quercus* se distribuye prácticamente a todo lo largo y ancho del estado, exceptuando las partes más bajas, que se encuentran en la planicie costera del Pacífico, y las depresiones de los ríos Balsas y Lerma. En Michoacán los bosques de encino ocupan el 5.3 % de la superficie del estado y en conjunto, la asociación pino-encino ocupa el 19.2 % de la superficie total del estado (INF, 2001). En Michoacán se encuentran *Quercus frutex* y *Q. laurina* que en México ocupan las mayores altitudes cerca de los 3500 m (Zavala, 1995).

Tabla 1. Especies de *Quercus* citadas para el estado de Michoacán.

Especie	González (1993)	Zavala (1995)	Bello y Labat (1987)
Sección <i>Lobatae</i>			
<i>Q. acutifolia</i> Née	X	X	X
<i>Q. affinis</i> Scheid			
* <i>Q. candicans</i> Née	X	X	X
* <i>Q. castanea</i> Née	X	X	X
* <i>Q. conspersa</i> Benth.	X	X	X
* <i>Q. crassifolia</i> Humb. y Bonpl.	X	X	X
<i>Q. crassipex</i> Humb. y Bonpl.	X	X	X
<i>Q. dysophylla</i> Benth.	X	X	X
* <i>Q. elliptica</i> Née	X	X	X
<i>Q. filva</i> Liebm.	X	X	X
<i>Q. gentryi</i> C. H. Muller		X	X
<i>Q. laurina</i> Humb. y Bonpl.	X	X	X
<i>Q. mexicana</i> Humb. y Bonpl.	X	X	X
<i>Q. planipocula</i> Trel.	X	X	X
* <i>Q. salicifolia</i> Née	X	X	X
<i>Q. sectophylla</i> Liebm.	X	X	X
<i>Q. sideroxylla</i> Humb. y Bonpl.	X	X	X
<i>Q. uxoris</i> McVaugh	X	X	X
Sección <i>Quercus</i>			
<i>Q. deserticola</i> Trel.	X	X	X
<i>Q. frater</i> Trel.	X	X	X
<i>Q. glabrescens</i> Benth.	X	X	X
* <i>Q. glaucescens</i> Hart. y Gal.	X	X	X
* <i>Q. glaucondes</i> Mart. y Gal.	X	X	X
<i>Q. greggii</i> Trel.	X	X	X
<i>Q. laeta</i> Liebm.	X	X	X
* <i>Q. liebmanni</i> Oersted	X	X	X
* <i>Q. magnatifolia</i> Née	X	X	X
<i>Q. martinezii</i> C. H. Muller	X	X	X
* <i>Q. obtusata</i> Humb. y Bonpl.	X	X	X
* <i>Q. peduncularis</i> Née	X	X	X
<i>Q. repanda</i> Humb. y Bonpl.	X	X	X
<i>Q. resinosa</i> Liebm.	X	X	X
* <i>Q. rugosa</i> Née	X	X	X
* <i>Q. segoviana</i> Liebm.	X	X	X
<i>Q. splendens</i> Née	X	X	X
<i>Q. subspatulata</i> Trel.	X	X	X
* <i>Q. tuberculata</i> Liebm.	X	X	X
Total	32	32	29

Tabla tomada de González (1993) y modificada con comentarios de Valencia (2002). * Especies que se encuentran en Centroamérica y/o Estados Unidos; • especies citadas por Trelease (1942) y Camus (1938) pero que no han sido citadas recientemente.

1.4. Importancia de los encinos

El género *Quercus* presenta una gran importancia en el almacenamiento de carbono (Baes *et al.*, 1977; Woodwell *et al.*, 1978), y en los ciclos del agua y el oxígeno en la biósfera debido a su amplia distribución geográfica, tanto a escala mundial como nacional. Los encinares, junto con los bosques de coníferas ocupan casi el 21% de la superficie del país y comprenden el 25% de la flora de México (Zavala, 1995), mientras que los bosques de *Quercus* ocupan el 5.5% de la superficie del país (Rzedowski, 1978) y contribuyen aproximadamente con el 1.7% de las nueve mil especies arbustivas y arbóreas existentes en el territorio (Rzedowski, 1993).

Los encinos también son importantes para la restauración y el mejoramiento de suelos y es evidente su relevancia en las interacciones bióticas, puesto que representan el hábitat y alimento de una innumerable cantidad de especies de plantas y animales. En cuanto a su importancia económica, algunos de sus principales usos son como madera de alta calidad, combustible, carbón, corcho, taninos, colorantes, y sus frutos se utilizan como alimento para especies domésticas y consumo humano (Nixon, 1993b). Sin embargo, autores como Rzedowski (1978) y Zavala (1990) hacen referencia a la falta de conocimiento que existe en México acerca de este abundante y útil recurso.

A continuación se resumen temas concernientes a los insectos formadores de agallas y posteriormente se citan algunos trabajos relacionados con los factores que afectan la diversidad de insectos sobre sus hospederos en general y de agalleros sobre encinos en particular.

1.5. Formación de agallas

Las agallas son crecimientos anormales de tejido vegetal que se producen como respuesta al ataque de un parásito (insectos, hongos, nemátodos, ácaros u otros patógenos) (Darlington, 1974; Schultz, 1992). Las agallas se forman por el incremento en el número de células existente o por el alargamiento anormal de las mismas en respuesta al ataque del parásito (Darlington, 1974; Krishnan y Franceschi, 1988). Los organismos que más frecuentemente forman agallas son los insectos, y entre éstos los más importantes son los hemipteros, homópteros e himenópteros (Darlington, 1974). En el caso de los encinos,

los insectos más comúnmente citados como formadores de agallas son los himenópteros de la familia Cynipidae (Askew, 1980; Aguilar y Boecklen, 1992; Schultz, 1992).

Kostoff y Kendall (1929) sugirieron que el huevo depositado por la hembra contiene sustancias irritantes para las células de la planta que en respuesta presentan un crecimiento anormal. Posteriormente, Cornell (1983), Askew (1984), Taft y Bissing (1988) y Wood y Payne (1988) describen detalladamente el desarrollo de diferentes tipos de agallas. Cornell y Washburn (1979) y Taft y Bissing (1988) coinciden en que las enzimas secretadas por la larva durante la alimentación estimulan la producción anormal de células almacenadoras de almidón que proveen de reservas al insecto en desarrollo.

Por otra parte, Janzen (1977) y Cornell (1983) plantean que los taninos funcionan como mecanismos de protección para las avispas formadoras de agallas en contra de otros herbívoros y hongos, ya que se ha observado que éstos se encuentran en mayores concentraciones en las agallas que en el resto de la planta.

1.6. Biología de las avispas formadoras de agallas

Cynipidae constituye una familia de avispas parásitas altamente especializada en formar agallas en los encinos (Cornell y Washburn, 1979) y, en general, presentan un cuerpo rugoso y áspero y unas alas con tres celdas cubitales más o menos completas (Fullaway, 1911). La mayoría de los cinípidos presenta alternancia de generaciones (Brookfield, 1972; Evans, 1972; Cornell y Washburn, 1979). Muchas especies cuentan con una generación sexual que se desarrolla en agallas de encino que emergen en primavera (Brookfield, 1972) o verano, generalmente sobre tejidos suaves de la planta, como son las hojas y las flores (Evans, 1972), y una generación asexual que emerge en el otoño (Brookfield, 1972), principios de invierno o al principio de la primavera, comúnmente a partir de agallas de mayor tamaño que las producidas por la generación sexual y suelen ser duras o leñosas (Evans, 1972).

Cornell y Washburn (1979), por su parte, encontraron que la generación sexual siempre ataca a la misma especie de hospederos y que cada especie de avispa está asociada a un espectro muy reducido de especies de hospederos estrechamente relacionados, siempre dentro de la misma sección taxonómica.

Estos autores también observaron que en las comunidades de Cynipidae ocurre una repartición de recursos, por lo que se pueden agrupar dentro de distintos gremios como formadores de agallas en raíces, tallos, ramas, hojas, flores y retoños. Además, Evans (1972) y Cornell y Washburn (1979) han observado que cada generación pertenece a un gremio diferente.

Evans (1972) encontró que las avispas que tienen generaciones alternadas difieren poco en la morfología general, pero son muy distintas en coloración, tamaño, forma de la agalla de la cual emergen, ubicación de la misma en la planta y en actividad estacional.

1.7. Especialización de los insectos formadores de agallas en encinos

MacArthur (1965) afirma que es más común la especialización de insectos herbívoros sobre plantas antiguas y de amplia distribución, que sobre especies de plantas de distribución restringida y más recientes.

En los cinípidos de Norteamérica, Weld (1960) estudió 657 especies y encontró que de éstas, 572 (87 %) atacan únicamente especies de encinos. Cornell y Washburn (1979) encontraron que un total de 159 especies de cinípidos crecen sobre 14 especies de encinos y concluyeron que la especialización de insectos formadores de agallas es total en cuanto a las distintas secciones de encinos. Posteriormente, Cornell (1986) encontró que la riqueza específica de cinípidos difiere entre especies de encinos y que existen más diferencias en composición de especies de cinípidos entre distintas secciones de encinos que dentro de la misma sección.

1.8. Factores que afectan la diversidad de insectos

Uno de los objetivos de los ecólogos ha consistido en la búsqueda de patrones de distribución (McArthur, 1972; Brown, 1995) y diversidad de las especies (Begon *et al.*, 1990), y en el reconocimiento de los factores que determinan tales patrones. A continuación se resumen algunos ejemplos de factores que afectan la diversidad de insectos y particularmente la de agalleros.

1.8.1. Amplitud de distribución geográfica. Varios autores han encontrado que los hospederos más ampliamente distribuidos, abundantes, estructuralmente más diversos y

con mayores afinidades taxonómicas son los que cuentan con una fauna herbívora más rica (Opler, 1974; Lawton y Schröder, 1977; Cornell y Washburn, 1979; Conner *et al.*, 1980; Price, 1980; Kennedy y Southwood, 1984; Strong *et al.*, 1984; Cornell, 1985b; Eláter, 1985).

Por otra parte, Strong *et al.* (1984) demostraron que la amplitud de distribución geográfica de los herbívoros generalmente es menor que la de los hospederos. Leather (1985) afirma que este patrón también se cumple en grupos de plantas de distribución restringida. De hecho, se ha observado que esto ocurre aún dentro de una sola especie de plantas que presente una amplia distribución en un sitio y restringida en otro, independientemente de la similitud que exista en cuanto a compuestos químicos dentro de la especie (Leather, 1991).

1.8.2. Clima y vegetación. Se ha demostrado que el clima es uno de los parámetros determinantes en la distribución de muchas especies. Judd y Hodkinson (1998), por ejemplo, encontraron que la zonación climática es el factor más importante en la distribución de los hemipteros (Lygaidae) en Gran Bretaña. Fernandes y Price (1992) encontraron que la riqueza específica de insectos inductores de agallas es alta en sitios con vegetación esclerófila y argumentan que esto se debe a las ventajas que representa parasitar un hospedero esclerófilo, las cuales consisten en la presencia de hojas persistentes y altas concentraciones de fenoles, que actúan como defensa contra otros herbívoros y regulando la sequía fisiológica.

1.8.3. Altitud. Fernandes y Lara (1993) encontraron que la diversidad de especies formadoras de agallas se incrementa con el decremento en altitud en los trópicos del viejo mundo y aseveran que esto puede ser un patrón global.

1.8.4. Latitud. Price *et al.* (1998) encontraron un pico de alta riqueza específica de insectos agalleros sobre el gradiente latitudinal, entre los 25 y 38° de latitud norte o sur, en un estudio a escala mundial.

1.8.5. Perturbación y fragmentación. Price *et al.* (1998) han sugerido que la probabilidad de encontrar insectos formadores de agallas sobre vegetación ubicada en sitios perturbados se incrementa debido a que la mayoría de las especies agalleras atacan preferentemente partes de la planta de crecimiento rápido, como ocurre cuando las plantas ha sufrido algún daño independientemente de la causa.

1.9. Uso de sistemas de información geográfica

Los sistemas de información geográfica (SIG) son programas que pueden almacenar y procesar gran cantidad de información (ESRI, 1999) permitiendo representarla espacialmente mediante el uso de sistemas de coordenadas.

Parte del potencial de los SIG recae en la facilidad de incorporar información de diversas fuentes a un solo análisis. Las fuentes de información pueden ser material de herbario, listados e inventarios, literatura taxonómica, ecológica, registros de campo, mapas topográficos y temáticos, entre otros.

En los últimos años, los sistemas de información geográfica han sido muy utilizados como herramientas en la planeación del paisaje (Pouquet y Marble, 1990) y en el diseño y manejo de áreas protegidas, para lo cual se han utilizado datos topográficos, información del hábitat derivada de revisión de literatura y resultados de investigaciones de campo (Laurini y Thompson, 1995). Los SIG como herramientas para la planeación de los ordenamientos territoriales, se utilizan en varias etapas del proceso, que van desde la fase de caracterización y diagnóstico, pasando por el inventario de recursos naturales, o el diseño de estrategias de conservación, hasta la identificación y evaluación de impactos ambientales (Price y Heywood, 1994). En términos de conservación de especies los SIG se han usado para identificar sitios de alta diversidad y para determinar patrones de distribución, diversidad y riqueza de especies (Miller, 1994).

Por otra parte, se ha reconocido la importancia de los SIG en la adquisición de información acerca del estado de los recursos naturales en áreas montañosas de difícil acceso y se hace referencia al problema de que los métodos de evaluación y extrapolación utilizados en ambientes de tierras bajas pueden no ser adecuados para ambientes montañosos, heterogéneos y rápidamente cambiantes (Price y Heywood, 1994).

En la literatura existe una gran cantidad de trabajos en los que se utilizan los SIG para procesar datos sobre distribución de especies. Por ejemplo, Miller (1994) construyó mapas de distribución de diversas especies a partir de observaciones de campo, fotografías aéreas e imágenes de satélite, y resalta la importancia de no perder de vista que el mapa obtenido representará la distribución de las especies en un punto en el tiempo. Hall (1994) produjo mapas de distribución de especies de plantas en Madagascar a partir de

fotografías y observaciones de campo, y posteriormente, dibujó los polígonos manualmente para aproximar la amplitud de distribución a la descrita en la literatura. Chapman y Busby (1994) utilizaron información de herbario para detectar patrones de diversidad de plantas vasculares.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II. Justificación, Objetivos e Hipótesis

Este trabajo forma parte del proyecto "Biología evolutiva del género *Quercus* en México: filogenia, hibridación y coevolución", el cual se divide en varias investigaciones que tienen como objetivo general conocer las relaciones históricas, filogenéticas, ecológicas y evolutivas de las especies de encinos que contribuyan a explicar la gran diversificación de este grupo en México.

El objetivo principal del presente trabajo consistió en conocer los patrones de distribución de las especies de encinos presentes en el estado de Michoacán y su correlación con parámetros físicos que pudieran explicar esta distribución. Adicionalmente, se buscó documentar de manera preliminar, las relaciones de las especies de encinos con los insectos formadores de agallas. Para ello, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Conocer la distribución de las especies tanto en amplitud de área como en diferentes gradientes y tipos de vegetación y geoformas, y
2. Establecer relaciones entre los patrones de distribución de los encinos y la riqueza específica de sus insectos formadores de agallas.

Se esperaba encontrar diferencias en los patrones de distribución entre las dos secciones del género *Quercus*. También se planteó que aquellas especies que muestren una mayor amplitud de distribución en área y en los gradientes, contarán con mayor número de especies de insectos formadores de agallas. Asimismo se planteó la hipótesis de que en zonas perturbadas se encontraría un mayor número de especies de insectos formadores de agallas sobre encinos.

Se pretende que mediante el conocimiento generado con esta propuesta, se contribuya de algún modo al proyecto general que busca entender la secuencia histórica de la interacción entre estos dos grupos.

III. Zona de Estudio

3.1. Localización

El estado de Michoacán se localiza en la porción Centro-Occidental del país entre los 20° 23' 27" y 17° 54' 44" norte y entre los 100° 03' 32" y 103° 44' 29" oeste (Figura 1). Tiene una superficie de 59,864 km², que representa el 3.04% de la superficie del país (Gobierno del Estado de Michoacán, 1987). Colinda al norte con los estados de Jalisco, Guanajuato y Querétaro, al este con Querétaro, Estado de México y Guerrero; al sur con Guerrero y el Océano Pacífico y al oeste con el Océano Pacífico, Colima y Jalisco (INEGI, 1998).

3.2. Fisiografía y geología

El estado de Michoacán cuenta con cinco áreas geológicas principales: la depresión del río Lerma, el Eje Neovolcánico Transversal, la depresión del Balsas, la Sierra Madre del Sur y la planicie costera del Pacífico (INEGI, 1985). El Eje Neovolcánico Transversal es una cadena volcánica del Cenozoico Superior que cruza transversalmente la República Mexicana a la altura del paralelo 20, esta cadena está formada por macizos volcánicos, algunos de los cuales constituyen los volcanes más altos del país. En Michoacán atraviesa el estado de este a oeste en su porción norte y está conformado por aparatos del tipo de conos cineríticos, que son generalmente pequeños, como el Parícutin o grandes estratovolcanes como el Tancitaro (INEGI, 1997), que representa la máxima altitud del Estado (3,840 m) y se ubica cerca de los límites con Jalisco. En las estribaciones meridionales del Eje Neovolcánico se encuentran la Sierra de Inguarán y el Volcán Jorullo. Las sierras principales son la Tarasca, que se conforma por numerosos conos volcánicos, Anganguero, Ucareo, Mil Cumbres y Oztumatlán, aunque también destacan, al noroeste de Morelia, el Pico de Quinceo, al norte del lago de Pátzcuaro, el Zirate, y hacia el oeste los volcanes de Zacapu y la Sierra de Patambán. En la parte norte de la cuenca del río Tepalcatepec se ubican los llanos de Antúnez, Lombardía y Nueva Italia que son los más importantes del estado dada su extensión. La Sierra Madre del Sur o Sierra de Coalcomán, próxima al litoral del Océano Pacífico, también constituye una región muy accidentada.

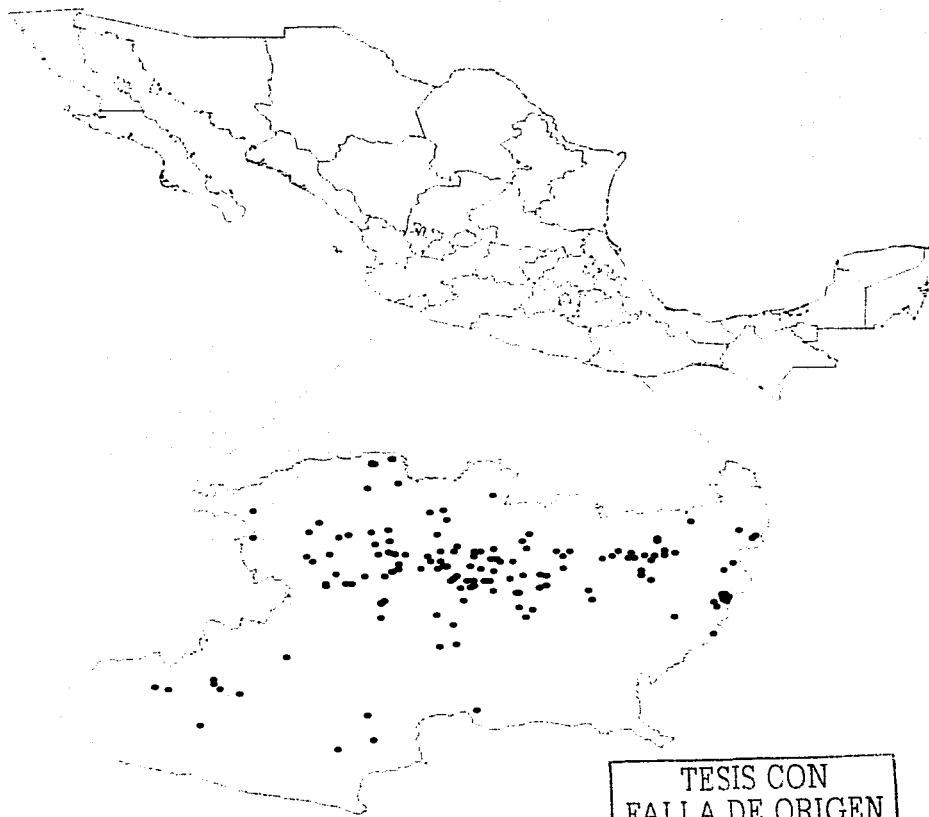


Figura 1. Localización del Estado de Michoacán. Los puntos indican los sitios de colecta de especies de *Quercus* obtenidos de las colecciones del Herbario Nacional del Instituto de Biología, UNAM (MEXU) y del Herbario del Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología, A. C.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.3. Clima

De acuerdo con datos de INEGI (1985) las Sierras Tarasca y de Coalcomán tienen clima templado subhúmedo, las laderas, tanto hacia las cuencas del Tepalcatepec y Balsas como hacia el Pacífico, son cálidas subhúmedas y la parte baja de dichas cuencas es semiseca con régimen de lluvias en verano. El estado de Michoacán cuenta con ocho subtipos de clima (INEGI, 1985). El más común en la entidad es el A(w) cálido subhúmedo con lluvias en verano, que ocupa el 34.46% de la superficie del estado; le sigue en extensión el C(w) templado subhúmedo con lluvias en verano que ocupa el 28.64%; el ACw semicálido subhúmedo con lluvias en verano ocupa el 20.40%, el siguiente en extensión es el BS₁(h') semiseco muy cálido y cálido con 10.75%; BS₂(h') el seco muy cálido y cálido ocupa el 4.27% y los tres climas con menor representación son el C(m) templado húmedo con abundantes lluvias en verano, el ACm semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano y el C(E)(m) semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano ocupando superficies de 0.74, 0.49 y 0.25%, respectivamente (INEGI, 1985).

3.4. Hidrografía

Los principales ríos del estado son el Balsas y el Lerma. El Balsas, que en su curso inferior se llama Zacatula, tiene numerosos afluentes en territorio michoacano: el río Grande o Tepalcatepec que se deriva de las aguas del río Cupatitzio; el Tacámbaro que se une con el Carácuaro, el Cutzamala y sus afluentes: el Tuzantla que se forma con el Tuxpan, el Zitácuaro y el Temazcaltepec (límite con Guerrero y el Estado de México). El río Lerma, forma el límite entre Michoacán y los estados de Querétaro, Guanajuato y Jalisco; sus afluentes son los ríos Duero, Angulo y Tlalpujagua (INEGI, 1978).

Las principales cuencas del estado son los lagos de Cuitzeo, Pátzcuaro y Zirahuén, y de menores dimensiones son el Camécuaro, la Magdalena y San Juanico. En la confluencia del río Tepalcatepec con el Balsas se encuentra la presa El Infernillo, una de las más grandes del país, así como la presa La Villita en los límites con Guerrero (INEGI, 1978). El estado cuenta también con numerosos manantiales de aguas termales y minerales (INEGI, 1978).

3.5. Suelos

Los suelos de mayor extensión en el estado de Michoacán según (SAHOP, 1980) son: a) andosoles, que se encuentran en el sistema transversal y la Sierra Madre del Sur; b) vertisoles, que son salinos y sódicos, como los gleysoles, que predominan en la depresión de los ríos Lerma y Tepalcatepec; c) rendzinas, que están localizados en las partes bajas de los ríos Tepalcatepec y Balsas; y d) litosoles y regosoles, que son suelos derivados de cenizas volcánicas y se presentan en los sistemas montañosos donde predominan pedregales, cenizas, arenas y escorias.

3.6. Vegetación

De las 17 provincias florísticas de México enumeradas por Rzedowski (1978), el estado de Michoacán incluye cuatro: las Serranías Meridionales, la Depresión del Balsas, la Costa Pacífica y la Altiplanicie. A continuación se describen los ocho tipos de vegetación presentes en Michoacán, con base en la información aportada por Rzedowski (1978).

3.6.1. Bosque tropical subcaducifolio. Se distribuye en altitudes inferiores a los 1200 m, esta formación está muy perturbada en la Planicie Costera del Pacífico. El estrato arbóreo superior tiene en promedio 25 m de altura. El estrato arbóreo inferior va de 5 a 15 m de altura y el estrato arbustivo está poco desarrollado. Las herbáceas son raras, pero los bejucos y las epifitas son frecuentes y numerosos. Entre las especies arbóreas dominantes se encuentran *Ficus* spp., *Brosimum alicastrum*, *Licania arborea*, *Mastichodendron capiri*, *Trichilia hirta*, *Bursera simaruba* y *Emerolobium cyclocarpum*. En el estrato arbóreo superior se encuentran *Bombax ellipticum*, *Bursera* spp., *Coccoloba* spp., *Eugenia* spp., *Heliotropus* spp., *Inga* spp., *Trema micrantha* y *Trichilia* spp. En el estrato arbóreo inferior *Acalypha* spp., *Hybanthus* spp. y *Piper* spp.

3.6.2. Bosque tropical caducifolio. Se encuentra en toda la Cuenca del Río Balsas a menos de 600 m de altitud, pero muchas veces las formaciones secundarias que se pueden encontrar son más espinosas y bajas. Las especies dominantes en este tipo de vegetación son *Bursera* spp., *Pseudosmodium perniciosum*, *Amphipterygium* spp., *Haematoxylum brasiletto* y *Plumeria rubra*, entre otras (Laevenworth, 1946; Miranda, 1947), las cuales forman un estrato arbóreo denso de 8 -15 m de altura, con un estrato arbustivo y herbáceo poco desarrollado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.6.3. *Matorral xerófilo*. Este tipo de vegetación se encuentra en la Depresión del Río Lerma entre los 1500 y los 2000 m de altitud. Presenta un estrato bajo y denso de más o menos 5 m de altura. Los representantes más importantes son: *Ipomoea muricoides*, *Acacia* spp., *Bursera* spp., *Heliocarpus terebinthaceus*, *Tecoma stans*, *Eysenhardtia polystachya*, *Mimosa rhodocarpa*, *Lysiloma* spp., *Hyptis* spp., *Euphorbia fulva*, *Montanoa* spp., *Celtis caudata* y *Randia* spp.

3.6.4. *Bosque de encino*. Está localizado entre los 1000 y 2500 m, sobre todo en la Sierra Madre del Sur y en toda la parte centro y norte del estado. Existen varias comunidades en donde las especies de encino y la estructura son diferentes, entre las que se hallan las xerófilas, las mesófilas y las termomesófilas. Las comunidades xerófilas están desarrolladas sobre todo en el norte del Estado entre los 2000-2600 m. Las especies más importantes de estas comunidades son: *Quercus sideroxyla*, *Q. laeta*, *Q. gentry* y *Q. deserticola*. Las comunidades mesófilas de la Cordillera Neovolcánica y de la Sierra Madre del Sur se desarrollan entre los 2000 y los 2500 m de altitud y las especies dominantes en estos encinares son *Quercus castanea*, *Q. obtusata*, *Q. martinezii*, *Q. crassipes*, *Q. rugosa*, *Q. crassifolia* y *Q. laurina*. Las comunidades termomesófilas, por su parte, son los bosques de baja altitud que se localizan entre los 1000 y 2000 m en la Cordillera Neovolcánica y en la Sierra Madre del Sur. Las especies más importantes en estas comunidades son *Quercus magnoliifolia*, *Q. resinosa*, *Q. scytophylla* y *Q. conspersa*.

3.6.5. *Bosque de pino*. Esta formación está muy desarrollada en la Cordillera Neovolcánica y también en la Sierra Madre del Sur entre los 1500 y los 3000 m de altitud. Son bosques de 12-25 m de altura, cerrados o semiabiertos, en donde el estrato dominante superior de pino es siempre verde. Puede existir un estrato arbóreo bajo conformado principalmente por diferentes especies de *Quercus*. El estrato arbustivo está poco desarrollado y el estrato herbáceo está dominado por gramíneas. Como en el caso del bosque de encino existen varias comunidades dominadas por especies diferentes. Entre 1500-2200 m dominan especies como *Pinus douglasiana*, *P. oocarpa*, *P. michoacana* var. *cornuta* y *P. lawsonii* entre otras. Entre 2000-2700 m dominan *P. leiophylla*, *P. montezumae* y *P. teocote* y arriba de los 2700 m dominan *P. pseudostrobus*, *P. rudis* y *P. teocote*.

3.6.6. *Bosque mesófilo de montaña*. Este bosque se desarrolla de los 800 a los 2400 m de altitud en lugares húmedos de poca extensión de la Sierra Madre del Sur y de La Cordillera Neovolcánica; es denso y por lo general tiene entre 20 y 30 m de altura, un estrato arbóreo bajo continuo, un estrato arbustivo claro y un estrato herbáceo poco desarrollado. Las epifitas y las trepadoras pueden ser abundantes. El bosque mesófilo de montaña presenta gran diversidad específica, con especies de afinidades boreales y tropicales de montaña. Los géneros arbóreos más importantes son *Quercus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Clethra*, *Cornus*, *Meliosma*, *Symplocos*, *Eurya*, *Zinowiewia*, *Oreopanax*, *Abies*, *Ficus*, *Styrax*, *Ternstroemia*, *Salix*, *Garrya* e *Hex*.

3.6.7. *Pastizal inducido*. Se ha estudiado poco este tipo de vegetación. Los géneros más comunes son *Aegopogon*, *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Chloris*, *Deschampsia*, *Eragrostis*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Paspalum*, *Rhynchelytrium*, *Setaria* y *Trisetum* (Bello y Labat, 1987).

3.6.8. *Palmar*. Rzedowski (1978) describe un palmar de *Sabal pumox* localizado en el centro de Michoacán, en los municipios de Ario de Rosales y La Huacana. Es una formación de 8-10 m de altura, poco densa con un estrato arbustivo y un estrato herbáceo y se desarrolla entre los 700 y los 1300 m de altitud, sobre suelos arcillosos rojos derivados de basaltos.

IV. Materiales y Métodos

4.1. Distribución geográfica y riqueza de encinos

Con el fin de conocer la riqueza y la distribución geográfica de las especies de encino registradas en el estado de Michoacán, se realizaron revisiones bibliográficas y de herbario, en las colecciones del Herbario del Centro Regional del Bajío en el Instituto de Ecología, A. C. (IEB) con sede en Pátzcuaro, Michoacán y en el Herbario Nacional del Instituto de Biología (MEXU) ubicado en la Universidad Nacional Autónoma de México, las cuales permitieron elaborar una base de datos con información geográfica y ambiental sobre los sitios de colecta de cada ejemplar, y contribuyeron a familiarizarse con las características de cada especie.

La base de datos se depuró considerando que las etiquetas de los ejemplares contaran con la información mínima indispensable (nombre de la especie, altitud y ubicación del sitio de colecta), y que estuvieran correctamente determinadas con base en las características de la especie descritas en las claves (González, 1986; Bello y Labat, 1987; Valencia, 1995) y en caso de existir duda sobre éstas, se tomaba en cuenta si el ejemplar había sido determinado por un especialista en el grupo. Posteriormente, se excluyeron de los análisis las sinonimias y las especies que por determinación errónea del ejemplar se ubicaban en Michoacán.

Con esta información se estableció la amplitud de distribución de cada especie de *Quercus* sobre los gradientes altitudinal y latitudinal en el estado de Michoacán.

Por otra parte, se utilizaron mapas georeferenciados de tipos de vegetación (Figura 2) y geoformas (Figura 3) del estado de Michoacán elaborados en el Laboratorio de Geoecología del Instituto de Ecología, UNAM, campus Morelia (Bocco *et al.*, 1996), sobre los cuales se ubicaron las coordenadas de cada ejemplar de encino incluido en la base de datos depurada. De este modo se obtuvo un nuevo mapa que muestra la distribución conocida de *Quercus* en el estado de Michoacán (Figura 7) y una matriz en la que se relaciona cada especie de *Quercus* con las diferentes categorías de vegetación y geoformas (Apendice 1) El mapa de vegetación cuenta con once categorías generales (Figura 2) pero en los análisis se omitieron las categorías "asentamientos humanos" y "cuerpos de agua".

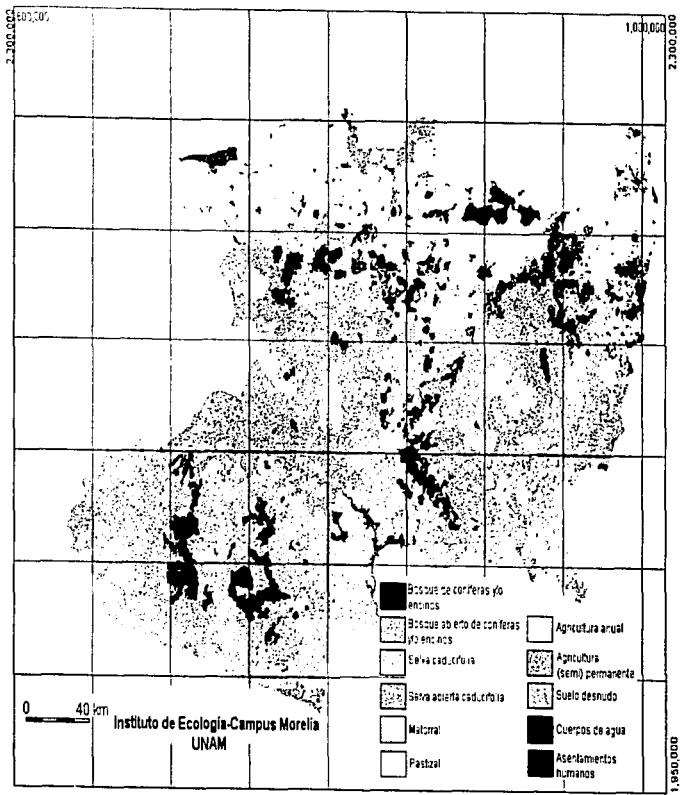


Figura 2. Mapa de uso de suelo y vegetación de Michoacán
 Laboratorio de Geocoología.

20

En la Tabla 2 se enumeran las nueve categorías generales restantes, algunas de las cuales están subdivididas, así que en total hay 17 categorías de tipos de vegetación.

Tabla 2. Categorías generales y particulares de vegetación en las que se ubicaron los ejemplares de *Quercus* en Michoacán.

vegetación	
Categoría general	Categoría particular
1. Agricultura anual	Agricultura anual-pastizal inducido Agricultura anual -pastizal inducido- matorral xerófilo
2. Agricultura semipermanente	Agricultura anual- bosque de coníferas y <i>Quercus</i> Agricultura semipermanente- bosque de coníferas y <i>Quercus</i>
3. Bosque Coníferas y <i>Quercus</i>	
4. Bosque Coníferas y <i>Quercus</i> - pastizal inducido (abierto)	
5. Matorral xerófilo	Matorral xerófilo - pastizal inducido Matorral xerófilo - bosque de coníferas y <i>Quercus</i>
6. Pastizal inducido	Pastizal inducido- bosque de coníferas y <i>Quercus</i> Pastizal inducido - cultivos anuales- matorral xerófilo
7. Selva caducifolia	
8. Selva caducifolia -pastizal inducido (abierto)	
9. Suelo desnudo	Suelo desnudo - pastizal inducido

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El mapa de geomorfología original contaba con nueve categorías (Figura 3), pero la categoría "cuerpo de agua" también se descartó en este caso. A continuación se definen las ocho categorías de geoformas que Bocco *et al.* (1996) utilizaron para clasificar el mapa de paisajes geomorfológicos del estado de Michoacán:

- 1) *Atliplañicies*: paisajes relativamente planos flanqueados por al menos una ladera fuertemente inclinada (altura relativa a partir del rompimiento de la pendiente de la ladera menor a 100 m y pendientes menores a 6°).
- 2) *Colina*: es una elevación suave, con pendientes superiores a 3° y menores a 8° con alturas relativas menores a 250 m.
- 3) *Lomerío bajo*: elevaciones más abruptas que las del nivel anterior, con alturas relativas mayores a 250 m e inferiores a 500 m, y pendientes que oscilan entre 6° y 20°.
- 4) *Lomerío alto*: son elevaciones con alturas relativas mayores a los 500 m y menores a 1000 m y pendientes variables entre 20 y 45°.
- 5) *Piedemonte*: unidades transicionales entre un relieve positivo y la planicie de nivel de base local. Presenta pendientes menores a 10°, la amplitud de relieve puede variar considerablemente, de decenas a cientos de metros.
- 6) *Planicie*: paisaje sin relieve, independientemente de su génesis, pero excluyendo la actividad fluvial. Pendiente inferior a 3°, amplitud, en general menor a 100 m, dependiendo de su magnitud.
- 7) *Sierra*: elevaciones abruptas con pendientes superiores a los 30° y alturas relativas superiores a los 1000 m, pero menores a 4000 m.
- 8) *Valle*: paisaje relativamente plano, resultado de la acción fluvial, generalmente limitado por formas transicionales o positivos. La pendiente dominante es inferior a 3° y su amplitud puede variar de acuerdo a su extensión longitudinal.

Para calcular el área y el perímetro de la distribución de cada especie se utilizó el mapa de distribución conocida de *Quercus* en Michoacán complementado con información bibliográfica de Bello y Labat (1987), de sitios de colecta de encinos y se obtuvieron mapas sobre los que se trazó el contorno del área de distribución. Por otra parte, con la construcción del mapa de distribución de *Quercus* en Michoacán, en una primera aproximación se obtuvo el número de especies por municipio, pero dado que los municipios cuentan con áreas muy distintas, se consideró la necesidad de estandarizar las superficies y para ello se trazó una cuadrícula de 50 x 50 km sobre el estado. En estudios similares sobre distribución de vegetación arbórea, Ibarra (1996) trazó una cuadrícula de 55 km por lado y Ezcurrea *et al.* (1984) trazaron sobre la República Mexicana una retícula de 1° de lado, que equivale aproximadamente a 111 km. De este modo se obtuvo la densidad (número de especies por cuadro) y el porcentaje de especies por cuadro, así como los índices de similitud y de asociación de especies para distintas zonas del estado de Michoacán.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

23

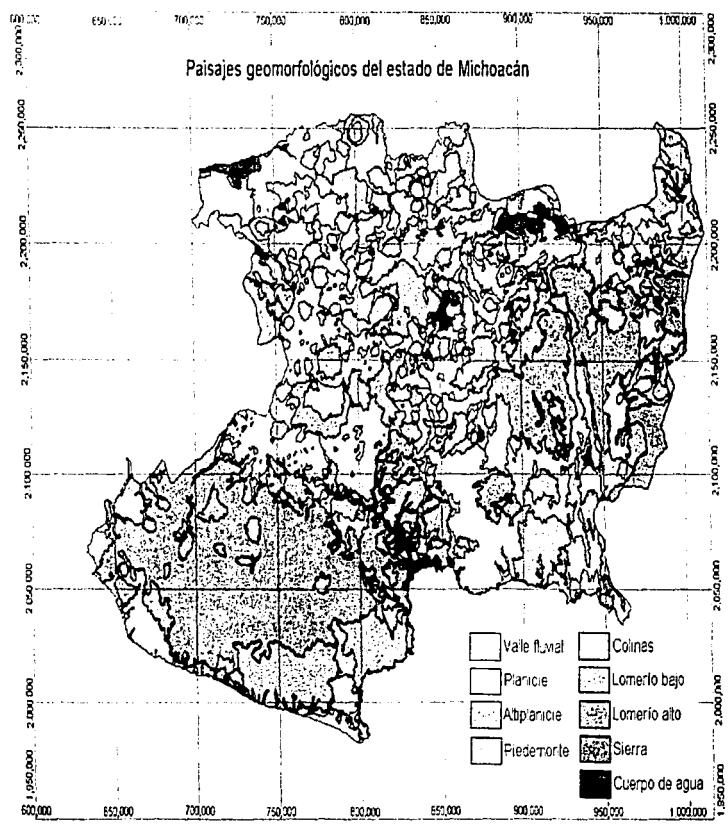


Figura 3. Mapa geomorfológico de Michoacán.
Laboratorio de Geoecología, Instituto de Ecología- Campus Morelia, UNAM

4.2. Colecta de encinos y agallas

Se realizó una colecta de campo mediante la cual se obtuvieron ejemplares de las distintas especies de *Quercus* presentes en el estado de Michoacán, las cuales se depositaron en el herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en donde fueron identificados a nivel de especie por la M. en C. Susana Valencia. Asimismo, se coleccionaron ejemplares de agallas presentes en cada una de las especies de encinos encontradas. Durante la colecta se registró la altitud y características de cada localidad, como tipo de vegetación, estado de conservación o evidencias de tala o quema. La colecta tuvo lugar entre el 20 y el 26 de abril de 1997 y abarcó 16 localidades distribuidas a lo largo del Eje Neovolcánico Transversal (ENT) (Tabla 3).

Tabla 3. Características de las localidades de colecta

Localidad	Altitud	Vegetación	Evidencias de perturbación	Tipo de Propiedad	Municipio	Precipitación promedio anual ¹ (mm)	Temperatura promedio anual ² (°C)
No. nombre	(m)						
1. Juan Pérez	2340	Bosque <i>Quercus</i>	Tala	Terreno Ejidal	Aporo	860	13.8
2. Los Azules 1	2820	Bosque <i>Coníferas y Quercus</i>		Parque Natural	Cd. Hidalgo	1390-830	13.8-15.7
3. Los Azules 2	2819	Bosque <i>Coníferas y Quercus</i>		Parque Natural	Cd. Hidalgo	1390-830	13.8-15.7
4. Jaracuaro 1	2450	Bosque <i>Coníferas y Quercus</i>		Parque Natural	Cd. Hidalgo	1390-830	13.8-15.7
5. Jaracuaro 2	2360	Bosque <i>Quercus</i>	Extracción de leña y resina	Límite Parque Natural	Cd. Hidalgo	1390-830	13.8-15.7
6. La Escalera	2205	Bosque <i>Quercus</i>	Extracción de leña, borde carretera	-	Charo	-	-
7. Parque Morelos	2125	Bosque <i>Quercus y Pinus</i>	Protección	Parque Nacional	Charo y Tzitzio	647.9*	12-18*
8. Pino Real 1	2205	Bosque <i>Quercus</i>	Borde carretera	terracera	Charo	-	-
9. Pino Real 2	2230	Bosque <i>Quercus</i>	Tala y quema	terracera	Charo	-	-
10. San Isidro	2410	Bosque <i>Pinus y Quercus</i>	Conservado	Ejidal	Nahuatzen	760	16.7
11. El Madroño	2425	Bosque <i>Pinus y Quercus</i>	Conservado	Ejidal	Nahuatzen	760	16.7
12. San Juan Nuevo	2400	Bosque <i>Quercus y pinus</i>	Protección		San Juan Nuevo	1630	19.0
13. San Juan Viejo 1	2590	Bosque <i>Pinus</i>	Forestal	Reforestación	Uruapan	1630	19.0
14. San Juan Viejo 2	2580	Bosque <i>Pinus y Quercus</i>	Extracción forestal		Uruapan	1000-1200*	12-18*
15. Santa Clara	1730	Huerto árboles frutales	Huerta	Propiedad privada	Los Reyes	972	19.04*
16. Jiquilpan	2110	Selva tropical caducifolia	Tala	Propiedad privada	Jiquilpan	720	20.4*

* corresponden a las estaciones más cercanas a los sitios de muestreo tomados de (Hielo y Labat, 1978) excepto los marcados con ** tomados de (INE, 1997) Parques Nacionales de México Vol. III, Michoacán. ² Es la superficie total del Parque.

Para elegir las localidades de colecta se consultó el trabajo de Bello y Labat (1987) y se trazó una ruta que pasara por el mayor número de sitios conocidos de colecta accesibles y en el menor tiempo posible.

Las agallas colectadas se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas y posteriormente se cultivaron en laboratorio en recipientes de plástico tapados con tela de malla fina, de modo que permitiera la circulación del aire e impidiera la salida de los insectos. Las agallas se mantuvieron a temperatura ambiente durante tres meses. Los insectos obtenidos (en su mayoría avispas) se montaron y etiquetaron.

4.3. Análisis de Datos

4.3.1. *Índices de similitud.* La diversidad beta es una medida que determina qué tanto difiere entre si una serie de hábitats o muestras en términos de variación de las especies encontradas en ellos. Una aproximación a la medición de la diversidad beta es indagar el grado de asociación o similitud de estaciones o muestras usando técnicas ecológicas estandarizadas de ordenación o clasificación (Magurran, 1989). A partir de la cuadrícula que se trazó sobre el límite estatal de Michoacán con 48 cuadros de 50 km². 19 de los cuales contenían especies de *Quercus*; se calculó la densidad de especies por cuadro, expresada como el número total de especies por cuadro y los porcentajes de riqueza de especies para cada cuadro. Para conocer el grado en el que difiere la composición de especies en los distintos cuadros se utilizó el índice de similitud de Jaccard (Magurran, 1989), calculado con la siguiente fórmula:

$$C_j = j/(a+b-j)$$

en donde: j = número de especies comunes en ambos cuadros, a = número de especies en el cuadro A, y b = número de especies en el cuadro B.

4.3.2. *Índices de asociación.* Una vez que se determinó el grado de similitud entre la composición de especies de *Quercus* en cada cuadro se deseaba saber si existía alguna asociación entre las diferentes especies encontradas en cada uno de éstos. Uno de los métodos más sencillos para realizar un análisis florístico de datos sobre vegetación es medir la asociación entre especies y el nivel de similitud entre cuadros (Sokal y Rolf, 1981).

La asociación entre especies se calculó mediante una tabla de contingencia de 2 x 2 (Krebs, 1985):

especie y	especie x	
	presente	ausente
presente	a	b
ausente	c	d

en donde : a es el número de cuadros en los que las especies x y y están presentes, b es el número de cuadros en los que únicamente la especie y está presente, c es el número de cuadros en los que únicamente la especie x está presente, y d es el número de cuadros en los que ninguna de las dos especies están presentes.

La intensidad de asociación (I) entre dos especies en una tabla de contingencia se puede estimar a partir de un coeficiente de asociación definido por la ecuación (Krebs, 1985):

$$I = ad - bc / \sqrt{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Se calculó χ^2 para determinar si I era diferente de cero .

4.3.3. *Coefficientes de correlación.* Se obtuvieron coeficientes de correlación entre los intervalos altitudinales y latitudinales de las diferentes especies de encinos y el número de morfos de agallas que presentaba cada especie. Asimismo, se obtuvieron coeficientes para identificar una posible correlación entre el número de categorías de vegetación, geofomas, municipios y cuadros y el número de morfoespecies de insectos formadores de agallas de cada especie de *Quercus*.

V. Resultados

5.1 Esfuerzo de muestreo y número de especies

Mediante la revisión de herbario se obtuvieron datos de 871 ejemplares correspondientes a 34 especies de *Quercus* (Tabla 4). Sin embargo, debido a la carencia de

Tabla 4. Especies de *Quercus* para el estado de Michoacán depositadas en las colecciones de los herbarios visitados, colecta de campo y citadas en el presente trabajo.

Especie	Herbario MEXU (1998)	Herbario Patzcuaro (1998)	Colecta (1997)	Incluida en los análisis
Seccion Lobatae				
<i>Q. acutifolia</i> Née	x			x
<i>Q. affinis</i> Schred.	x		X	x
<i>Q. candicans</i> Née	x			x
<i>Q. castanea</i> Née	x			x
<i>Q. contrata</i> Trell				
<i>Q. conspersa</i> Benth.	x			x
<i>Q. crassifolia</i> Humb y Bonpl	x	x	X	x
<i>Q. crassipeta</i> Humb y Bonpl	x	x	X	x
<i>Q. dysconchyla</i> Benth	x		X	x
<i>Q. elliptica</i> Née				
<i>Q. fulva</i> Liebm				
<i>Q. fulvicarpa</i> Liebm				
<i>Q. gentryi</i> C. H. Muller	x	x		x
<i>Q. laurina</i> Humb y Bonpl	x	x	X	x
<i>Q. lasa</i> Liebm				
<i>Q. mexicana</i> Humb y Bonpl				
<i>Q. planispicata</i> Trell	x	x		x
<i>Q. salicifolia</i> Née	x			x
<i>Q. scalyconchyla</i> Liebm			X	x
<i>Q. androsyala</i> Humb y Bonpl	x	x	X	x
<i>Q. sororia</i> Liebm	x			x
<i>Q. utiformis</i> McVaugh	x			x
Seccion Quercus				
<i>Q. ussantencoi</i> Trell	x	x	x	x
<i>Q. fulva</i> Trell	x	x		x
<i>Q. glabrescens</i> Benth	x			x
<i>Q. glabrescens</i> Humb y				
<i>Q. glabrescens</i> Humb y	x			x
<i>Q. glabrescens</i> Mart y Gal	x			x
<i>Q. greggii</i> Trell				
<i>Q. hahnii</i> Trell				
<i>Q. laeta</i> Liebm	x	x		x
<i>Q. leobanana</i> Oersted			X	x
<i>Q. magnificolia</i> Née				
<i>Q. maritima</i> C. H. Muller	x	x	x	x
<i>Q. obtusata</i> Humb y Bonpl	x	x	X	x
<i>Q. pedunculata</i> Née			X	x
<i>Q. repanda</i> Humb y Bonpl	x	x		x
<i>Q. resinosa</i> Liebm	x	x		x
<i>Q. rigida</i> Née	x		X	x
<i>Q. sigourensis</i> Liebm	x			x
<i>Q. spinosa</i> Née	x			x
<i>Q. subspumata</i> Trell	x		X	x
<i>Q. fulvicarpa</i> Liebm	x	x		x
Total	32	25	14	29

Según González (1993) * especies que se encuentran en centroamérica y/o Estados Unidos & especies citadas por Trelease (1942) y Camus (1938) no citadas recientemente

datos en las etiquetas de los ejemplares de herbario, únicamente se pudieron incluir 29 especies en los análisis de amplitud altitudinal y 20 en los restantes.

El tamaño de muestra por especie estuvo positiva y significativamente correlacionado con la amplitud altitudinal ($r = 0.646$; g.l. = 28; $p = 0.0002$); la amplitud latitudinal ($r = 0.621$; g.l. = 19; $p = 0.0034$); el área continua ($r = 0.71$; g.l. = 15; $p = 0.002$) y con el número de cuadros ($r = 0.89$; g.l. = 19; $p < 0.0001$).

Por otra parte, mediante la colecta de campo se obtuvieron 94 ejemplares de *Quercus* que correspondieron a 14 especies diferentes (Tabla 4), y un probable híbrido *Q. affinis* x *Q. laurina*, así como 157 ejemplares de agallas de 23 formas distintas, de las cuales emergieron 82 himenópteros pertenecientes a 6 morfos (ver Apéndice 3). Con la información de los ejemplares herborizados se obtuvieron los siguientes resultados.

5.2 Distribución de especies del género *Quercus* en el estado de Michoacán

5.2.1. *Amplitud altitudinal.* Las especies con mayor amplitud de distribución altitudinal fueron *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. glaucoides* y *Q. scytophylla* que presentaron amplitudes altitudinales entre 1455 y 1300 msnm (Figura 5; Tabla 5). *Quercus rugosa* y *Q. laurina* además, fueron las especies que se ubicaron a mayor altitud, desde los 1745 hasta los 3200 m y entre los 1750 y los 3150 m de altitud, respectivamente. *Quercus glaucoides* y *Q. scytophylla* se encontraron entre los 900 y los 2200 m y entre 1100 y 2400 m, respectivamente. Éstas, junto con *Quercus salicifolia* están entre las tres especies que cuentan con representantes ubicados a una menor altitud.

Las especies más restringidas altitudinalmente fueron *Quercus affinis*, *Q. frutex*, *Q. gentryi*, *Q. glabrescens*, *Q. planipocula*, *Q. repanda*, *Q. tuberculata*, *Q. sideroxyta* y *Q. salicifolia*, aunque las primeras siete especies únicamente se registraron a una altitud. Entre estas especies, se encontró que *Q. salicifolia*, se localizó a una muy baja altitud entre 625 y 650 m, mientras que otras como *Q. affinis* y *Q. repanda* se encontraron a gran altitud, 2500 y 2550 m, respectivamente.

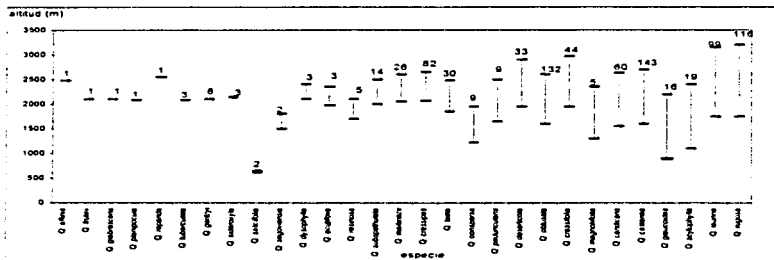


Figura 5 Amplitud altitudinal de las especies de *Quercus* en Michoacán. La amplitud, que se representa con barras indican la altitud máxima y mínima en la que se han colectado ejemplares de cada una de las especies de *Quercus* en el estado de Michoacán. Están ordenadas de izquierda a derecha de menor a mayor amplitud altitudinal. Los números en la parte superior de las líneas horizontales indican el tamaño de muestra (n) para cada especie.

5.2.2. *Distribución latitudinal.* Las especies con mayores amplitudes latitudinales fueron: *Q. obtusata*, *Q. castanea* y *Q. pedunculata* con 203, 186 y 174 mil metros respectivamente (Figura 6; Tabla 5). *Quercus obtusata* es la especie que se ubica a mayor

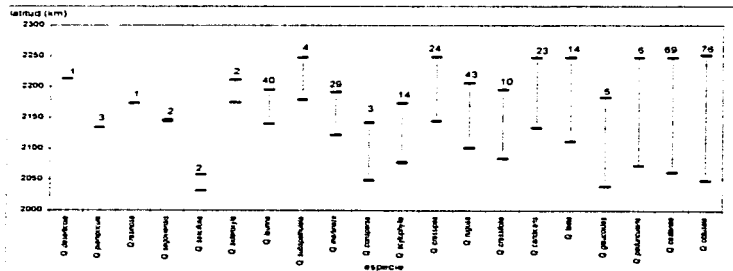


Figura 6. Amplitud latitudinal de las especies de *Quercus* en Michoacán. La amplitud se representa por líneas que unen marcas de la latitud máxima y mínima a la que se encontró cada especie. De izquierda a derecha se incrementa la amplitud latitudinal de las especies. Los números sobre las líneas horizontales representan el tamaño de muestra (n).

latitud, 20° 20' 5" N; seguida por *Q. crassipes* que cuenta con ejemplares a los 20°18'30" N; *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. laeta*, *Q. peduncularis* y *Q. subspatulata* cuentan con ejemplares ubicados alrededor de los 20° 18' 0" N. La especie que se ubicó a menor latitud fue *Q. salicifolia* a los 18° 21' 4" N, seguida de *Q. glaucooides* y *Q. conspersa* que se ubican a los 18° 25' y 18°31 N, respectivamente. Las especies más restringidas latitudinalmente fueron *Quercus deserticola*, *Q. planipocula*, *Q. resinosa*, *Q. segoviensis*, *Q. salicifolia* y *Q. sideroxylla*. Las tres primeras únicamente tuvieron un registro así que su amplitud es cero. Las tres especies restantes contaron con una amplitud de 2,000, 26,000 y 36,000 metros respectivamente. También *Quercus laurina* resultó ser una especie relativamente restringida, mientras que altitudinalmente es de las especies con mayor amplitud de distribución.

Tabla 5. Distribución de especies de los subgéneros de *Quercus* por número de tipos de geoformas y vegetación y amplitud altitudinal y latitudinal en Michoacán.

especie	numero de tipos		amplitud	
	geoformas	vegetación	altitudinal (m)	latitudinal (m)
		<i>Lobatae</i>		
<i>Q. planipocula</i>	1	1	0	0
<i>Q. sideroxylla</i>	1	1	15	36,322
<i>Q. salicifolia</i>	1	1	25	26,082
<i>Q. crassipes</i>	4	3	580	103,416
<i>Q. conspersa</i>	2	2	730	93,622
<i>Q. crassifolia</i>	5	7	1,020	111,587
<i>Q. candicans</i>	5	4	1,080	113,654
<i>Q. castanea</i>	4	5	1,100	185,511
<i>Q. scytophylla</i>	2	4	1,300	95,835
<i>Q. laurina</i>	7	7	1,400	55,418
		<i>Quercus</i>		
<i>Q. segoviensis</i>	2	1	300	2,055
<i>Q. resinosa</i>	1	1	400	0
<i>Q. subspatulata</i>	1	1	500	68,524
<i>Q. martinezii</i>	3	4	550	68,891
<i>Q. laeta</i>	5	5	630	135,974
<i>Q. peduncularis</i>	2	1	850	174,497
<i>Q. deserticola</i>	1	1	950	0
<i>Q. obtusata</i>	6	11	1,000	202,607
<i>Q. glaucooides</i>	1	1	1,300	144,201
<i>Q. rugosa</i>	6	6	1,455	104,615

5.2.3. *Distribución en diferentes tipos de vegetación.* De las 17 categorías de vegetación que se tomaron en cuenta para los análisis, se ubicaron ejemplares de *Q. obtusata* en once, de *Q. laurina* y *Q. crassifolia* en siete, y de *Q. rugosa* en seis (Tabla 5). Además, *Q.*

obtusata se ubicó en cuatro categorías generales de vegetación que correspondieron a cultivos, pastizales, matorrales xerófilos y bosques (Apéndice 1). *Quercus rugosa* se ubicó en cuatro categorías generales que fueron cultivos, pastizales, bosque y selva. *Quercus laurina* se ubicó en tres categorías generales de vegetación: cultivos, pastizales y bosques, y *Q. crassifolia* se ubicó en cultivos, bosques y selvas. Por otra parte, *Q. obtusata* resultó ser la única especie que se encontró en matorral xerófilo sin perturbación aparente (Apéndice 1).

5.2.3.1. *Distribución en vegetación perturbada y conservada.* De las veinte especies de *Quercus* incluidas en este análisis, únicamente once se ubicaron sobre categorías que incluyen vegetación conservada y *Quercus subspatulata* fue la única especie que se ubicó exclusivamente sobre vegetación conservada, bosque de coníferas y encinares. Las restantes nueve especies se ubicaron únicamente en categorías de vegetación con perturbación, y todas a excepción de *Quercus crassipes* se hallan en una sola categoría de uso del suelo y vegetación (Tablas 5 y Apéndice 1). *Quercus resinosa*, *Q. salicifolia*, *Q. segoviensis* y *Q. sideroxyta* se ubicaron únicamente en vegetación predominantemente de pastizales inducidos y uso agrícola. Mientras que *Quercus glaucoides*, *Q. peduncularis* y *Q. plampocula* se ubicaron únicamente en vegetación con matorral xerófilo. En el otro extremo, se encontraron *Quercus subspatulata* y *Q. deserticola* que únicamente se ubicaron en tipos de vegetación que incluyen el bosque de coníferas y encinares, con la diferencia de que *Q. deserticola* se ubica en una zona con perturbación y *Q. subspatulata* en bosques conservados.

5.2.4. *Distribución en diferentes geoformas.* *Quercus laurina* se localiza en siete geoformas y *Q. obtusata* y *Q. rugosa* en seis (Tabla 5; Apéndice 1). Asimismo, ocho de las veinte especies que contaron con coordenadas, se ubicaron únicamente en un tipo de geoforma. Las geoformas en las que se encontraron menos especies fueron las altiplanicies y los valles. La mayoría de las especies se ubicaron en los lomeríos bajos, seguido de los lomeríos altos y de las colinas. Las únicas especies que no se encontraron en ninguna de estas geoformas fueron: *Q. martinezii*, que se ubicó en valle, altiplanicie y sierra, *Q. resinosa* que se ubicó en valle y *Q. deserticola* que se localizó en piedemonte. Mientras que *Q. martinezii* se encontró en vegetación conservada y al parecer en climas templados-

húmedos y cálido-secos, *Q. resinosa* y *Q. deserticola* se ubicaron en categorías de vegetación con perturbación y *Q. deserticola* en zonas templadas.

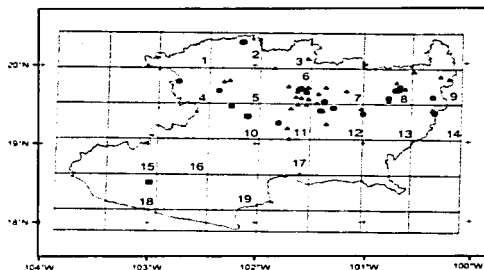
5.2.5. *Distribución en distintos municipios y cuadros.* Las especies que se localizaron en un mayor número de municipios fueron: *Q. obtusata* (en 42), *Q. rugosa* (37), *Q. castanea* (36) y *Q. laurina* y *Q. crassipes* (en 26) (Figura 7a y 7b). *Quercus candicans*, *Q. crassifolia* y *Q. laeta* únicamente se registraron en 16 municipios. Asimismo, las especies que se ubicaron en un mayor número de cuadros fueron: *Q. obtusata* (en 15), *Q. castanea* (en 13) y *Q. candicans* y *Q. rugosa* (en 12). Mientras que *Q. crassipes* y *Q. laurina* se ubicaron en nueve cuadros (Tabla 6; Figura 7a).

Tabla 6. Distribución de especies de *Quercus* en cuadros de 50 km².

Cuadro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	n	no. de cuadros por especie	
especie																						
<i>Q. candicans</i>		3	1	1	4	2	3	1	3	1	2	1	1								23	12
<i>Q. castanea</i>		3	2	1	3	10	4	12	4	4	14	7	3		3				2		69	13
<i>Q. conspersa</i>																					3	2
<i>Q. crassifolia</i>					2	1	4				1	1		1							10	6
<i>Q. crassipes</i>		2			10	3	1	1	1	4		1									24	9
<i>Q. deserticola</i>			1																		1	1
<i>Q. glaucoides</i>						1	1				1										5	5
<i>Q. laeta</i>		1	1		2	3	2					2									14	7
<i>Q. laurina</i>				1	2	7		7	5	2	2	1		13							40	9
<i>Q. martinensis</i>					1	1		18				1	8								29	5
<i>Q. obtusata</i>		5	1	3	7	12	8	5		7	12	2	1	8	2	2			1		76	15
<i>Q. pedunculata</i>		1	1		1	2										1					6	5
<i>Q. plampocula</i>											3										3	1
<i>Q. resinosa</i>					1																1	1
<i>Q. rugosa</i>			2	3	7		2	7	4	5	1	1	9			1	1				43	12
<i>Q. salicifolia</i>																					2	1
<i>Q. scytophylla</i>								4	3		2		1	4							14	5
<i>Q. segouensis</i>										1											2	2
<i>Q. sideroxylo</i>			1				1														2	2
<i>Q. subspatulata</i>		3																			4	2
Número de ejemplares	1	18	6	10	33	49	20	56	18	28	45	19	4	45	6	5	3	2	3		371	
Densidad de especies	1	7	5	7	11	9	8	9	5	10	9	9	4	9	2	4	2	2	2			
Especies acumuladas	1	7	9	12	13	15	16	16	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	20			

Los números que se encuentran dentro de las celdas representan las muestras de herbario de cada especie para cada cuadro. La densidad de especies, es el número de especies por cuadro.

Las especies que se ubicaron en un menor número de cuadros fueron: *Q. plampocula*, *Q. resinosa* y *Q. salicifolia*. Así, comparando ambos métodos se obtiene que *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y *Q. castanea* son las especies más extendidas en el estado.

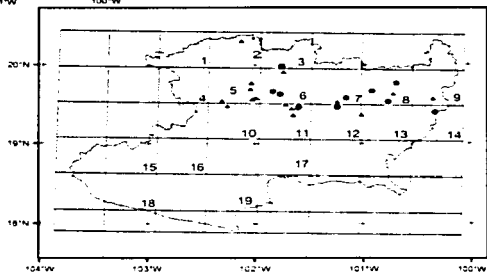


Especies

- *Q. candicans*
- ▲ *Q. castanea*
- *Q. conspersa*

Especies

- *Q. crassifolia*
- ▲ *Q. crassipes*
- *Q. deserticola*



Especies

- *Q. glaucooides*
- ▲ *Q. laeta*
- *Q. laurina*

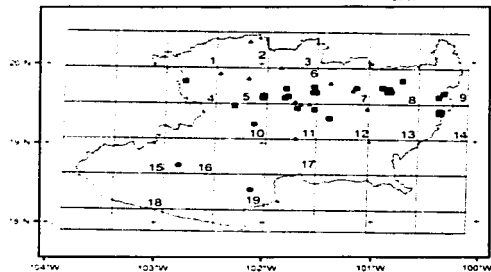


Figura 7a. Distribución de especies de *Quercus* en cuadrícula sobre el estado de Michoacán. Los números incluidos dentro del mapa corresponden al número de cuadro.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

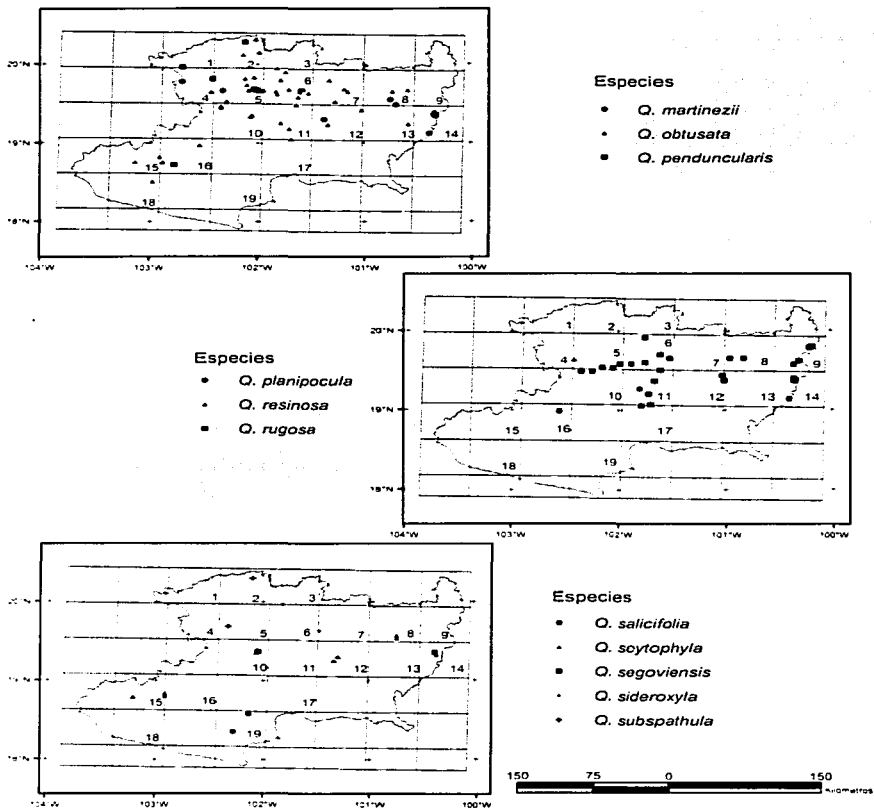


Figura 7b. Distribución de especies de Quercus en cuadrícula sobre el estado de Michoacán. Los números incluidos dentro del mapa corresponden al número de cuadro.

5.2.6. *Amplitud de distribución por áreas.* Las especies que presentaron mayor área de distribución al trazar el área fueron *Q. castanea*, *Q. obtusata* y *Q. crassipes* con más de 20, 000 km² de amplitud de distribución. Por el otro lado, *Q. dysophylla*, *Q. frutex*, *Q. planipocula*, *Q. salicifolia* y *Q. sororia* y fueron las especies más restringidas, con un área de distribución continua menor a 1000 km².

5.3. Asociaciones interespecíficas en *Quercus*

En cuanto a la composición de especies de *Quercus* en los diferentes cuadros, se encontró que las mayores similitudes se presentan entre los cuadros: 6 y 11, 8 y 12, 8 y 14, y 12 y 14 (Figura 7a y 7b), con índices de similitud de 0.80 (Apéndice 4). Los cuadros 8, 12 y 14 presentan las mismas especies, y únicamente se diferencian en que, mientras en el cuadro 8 se presenta *Q. crassipes*, en el cuadro 12 se presenta *Q. laeta* y en el cuadro 14 se presenta *Q. segoviensis*.

Entre los cuadros 6 y 11 también se obtuvo un índice de similitud de 0.8, presentando otro conjunto de especies (Apéndice 4) y difieren en que en el cuadro seis se encuentra *Q. glaucoides* y en el 11 *Q. planipocula*.

Por otra parte, se encontraron siete asociaciones positivas singificativas entre las siguientes especies: *Q. candicans* y *Q. castanea* ($\chi^2 = 5.48$), *Q. candicans* y *Q. crassipes* ($\chi^2 = 7.19$), *Q. candicans* y *Q. laurina* ($\chi^2 = 7.19$), y *Q. candicans* y *Q. rugosa* ($\chi^2 = 6.04$) (Apéndice 4). También presentaron asociaciones positivas entre *Q. castanea* y *Q. laurina* ($\chi^2 = 5.3$), *Q. laurina* y *Q. rugosa* ($\chi^2 = 7.19$) y *Q. laurina* con *Q. martinzeii* ($\chi^2 = 4.61$). Contrariamente se encontró que entre *Q. glaucoides* y *Q. martinzeii* ($\chi^2 = -4.61$, y entre *Q. peduncularis* y *Q. scytophylla* ($\chi^2 = -4.61$) se presentan asociaciones negativas significativas (Apéndice 4).

5.4. Correlaciones entre la amplitud de distribución de especies de *Quercus* y la riqueza de insectos formadores de agallas

De los 94 ejemplares de plantas colectadas se obtuvieron 157 muestras de agallas de 23 formas distintas, de las cuales emergieron 82 himenópteros pertenecientes a seis morfós (Apéndice 3).

Se encontraron agallas en las catorce especies de *Quercus* colectadas, sin embargo para los siguientes análisis se descartaron los ejemplares de agalla encontrados

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

sobre *Q. rugosa* y *Q. peduncularis* porque éstas eran de rama y se decidió trabajar únicamente con agallas de peciolo, pedicelo, hoja, fruto, inflorescencia y primordios de estos tejidos. También se descartaron los ejemplares de *Q. liebmanni* porque no se contaba con datos de altitud ni coordenadas para determinar su amplitud de distribución en el estado. Es por esto que, para la amplitud altitudinal se cuenta con once registros y para los demás análisis únicamente se contó con nueve registros, que son las especies de las que se obtuvieron agallas y cuyos ejemplares de herbario contenían información suficiente sobre su ubicación geográfica o coordenadas. Como se puede ver en las siguientes gráficas las especies de *Quercus* sobre las que se encontró mayor número de morfoagallas fueron *Q. obtusata*, seguida de *Q. laurina* y *Q. crassifolia*

5.4.1. *Amplitud altitudinal.* Se encontró una correlación positiva y significativa entre la distribución de las diferentes especies de encinos y la riqueza de morfoagallas ($r = 0.65$, g.l. = 10, $p < 0.03$) (Figura 8).

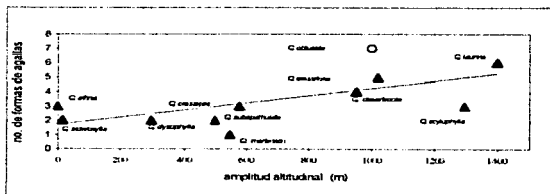


Figura 8. Amplitud altitudinal de cada especie de *Quercus* y número de morfoagallas que presentó cada especie de *Quercus*.

Por otra parte, también la correlación entre el número de morfoespecies de agallas y el número de ejemplares por especie de encino colectado fue positiva ($r = 0.69$, g.l. = 10, $p < 0.01$).

5.4.2. *Distribución latitudinal.* Se obtuvo un coeficiente de correlación no significativo entre la amplitud de distribución de las especies de *Quercus* y el número de diferentes formas de agallas que se encontraron en cada especie de encino (Figura 9).

La correlación entre el número de morfoespecies de agallas y el número de ejemplares por especie de encino colectado también fue positiva en este caso ($r = 0.69$, g.l. = 8, $p < 0.03$).

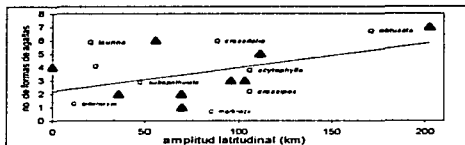


Figura 9. Amplitud latitudinal de cada especie de *Quercus* y número de morfocagallas que presentó cada especie de *Quercus*.

Sin embargo, al graficar la latitud promedio de cada especie de *Quercus* se encontró que la mayor riqueza de insectos agalleros la presentan especies de *Quercus* ubicadas a latitudes promedio intermedias, exceptuando *Q. martinzii*, mientras que la menor riqueza de insectos agalleros la presentan especies ubicadas a altas y bajas latitudes promedio (Figura 10a).

Al graficar la latitud máxima, que representa la mayor latitud a la que se registró cada especie de *Quercus* en el estado de Michoacán, no se encontró ningún patrón de distribución (Figura 10.b).

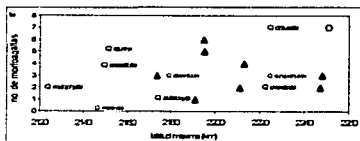
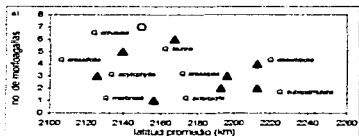


Figura 10. a) Relación entre la latitud promedio de cada especie de *Quercus* y el número de morfocagallas de insectos formadores de agallas que se encontró en cada una de las especies de *Quercus*. b) Relación entre la latitud máxima de cada especie de *Quercus* y el número de morfocagallas de insectos formadores de agallas.

5.4.3. Distribución en diferentes categorías de vegetación. Se encontró una correlación positiva y significativa entre el número de tipos de vegetación en los que se ubican las

especies *Quercus* y la riqueza de especies de insectos formadores de agallas ($r = 0.79$, g.l. = 8, $p < 0.05$) (Figura 11 a).

5.4.4. *Distribución en diferentes geoformas.* También existe una correlación positiva significativa entre el número de geoformas en los que se distribuyen las especies de *Quercus* y el número de especies de insectos formadores de agallas que presentaron ($r = 0.76$, g.l. = 8, $p < 0.01$) (Figura 11 b).

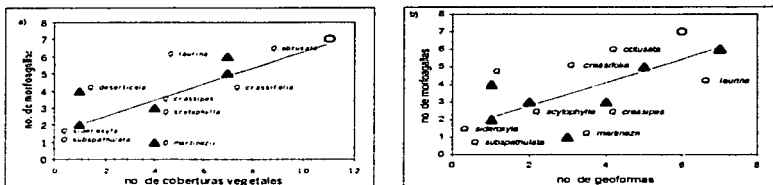


Figura 11. Correlación existente entre el número de insectos formadores de agallas que presenta cada especie de *Quercus* y a) el número de categorías de vegetación, y b) el número de geoformas en las que se encontró cada especie.

5.4.5. *Distribución de las secciones Lobatae y Quercus.* Se esperaba encontrar diferencias en la distribución entre las dos secciones en las que se divide el género *Quercus* y para probarlo se realizaron pruebas de U de Mann-Whitney, que probaron que no existen diferencias significativas en la amplitud de distribución en ninguno de los gradientes estudiados entre las dos secciones de *Quercus*.

5.5 Distribución geográfica de las especies de *Quercus* presentes en el estado de Michoacán.

Quercus glaucooides y *Q. rugosa* resultaron ser especies de gran amplitud geográfica tanto a escala continental y nacional como a escala estatal. En contraste, *Quercus segoviensis* que también se extiende más allá de las fronteras de nuestro país, en Michoacán resulto ser una especie de distribución muy restringida tanto en los gradientes, como en tipos de vegetación, geoformas y número de cuadros.

Quercus candicans, *Q. castanea*, *Q. conspersa*, *Q. crassifolia*, *Q. elliptica*, *Q. magnoliifolia*, *Q. pedunculata* y *Q. salicifolia* se distribuyen hasta América Central. De

estas especies *Quercus candicans* y *Q. castanea* son las que se distribuyen en el mayor número de entidades de la República Mexicana y así mismo para Michoacán mostraron ser especies distribuidas de manera amplia tanto en los gradientes como en número de cuadros, tipos de vegetación y geofformas.

Quercus obtusata, y, en menor grado, *Q. laeta* son especies de distribución restringida a México, y que para Michoacán mostraron gran amplitud de distribución, tanto por el número de cuadros en los que se encontraron, como en cuanto al gradiente altitudinal.

Q. martinezii muestra una distribución restringida en Michoacán en cuanto al número de cuadros en los que se ubica y también muestra una distribución restringida en cuanto a las entidades federativas en donde se le pudo encontrar, al parecer ocurre lo mismo con *Q. uxoris*, que no fue incluida en el trabajo ya que los ejemplares contenidos en los herbarios no contenían suficiente información.

Mediante la colecta de campo se obtuvieron y determinaron dos especies que no se encontraron en la literatura citada para el estado de Michoacán, *Quercus affinis* y *Q. segoviensis*, que sin embargo si se encontraron en el herbario MEXU (1998). También se colectaron y determinaron ejemplares de *Q. liehmannii*, especie que no se cita en la bibliografía consultada y tampoco contaba con registro en los herbarios visitados.

VI. Discusión y Conclusiones

6.1 Número de especies y esfuerzo de muestreo

6.1.1. *Número de especies.* En la Tabla 1 se enlistan las especies que han sido citadas o herborizadas por diferentes autores para el estado de Michoacán. En dicha Tabla aparecen 43 especies, algunas de las cuales son sinonimías, otras se han determinado erróneamente y otras podrían haber desaparecido, pues no se puede descartar la posibilidad de que especies que en el pasado se encontraron en Michoacán, hoy en día se hayan extinguido de esa región.

De las 43 especies citadas, y descartando las sinonimias (Bello y Labat, 1987; Valencia, 1995), existen actualmente alrededor de 35 especies del género *Quercus* en Michoacán.

6.1.2. *Esfuerzo de muestreo.* El trabajo con material herborizado y bibliográfico cuenta con muchas ventajas en cuanto a optimización de recursos, además es un método mediante el cual se evita al máximo la destrucción o perturbación del objeto de estudio y su entorno. Sin embargo, una de las principales desventajas con las que nos enfrentamos durante la realización de este trabajo, fue el hecho de que después de exhaustivas revisiones de herbario, el material con suficiente información sobre ubicación o en el mejor de los casos con coordenadas fue muy escaso. Por otra parte, al elaborar el mapa de ubicación de *Quercus* en Michoacán, se observa que independientemente de la especie, la mayoría de los puntos se ubican en unas pocas localidades, no más de 60 para todo el estado. Lo cual quiere decir que existe un sesgo hacia sitios que probablemente cuentan con características especiales, como el ser de fácil acceso y encontrarse relativamente cerca de poblados o tratarse de puntos de alta diversidad de especies (al menos del género en cuestión).

Hay especies de *Quercus* colectadas en Michoacán que cuentan con muy pocos ejemplares en los herbarios, esto podría deberse a que no se han realizado suficientes colectas en sitios donde ocurren estas especies. Pero también es probable que la abundancia relativa que muestran los herbarios sea representativa de la abundancia real, ya que al comparar el número de registros de las especies menos representadas en este trabajo con los de Bello y Labat (1978), se observa que el número de ejemplares consultado por estos autores no es muy superior. Al parecer, efectivamente se trata de especies poco abundantes

en Michoacán y en ocasiones restringidas en su amplitud de distribución en área y sobre el gradiente altitudinal, lo cual se discutirá con detalle más adelante.

La consulta del trabajo de Bello y Labat (1987) permitió optimizar tiempo y recursos en la colecta de ejemplares de *Quercus* en el campo. En siete días se obtuvo el 40% de las especies de *Quercus* presentes en Michoacán y un posible híbrido. Desafortunadamente algunos ejemplares quedaron determinados como afinidades, ya que debido a la época del año, algunas especies todavía no presentaban estructuras como flores y frutos, y principalmente en especies caducifolias, las hojas aún estaban muy inmaduras. Por ello, es preciso realizar muestreos en otras épocas del año a fin de obtener ejemplares de encinos susceptibles a ser determinados e incrementar el tamaño de muestra de agallas de encino. Por otra parte, comparada con el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Madre del Sur cuenta con muy pocos registros de *Quercus* lo cual permite suponer que para el género en cuestión dicha zona este submuestreada.

6.2. Distribución geográfica de las especies de *Quercus* en Michoacán

6.2.1. *Amplitud altitudinal.* El reducido número de ejemplares de herbario de algunas especies podría afectar los resultados de amplitud de distribución. Sin embargo, al comparar con datos de otros trabajos, se observa que las diferencias encontradas no dependen directamente del número de ejemplares por especie, pues aún en las especies que contaron con mayor número de ejemplares de herbario se observan diferencias. Por ejemplo, para Michoacán Bello y Labat (1978) (Figura 12) reportan que *Q. rugosa* tendría una amplitud de distribución altitudinal de 1950 m, lo que implica 495 m más que los aquí reportados. A lo largo de toda su distribución geográfica, datos más generales indican que *Q. rugosa* puede presentarse desde los 1100 m hasta los 3050, siendo más común encontrarla entre los 1800 y los 2800 msnm, que son 400 m menos que los encontrados en este trabajo para Michoacán. No obstante, las mayores diferencias en cuanto a amplitud si se encontraron en especies con tamaños de muestra (N) muy reducidos, a excepción de *Q. crassipes* con N = 82 y una diferencia de 1020 m y *Q. deserticola* con N= 33 y una diferencia de 659 m.

Para las especies que presentaron mayor restricción en su amplitud de distribución en el gradiente altitudinal, únicamente se revisaron de 1 a 8 ejemplares de herbario. Pero

aún así, para *Q. plampocula* y *Q. tuberculata*, los datos que proporcionan Bello y Labat (1978) corroboran la restricción de amplitud en altitud (que resulta de 260 y 200 m, respectivamente) y en menor grado para *Q. frutes* y *Q. glabrescens* (800 y 900 m).

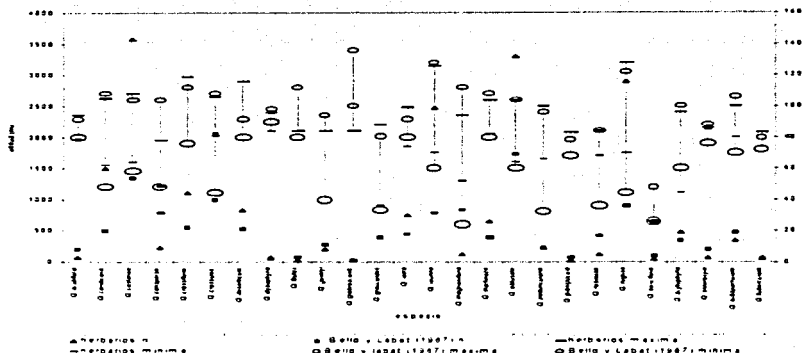


Figura 12 Comparación de resultados de amplitud altitudinal de especies de *Quercus* obtenida de datos de herbarios ▲ = N, — = altitud mínima, — = altitud máxima, y de Bello y Labat (1987) ■ = N, o = altitud mínima y máxima

Por otra parte, *Q. gentryi* es la especie que más difiere en cuanto a amplitud altitudinal entre ambos trabajos, y sin duda, el dato de 1360 m proporcionado por Bello y Labat (1987) se acerca más a la amplitud real, aunque la N = 8 también es muy pequeña. Para *Q. affinis* y *Q. repanda* no se encontraron datos de amplitud altitudinal para Michoacán

Entre las especies que contaron con más de 20 ejemplares en los herbarios y presentan una distribución restringida altitudinalmente están *Q. martinzii* y *Q. laeta* que difirieron entre 150 y 300 m respectivamente al comparar con Bello y Labat (1978). De igual forma en la Figura (■) se puede observar que hay bastante coincidencia en los límites de altitud. El resto de las especies presentan una amplitud altitudinal entre 730 y 1455 m. Sin embargo, también entre las especies que presentaron amplia distribución hay casos que contaron con un reducido número de ejemplares como *Q. glaucodes* y *Q. scythopylla* con

N = 16 y 19 respectivamente. Pero aún así, la correlación entre el tamaño de muestra y la amplitud altitudinal resultó positiva y significativa ($r = 0.646$; $g.l. = 28$; $p = 0.0002$). Esto puede indicar que las especies más abundantes son también las que se distribuyen de manera más amplia sobre el gradiente altitudinal o que el reducido tamaño de muestra de algunas especies no permite conocer su amplitud de distribución en altitud. Ampliando el tamaño muestral de estas especies con material de herbario, se podría determinar si la restricción altitudinal se debe al tamaño muestral o a factores limitantes para las especies.

6.2.2. *Amplitud latitudinal y en área de las especies de Quercus.* Las regresiones entre la amplitud latitudinal ($r = 0.621$; $g.l. = 19$; $p = 0.0034$), el área continua ($r = 0.71$; $g.l. = 15$; $p = 0.002$) y el número de cuadros ($r = 0.89$; $g.l. = 19$; $p < 0.0001$) contra el tamaño de muestra, también resultaron positivas y significativas. Sin embargo para la amplitud latitudinal *Q. glaucoides* y *Q. pedunculata* contaron con $N=5$ y $N=6$ respectivamente, a pesar de lo cual presentaron gran amplitud latitudinal (Figura 6). Lo que ocurre con estas dos especies, es que tienen registros de colecta a ambos lados de la depresión del río balsas. Lo mismo ocurre con *Q. conspersa* y *Q. scytophylla*. El caso contrario ocurre con *Q. laurina* y *Q. martinezii* que contaron con $N = 40$ y 29 , respectivamente y se restringen a menos de 70,000 metros sobre el gradiente latitudinal. Para el tamaño de muestra (N) por número de cuadros también hay contrastes como los de *Q. martinezii* y *Q. candicans* ambas con $N = 29$, y mientras la primera únicamente se encontró representada en cinco cuadros, la segunda se ubicó en 12 cuadros de 19. *Quercus martinezii* resultó restringida tanto en amplitud latitudinal como en el número de cuadros en los que se ubicó. A comparación con la distribución en latitud presentada en este trabajo (Figuras 6 y 8), Bello y Labat (1987) únicamente describen dos especies *Q. laeta* y *Q. rugosa* como exclusivas de la parte norte del estado. Lo cual permite corroborar la falta de registros "completos" de *Quercus* de Michoacán procedentes de la parte sur del estado en los herbarios visitados.

6.2.3. *Distribución en diferentes tipos de vegetación conservada y perturbada.* No es posible hacer una comparación directa de los tipos de vegetación en los que se ubicó cada especie, debido a las diferencias en de los sistemas de clasificación empleados. Pero a grandes rasgos la literatura describe a *Q. obtusata* y *Q. rugosa* como especies que pueden habitar en variados tipos de vegetación. A pesar de los resultados encontrados aquí, Bello y Labat (1987) ubican a *Q. crassifolia* únicamente en dos tipos de vegetación, bosque de

encino y de pino-encino. Así mismo, a *Q. laurina* la ubican en bosque mesófilo de montaña y bosque de encino-pino.

Q. crassipes se ubica sobre pastizales y lugares secos y en contraste *Q. subspathulata* en general se describe como una especie de lugares húmedos y vegetación de bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino.

Es importante hacer notar que contrariamente a lo esperado únicamente dos de las especies en las que se encontraron agallas (*Q. salicifolia* y *Q. sideroxyta*) se ubicaron exclusivamente en sitios con vegetación perturbada. Pero esto podría deberse a la escala a la cual se trabaja por medio de fotografías aéreas e imágenes, misma que no permite identificar este nivel de detalle. No obstante, es preciso aclarar que en el campo se observó que la incidencia de agallas aumenta notoriamente en sitios al borde de caminos, senderos o claros, donde existe evidencia de tala o quema y esto se relaciona con el hecho de que los insectos agalleros atacan preferentemente lugares de la planta de crecimiento rápido (Price *et al.*, 1998) como son los meristemos, primordios, foliolos, etc que se activan cuando la planta ha sido dañada.

6.3. Asociaciones interespecíficas en *Quercus*

Al parecer el mayor número de colectas en el estado de Michoacán se ha realizado en el cuadro 8 (Figura 8). Se encontraron 56 registros para esta zona, que corresponde principalmente a los municipios de Cd. Hidalgo y Queréndaro, los cuales se ubican en una zona que cuenta con altitudes desde los 2000 hasta los 3140 m. Sin embargo, el mayor número de especies por cuadro se encontró en los cuadros 5 y 10 que corresponden al área ubicada entre Tangancicuaro y Tancitaro, en esta zona se encuentran alturas desde los 1500 hasta los 3840 m s.n.m. y es la zona con mayor deterioro según el mapa de vegetación (Figura 2)

Los resultados de la composición de especies de *Quercus* en distintos cuadros permiten suponer que hay dos áreas bien diferenciadas en cuanto a composición de especies, una de ellas que incluye a los cuadros 6 y 11, con especies como *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. crassipes*, *Q. laeta*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*. La otra incluye a los cuadros 8, 12 y 14, que cuentan con especies como *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. laurina*, *Q. martinexii*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y *Q. scytophylla*. Es notable la ausencia de especies en el cuadro 13, que corresponde a las zona entre Mil

Cumbres y San Antonio Villa Longin. Al parecer se trata de una cañada, con vegetación de selva baja caducifolia flanqueada por colinas y lomerios bajos con vegetación de matorral y pastizal. Este podría ser un sitio con condiciones que no permiten el establecimiento de encinos. No obstante, se debe notar que únicamente se registraron 4 ejemplares para esta zona, que correspondieron a 4 especies. Lo que significa que es una zona poco explorada. Aunque los resultados de composición de especies no arrojaron evidencias sobre la zona sur del estado, esta merece atención. Como se aprecia en las Figuras 6 y 8, *Q. salicifolia* únicamente se encontró en dicha parte del estado, es la especie que se localiza a menor latitud y a menor altitud en Michoacán, lo cual coincide con los registros de Bello y Labat (1987) *Quercus conspersa* y *Q. glaucoides* también comparten este patrón aunque en menor grado, y presentan mayor amplitud en latitud ya que se extienden hasta las laderas del Eje Neovolcánico Transversal. Estas tres especies suelen encontrarse en lugares secos y asociadas a vegetación de selva baja caducifolia. Existen dudas acerca de la existencia de *Q. salicifolia* en Michoacán (S. Valencia, coms. pers.), pero dado que los sitios de colecta de estos ejemplares se ubican en La Sierra Madre del Sur en una zona muy cercana a la costa de Guerrero, como lo indica Valencia (1995) para dicha especie en Guerrero, es posible que si se trate de ejemplares de esta especie.

En cuanto a las especies positivamente asociadas, Bello y Labat (1987) mencionan las existentes entre *Q. candicans* y *Q. castanea*, y entre *Q. candicans* y *Q. laurina* pero no entre *Q. castanea* y *Q. laurina*. En cuanto a los resultados negativos de las asociaciones los datos de estos autores coinciden con lo encontrado en este trabajo. Se puede suponer que las especies que se presentan juntas responden a combinaciones ambientales similares.

6.4. Asociaciones entre *Quercus* y sus insectos formadores de agallas

6.4.1. *Distribución en el gradiente altitudinal.* Fernandes y Lara (1993, 1998) encontraron una relación entre incremento en la diversidad de especies formadoras de agallas y el descenso en altitud. En el presente trabajo las correlaciones resultaron no significativas. Lo que se observa es que al correlacionar los morfós con la altitud, la correlación resulta positiva y al correlacionar el número de agallas con la altitud la correlación resulta negativa. No se le puede dar mucho crédito por ser no significativo, pero indicaría una

relación inversa entre número de especies y abundancia de las mismas. Implicaría que la competencia interespecífica es más fuerte que la intraespecífica, y cuando pocas especies ocupan una zona del gradiente, hay mayor densidad de individuos y cuando hay muchas especies hay poca densidad de individuos. Las especies que se presentan a una altitud promedio intermedia son las que cuentan con mayor riqueza de insectos formadores de agallas. Sin embargo, es muy probable que la N afecte los resultados. También es probable que a nivel local este patrón no se cumpla. Pero para poder establecer esta posible correlación sería interesante y necesario realizar esta comparación en distintos individuos de la misma especie ubicados a diferentes alturas sobre el gradiente altitudinal.

6.4.2 Amplitud de Distribución. Las especies con mayor amplitud de distribución sobre diferentes gradientes son las que cuentan con mayor riqueza de insectos formadores de agallas. La mayoría de las especies formadoras de agallas se establecen preferentemente sobre especies de *Quercus* de distribución amplia. Lo cual coincide con las observaciones de diversos autores que han trabajado con distintos grupos de insectos (Kennedy y Southwood, 1984, Strong *et. al.*, 1984, Cornell, 1985 y Leather, 1986), en el sentido de que la amplitud de distribución de las especies de plantas hospedadoras sirve de pronóstico para conocer la riqueza de insectos que estas presentan. Sin embargo, es muy probable que la composición de especies formadoras de agallas sobre una misma especie de *Quercus* varíe dependiendo de las distintas condiciones ambientales en las que se desarrolle la especie de encino, es decir, que es muy probable que el número de especies de insectos formadores de agallas que ataca a una especie de encino puede variar poco de un sitio a otro con condiciones ambientales muy distintas, pero las especies de formadores de agallas pueden cambiar mucho de un sitio a otro aún sobre la misma especie de hospedero.

Quercus obtusata es la especie que se presenta en un mayor número de cuadros, en mayor número de categorías de vegetación, en un gradiente latitudinal más amplio, en una mayor área de distribución y además fue la especie en la que se encontró el mayor número de morfoespecies de insectos formadores de agallas. Por lo tanto, se puede decir, que para el caso de esta especie parece ser que la amplitud de distribución efectivamente está relacionada con la riqueza de insectos formadores de agallas. Por otra parte, *Q. obtusata* resulto una especie de relevancia ya que de las especies contenidas en el trabajo, fue la única representante de la sección *Quercus* con presencia de agallas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por otro lado, se encuentra *Q. rugosa* que es una especie que también presentó gran amplitud de distribución geográfica en el estado, puesto que se encontró en 12 de los 19 cuadros del mapa del estado, además fue la especie con mayor amplitud de distribución en el gradiente altitudinal, en el mayor número de diferentes tipos de vegetación y de geoformas y sin embargo mediante la colecta de campo únicamente se encontraron dos agallas sobre individuos de esta especie. Cabe mencionar que de estas agallas no se obtuvieron insectos. Pero es probable que esta especie, en general presente pocos ataques de insectos formadores de agallas debido a que cuenta con hojas muy duras, que si no impiden si dificultan la oviposición de la hembra de himenóptero. Con respecto a *Q. rugosa* se puede suponer que ocurra como en otras especies de plantas que se han estudiado, en donde se ha observado que las especies que cuentan con hojas duras, fibrosas y con un contenido bajo de agua y nitrógeno presentan menor daño (Coley, 1987). Según Leather (1991) hay que tomar en cuenta el papel de las defensas químicas ya que pueden explicar las diferencias que se encuentran en las relaciones especie-área de diferentes especies de hospederos.

6.4.3. Amplitud de distribución en área. Al calcular el área de distribución continua para cada especie se formaron dos grupos. Por un lado, tres especies de distribución restringida (*Q. crassipes*, *Q. septophylla* y *Q. sideroxyta*) en un área de menos de 15 000 km²; las cuales contaron con un pequeño número de morfoespecies de insectos formadores de agallas. Por otro lado, un grupo de tres especies de amplia distribución (*Q. crassifolia*, *Q. laurina* y *Q. obtusata*) en un área de más de 15 000 km² y con entre cinco y siete morfoespecies de insectos formadores de agallas.

Es obvio que el número de individuos colectados no permite apreciar un patrón en cuanto al número de morfoespecies con los que cuenta cada especie de *Quercus* y aunque el número de morfoespecies formadoras de agallas colectado es muy bajo, es muy posible que ampliando el número de colectas se apreciara un patrón más claro en cuanto a la relación existente entre la amplitud de distribución de las diferentes especies y el número de morfoespecies que presenta cada especie de *Quercus*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.6. Perspectivas

El trabajo evidenció la necesidad de un mayor esfuerzo de muestreo a fin de obtener patrones de distribución de las especies parásitas y de las hospederas para establecer correlaciones con condiciones ambientales.

Por otra parte, el mapa de distribución conocida obtenido representa la distribución de las especies en un solo punto en el tiempo (Miller, 1994); por lo que es indispensable contar con registros de otra épocas del año. Así mismo, es importante no perder de vista las asincronías en la procedencia de los datos al momento de sacar conclusiones. Cada uno de los conjuntos de datos utilizados corresponde a diferentes lapsos; por ejemplo el material de herbario corresponde al menos a cuatro décadas y la información de tipos de vegetación y de geoformas corresponde a los noventas, mientras que la información de la incidencia de agallas corresponde a un solo periodo de colecta, a lo largo de una semana.

La escala de elaboración del mapa de uso de suelo y vegetación no permitió conocer la relación existente entre la perturbación de los sitios y la incidencia de agallas. Sin embargo, mediante el trabajo de campo se detectó que la incidencia de insectos formadores de agallas parece ser muy sensible a las perturbaciones, así que a pesar de que con este trabajo no se comprobó tal relación, una posible aplicación de un trabajo de esta índole es el estudio de los insectos agalleros como indicadores de deterioro ambiental (Brown, 1997). Para lo cual se requiere conocer mejor la biología de cada una de las especies. Así mismo, al conjuntar la información obtenida mediante las colectas de especies con la obtenida a partir de sobreposición de información de mapas temáticos, se podría inferir la distribución potencial de cada especie y corroborar la existencia de ciertas especies clave en áreas naturales protegidas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

VII. Literatura Citada

- Aguilar, J y W. J. Boecklen. 1992. Patterns of herbivory in the *Quercus grisea* x *Quercus bambelii* species complex. *Oikos* 64:498-504.
- Askew, R. R. 1980. The diversity of insect communities in leaf-mines and plant galls. *J. Anim. Ecol.* 49:817-829.
- Askew, R. R. 1984. The biology of gall wasps. En: Anathakrishnan T. N. (ed.). *Biology of gall insects*. pp. 223-271. Edward Arnold, Londres.
- Baes, C. F., H. F. Goeller, J. S. Olson y R. M. Rotty. 1977. Carbon dioxide and climate, the uncontrolled experiment. *Am. Sci.* 65:310-320.
- Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend. 1990. *Ecology, individuals, populations and communities*. pp. 816-844. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bello G. M y J. Labat. 1987. *Los encinos (Quercus) del estado de Michoacán, México*. Cuaderno de Estudios Michoacanos 1. CEMCA-INI-FAPSARH, México. 97 pp.
- Bocco, G., G. Velázquez, A. Mendoza, M. A. Torres, A. Torres. 1996. *Proyecto de actualización del ordenamiento ecológico general del territorio del país. Subproyecto regionalización ecológica del estado de Michoacán de Ocampo*. Informe Técnico para INE-SEMARNAP, Centro de Ecología, UNAM y Departamento de Ecología de los Recursos Naturales. U. A. de Morelia. 96 pp.
- Breedlove, D. 1986. *Listados florísticos de México IV. Flora de Chiapas*. Instituto de Biología, UNAM, México.
- Brookfield, J. K. 1972. The inhabitants (Hymenoptera: Cynipidae, Chalcidoidea) of the cynipidous galls of *Quercus borealis* in Nova Scotia. *Can. Entomol.* 104:1123-113.
- Brown, J. H. 1995. *Macroecology*. University of Chicago Press, Chicago.
- Brown, K. S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *J. Insect Conserv.* 1:25-42
- Chapman, D. A. y J. R. Busy. 1994. Linking plant species information to continental biodiversity inventory, climate modeling and environmental monitoring. En: Miller, R. I. (ed.). *Mapping the diversity of nature*. pp. 179-198. Chapman and Hall, Oxford.
- Coley, P. D. 1987. Patrones en las defensas de las plantas: ¿por qué los herbívoros prefieren ciertas especies?. *Rev. Biol. Trop.* 35:165-175.

- Conner, E. F., S. H. Faeth, D. Simberloff y P. A. Opler. 1980. Taxonomic isolation and the accumulation of herbivorous insects: a comparison of introduced and native trees. *Ecol. Entomol.* 5:205-211.
- Cornell, H. V. 1983. The secondary chemistry and complex morphology of galls formed by the Cynipinae (Hymenoptera): why and how. *Amer. Midl. Nat.* 110:225-234.
- Cornell, H. V. 1985. Local and regional richness of cynipine gall wasps on California oaks. *Ecology* 66:1247-1260.
- Cornell, H. V. 1986. Oak species attributes and host size influence cynipine wasp species richness. *Ecology* 67: 1582-1592.
- Cornell, H. V y J. O. Washburn. 1979. Evolution of the richness-area correlation for cynipid gall wasps on oak trees: a comparison of two geographic areas. *Evolution* 33:257-274
- Darlington, A. 1974. The galls on oak. En: Morris, M. G y F. H. Perring (eds.) *The British oak: its history and natural history*. pp. 298-311. The Botanical Society of the British Isles/E. W. Classey, Faringdon, Berkshire.
- ESRI. 1999. *Getting Started with ArcInfo 8*. Nueva York, N. Y.
- Evans, D. 1972. Alternate generations of gall cynipids (Hymenoptera: Cynipidae) on Garry oak. *The Can. Entomol.* 104:1805-1818.
- Ezcurra, E., M. Equihua, B. Kohlman y S. Sanchez-Colón. 1984. *Métodos cuantitativos en la biogeografía*. Instituto de Ecología, UNAM, México. 125 pp.
- Fernandes, G. W y A. C. F. Lara. 1993. Diversity of Indonesian gall-forming herbivores along altitudinal gradients. *Bio. Rex.* 1:186-192.
- Fernandes, G. W y P. W. Price. 1992. The adaptive significance of insect gall distribution: survivorship of species in xeric and mesic habitats. *Oecologia* 90:14-20.
- Fullaway, D. T. 1911. Monograph of the gall-making cynipidae (cynipinae) of California. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 4:331-380.
- Gobierno del estado de Michoacán. 1987. *Los municipios de México*. Enciclopedia de los Municipios de México.
- González, R. R. 1993. La diversidad de los encinos mexicanos. *Rev. Soc. Mex. His. Nat.* Vol. Esp. XLIV:125-142.
- González, V. L. M. 1986. *Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Jalisco*. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara, Guadalajara. 240pp.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Hall, J. B. 1994. A medley of contexts for mapping species data. En Miller, R. I. (ed.) *Mapping the diversity of nature*. pp. 19-35. Chapman and Hall, Oxford.
- Ibarra, M. G. 1996. Biogeografía de los árboles nativos de la península de Yucatán: un enfoque para evaluar su grado de conservación. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.
- INE. 1997. *Parques nacionales de México*. Volumen III: Michoacán. INE-SEMARNAP 47p.
- INF. 2001. *Inventario nacional forestal 2000*. Instituto de Geografía. UNAM. INE-SEMARNAT. México.
- INEGI. 1978. Carta topográfica. Morelia. E14-1. Escala 1:250, 000. México.
- INEGI. 1985. *Síntesis geográfica de Michoacán*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- INEGI. 1997. *Geología de la República Mexicana*. INEGI-UNAM.
- INEGI. 1998. Anuario Estadístico de Michoacán. INEGI-Gobierno del estado de Michoacán.
- Janzen, D.H. 1977. Promising directions of study in tropical animal-plant interaction. *Ann. Missouri Bot. Gar.* 64:706-736.
- Jones, J. H. 1986. Evolution of the Fagaceae: implications of foliar features. *Ann. Missouri Bot. Gar.* 73:228-275.
- Judd, S y I. Hodkinson. 1998. The biogeography and regional biodiversity of the British seed bugs (Hemiptera:Lygaeidae). *J. Biog.* 25:227-249.
- Kennedy, C. E y T. R. E. Southwood. 1984. The number and species of insects associated with British trees: a re-analysis. *J. Anim. Ecol.* 53:455-478.
- Kostoff, D. y J. Kendall. 1929. Studies on the structure and development of certain cynipid galls. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole* 56:402-459.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. Harla. México. 753. pp.
- Krishnan, H. B. y V. R. Franceschi. 1988. Anatomy of some leaf galls of *Rosa woodsii* (Rosaceae). *Am. J. Bot.* 75:369-376.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Laevenworth, J. 1946. A preliminary study of the vegetation of the region between Cerro Tancitaro and the Río Tepalcatepec, Michoacán, México. *Amer. Midl. Nat.* 36:137-206.
- Laurini, R. y D. Thompson. 1995. *Fundamentals of spatial information systems*. Academic Press, San Diego. 680 pp.
- Lawton, J. H y D. Schröder. 1977. Effects of plant type, size of geographical range and taxonomic isolation on number of insect species associated with British plants. *Nature* 265:137-140.
- Leather, S. R. 1985. Does the bird cherry have its fair share of insect pests? An appraisal of the species-area relationships of the phytophagous insects associated with British *Prunus* species. *Ecol. Ent.* 10:43-57.
- Leather, S. R. 1986. Insect species richness of the British Rosaceae: the importance of host range, plant architecture, age of establishment, taxonomic isolation and species-area relationships. *J. Anim. Ecol.* 55:841-860.
- Leather, S. R. 1991. Feeding specialisation and host distribution of British and Finnish *Prunus* feeding macrolepidoptera. *Oikos* 60:40-48.
- MacArthur, R. H. 1965. Patterns of species diversity. *Biol. Rev.* 40:510-533.
- MacArthur, R. H. 1972. *Geographical ecology: patterns in the distribution of species*. Harper and Row, New York.
- Magurran, A. E. 1989 *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Manos, P. S., J. J. Doyle y K. Nixon. 1999. Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 12:333-349.
- Martínez, M. 1951. Los encinos de México y Centroamérica. *An. Inst. Biol. Méx.* 23:351-368.
- McVaugh, R. 1974. Fagaceae. En: Flora Novo-Galiciana. *Contrib. Univ. Mich. Herb.* 12:1-93.
- Miller, R. J. 1994. *Mapping the diversity of nature*. Champan and Hall, Oxford. 217 pp
- Miranda, 1947. "Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río del Balsas". Estudios sobre la vegetación de México V. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 8:95-114.
- Müller, C. H. 1942. Notes on the American flora, Chiefly Mexican. *Amer. Midl. Nat.* 27:470-490.

- Nixon, K. C. 1993a. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. *Ann. Sci. For.* 50:25s-34s.
- Nixon, K. C. 1993b. The genus *Quercus* in Mexico. En: Ramamoorthy, T. P. R. Bye, A. Lo y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. pp. 447-458. Oxford University Press, Nueva York.
- Opler, P. A. 1974. Biology, ecology, and host specificity of microlepidoptera associated with *Quercus agrifolia* (Fagaceae) *Univ. Calif. Publ. Ent.* 75:1-85.
- Pequet, D. J. y D. F. Marble. 1990. *Introductory readings in geographic information systems*. Taylor & Francis, New York.
- Price, M.F. y D. I. Heywood. 1994. *Mountain environments and geographic information systems*. Taylor & Francis, London. 309pp.
- Price, P. W. 1980. *Evolutionary biology of parasites*. Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Price, P. G. W. Fernandes, A. C. Lara, J. Brawn, H. Barrios, M. G. Wright, S. P. Ribeiro y N. Rothcliff. 1998. Global patterns in local number of insect galling species. *J. Biol.* 225:581-591.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica mexicana. *Acta Bot. Mex.* 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the Phanerogamic Flora. En: Ramamoorthy, T. P. R. Bye, A. Lo y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York.
- SAHOP, Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1980. *Ecoplan del estado de Michoacán*. SAHOP-Gobierno del Estado de Michoacán. 143 pp.
- Schultz, B. B. 1992. Insect herbivores as potential causes of mortality and adaptation in gall forming insects. *Oecologia* 90:297-299.
- Sokal, R. R., y F. J. Rolf. 1981. *Biometry*. Freeman, New York.
- Strong, D. R., J. H. Lawton y T.R.E. Southwood. 1984. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. Blackwell, Oxford.
- Taft, J. B y D. R. Bissing. 1988. Developmental anatomy of the horned oak gall induced by *Callirhytis cornigera* on *Quercus palustris* (pin oak). *Amer. J. Bot.* 75:26-36.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Trelease, W. 1924. The American oaks. *Mem. Nation. Acad. Sci.* 20:1-255.
- Valdéz, T. y M. L. Aguilar. 1983. El género *Quercus* en las unidades florísticas del municipio de Santiago, N. L. México. *Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For.* 98:1-94.
- Valencia, A. S. 1994. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Guerrero, México. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM, México. 183 pp.
- Valencia, A. S. 1995. *Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Guerrero, México.* Contribuciones del Herbario de la Facultad de Ciencias No. 1. UNAM, México. 154 pp.
- Weld, L. H. 1960. A new genus in Cynipoidea (Hymenoptera). *Proc. Entomol. Soc. Washington* 62:195-196.
- Woodwell, G. M., R. H. Whittaker, W. A. Reiners, G. E. Likens, C. C. Delwiche y D. B. Botkin. 1978. The biota and the world carbon budget. *Science* 199:141-146.
- Wood, B. W. y J. A. Payne. 1988. Growth regulators in chestnut shoot galls infected with oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae). *Env. Ent.* 17:915-920.
- Zavala, C. F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo* 16: 43-51.
- Zavala, C. F. 1995. *Encinos y robles: notas fitogeográficas.* Universidad Autónoma de Chapingo, México. 43 pp.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Apéndice 1

Tabla 7. Matriz de presencia/ausencia de especie de *Quercus* sobre geomorfos y tipos de vegetación y uso del suelo

	geomorfos		uso de suelo y vegetación												total geomorfos	total vegetación										
			vegetación natural						agricultura y pastizal																	
	conservada		vegetación natural	perturbada					agricultura y pastizal	agricultura y pastizal							total geomorfos	total vegetación								
total	4	6	9	11	12	7	11	5	1	9	2	1	7	5	4	2	1	3	12	1	0	5	4			
<i>Q. castanea</i>																									4	
<i>Q. conspersa</i>																										4
<i>Q. macrocarpa</i>																										7
<i>Q. macrocarpa</i>																										5
<i>Q. macrocarpa</i>																										7
<i>Q. macrocarpa</i>																										4
<i>Q. macrocarpa</i>																										1
<i>Q. macrocarpa</i>																										1
<i>Q. macrocarpa</i>																										1
<i>Q. macrocarpa</i>																										5
<i>Q. macrocarpa</i>																										8
<i>Q. macrocarpa</i>																										5
<i>Q. macrocarpa</i>																										8
<i>Q. macrocarpa</i>																										1
<i>Q. macrocarpa</i>																										1
<i>Q. macrocarpa</i>																										2
<i>Q. macrocarpa</i>																										2
<i>Q. macrocarpa</i>																										1
<i>Q. macrocarpa</i>																										1
<i>Q. macrocarpa</i>																										1

bosque ca = bosque de coníferas y *Quercus*
 pi = pastizal inducido
 mx = matorral xerofítico
 aes = agricultura semipermanente

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Apéndice 2

Tabla 8. Densidad y porcentaje de especies de *Quercus* para cada cuadro de 50, 000 m²

cuadro no.	no. especies por cuadro	% de especies por cuadro
1	1	5.00
2	7	35.00
3	5	25.00
4	7	35.00
5	11	55.00
6	9	45.00
7	8	40.00
8	9	45.00
9	5	25.00
10	10	55.00
11	9	45.00
12	9	45.00
13	4	20.00
14	9	45.00
15	2	10.00
16	4	20.00
17	2	10.00
18	2	10.00
19	2	10.00

N=20 especies. Únicamente se numeraron los cuadros que contenían especies de *Quercus*.

Apéndice 3

Tabla 9. Inspección de Ovarios y muerte agallas colectadas

no. sato	nombre sato	especie Quercus	no de ejemplares	forma	tejido	altura (m)	insecto encontrado	cantidad
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	2	güta	meristem.	2340	-	-
1	Juan Perez	Q. chrysolepis Hemth	2	güta	meristem.	2340	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	2	güta	meristem.	2340	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	3	peluda	hoja	2340	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	5	calabaza	meristem.	2340	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	7	nuez	hoja	2340	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	8	-	-	-	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	9	-	-	-	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	10	algarrobo	hoja	2340	-	-
1	Juan Perez	Q. crassifolia H & B	12	-	-	-	-	-
2	Los Azules 1	Q. affinis Schead	13	-	-	-	-	-
2	Los Azules 2	Q. affinis & lasurima	14	-	-	-	-	-
2	Los Azules 3	Q. affinis & lasurima	15	güta	hoja	2820	-	-
2	Los Azules 1	Q. affinis & lasurima	15	güta	hoja	2820	hormonopiero	1
2	Los Azules 1	Q. affinis & lasurima	15	leñoa	pecaño	2820	hormonopiero	2
2	Los Azules 1	Q. lasurima H & B	16	-	-	-	-	-
2	Los Azules 1	Q. lasurima H & B	17	nuez	hoja	2820	-	-
2	Los Azules 1	Q. lasurima H & B	17	esfera 2mm	hoja	2820	-	-
2	Los Azules 1	Q. lasurima H & B	17	manzana	meristem.	2820	-	-
2	Los Azules 1	Q. lasurima H & B	17	aguacate	meristem. axilar	2820	-	-
3	Los Azules 2	Q. affinis & lasurima	18	grano	hoja	2820	-	-
3	Los Azules 2	Q. affinis & lasurima	18	güta	hoja	2820	-	-
3	Los Azules 2	Q. affinis Schead	19	calabaza	meristem. axilar	2840	-	-
3	Los Azules 2	Q. affinis Schead	19	manzano	pecaño	2840	-	-
3	Los Azules 2	Q. affinis Schead	19	manzana	meristem.	2840	-	-
3	Los Azules 2	Q. affinis Schead	19	manzana	meristem. axilar	2840	hormonopiero	44
3	Los Azules 3	Q. crassifolia H & B	20	-	-	-	-	-
3	Los Azules 3	Q. lasurima H & B	21	güta	hoja	2840	-	-
3	Los Azules 3	Q. lasurima H & B	21	manzana	meristem.	2840	coleoptero	3
3	Los Azules 2	Q. lasurima H & B	21	calabaza	meristem.	2840	-	-
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	22	manzana	meristem.	2450	hormonopiero	1
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	23	calabaza	meristem.	2450	hormonopiero	1
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	23	calabaza	meristem.	2450	hormonopiero	1
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	23	calabaza	meristem.	2450	hormonopiero	1
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	23	calabaza	meristem.	2450	hormonopiero	1
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	23	calabaza	meristem.	2450	hormonopiero	1
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	23	calabaza	meristem.	2450	hormonopiero	1
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	24	nuez	hoja (vera media)	2450	-	-
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	24	uvas	hoja	2450	hormonopiero	2
4	Jarcacuro 1	Q. crassifolia H & B	24	uvas	hoja	2450	hormonopiero	2
5	Jarcacuro 2	Q. crassifolia H & B	25	nuez	hoja	2350	-	-
5	Jarcacuro 2	Q. crassifolia H & B	26	-	-	-	-	-
5	Jarcacuro 2	Q. crassifolia H & B	27	-	-	-	-	-
6	Jarcacuro 2	Q. pubiflora H & B	28	manzana	meristem.	2350	hormonopiero	8
6	Jarcacuro 2	Q. pubiflora H & B	28	manzana	meristem.	2350	hormonopiero	1
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	29	pelusa blanca	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	29	esfera roja	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	29	uvas	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	30	-	-	-	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	31	hüta	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	31	uvas	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	31	esfera roja	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	31	esfera	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	31	pelusa blanca	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	32	nuez	hoja	2230	-	-
6	La Escalera	Q. crassifolia H & B	32	esfera roja	hoja	2230	-	-
7	Parque Morelos	no determinada	33	-	-	-	-	-
7	Parque Morelos	Q. crassifolia H & B	34	manzano & üta	rama	2130	-	-
7	Parque Morelos	no determinada	35	-	-	-	-	-
7	Parque Morelos	Q. lasurima H & B	36	manzano	meristem.	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. lasurima H & B	37	manzana	meristem.	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. lasurima H & B	37	calabaza	meristem.	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. subpubiflora Treil	38	pelusa café	hoja	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. subpubiflora Treil	38	pelusa amarilla	hoja	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. subpubiflora Treil	38	pelusa amarilla	hoja	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. subpubiflora Treil	39	-	-	-	-	-
7	Parque Morelos	Q. crassifolia L. sem.	40	nuez	hoja	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. crassifolia L. sem.	40	manzana	hoja	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. crassifolia L. sem.	40	manzana	meristem.	2130	-	-
7	Parque Morelos	Q. crassifolia L. sem.	40	esfera blanca	hoja	2130	-	-
8	Pinar Real 1	Q. lasurima H & B	41	esfera roja	hoja	2190	-	-
8	Pinar Real 1	Q. lasurima H & B	42	nuez	hoja	2190	-	-
8	Pinar Real 2	no determinada	43	-	-	-	-	-
8	Pinar Real 2	Q. crassifolia L. sem.	43	-	-	-	-	-
8	Pinar Real 2	no determinada	44	-	-	-	-	-
8	Pinar Real 3	Q. subpubiflora H & B	45	-	-	-	-	-

TFPIS CON FALLA LE ORIGEN

Apéndice 3

continuación Tabla 9 Especies de *Quercus* y morfología de las colecciones

atao No	nombre atao	especie <i>Quercus</i>	no de especular	forma	lejales	altitud (m)	suavos (principal)	cantidad
8	Pano Real 2	<i>Q. obtusata</i> H. & H.	46					
9	Pano Real 2	no determinada	47					
9	Pano Real 2	<i>Q. aff. subseriata</i>	48			2230		
9	Pano Real 2	no determinada	49					
9	Pano Real 2	<i>Q. rugosa</i> Née	50		lata	2230		
9	Pano Real 2	<i>Q. obtusata</i> H. & H.	51					
1	Zantrintzan	no determinada	52					
1	Zantrintzan	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	53					
1	Zantrintzan	<i>Q. aff. subseriata</i>	54					
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	55	manzana	meristem	2100		
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	55	calabaza	meristem	2100	dipereo	7
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	55	calabaza	meristem	2100	hormospiero	1
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	55	calabaza	meristem	2100	hormospiero	1
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	55	calabaza	meristem	2100	hormospiero	1
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	56	calabaza	meristem	2100		
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	57	calabaza	meristem	2100		
10	San Isidro	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	57	manzana	meristem	2100		
11	El Madroño	<i>Q. laurina</i> H. & H.	58	nuez	hoja	2425		
11	El Madroño	no determinada	59					
11	El Madroño	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	60					
11	El Madroño	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	61					
11	El Madroño	<i>Q. obtusata</i> H. & H.	62					
11	El Madroño	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	63			2425		
11	El Madroño	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	64	nuez	hoja	2425		
11	El Madroño	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	64	manzana	meristem	2425		
11	El Madroño	<i>Q. rugosa</i> Née	65					
11	El Madroño	<i>Q. rugosa</i> Née	66					
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	67	manzana	meristem	2400	hormospiero	1
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	67	manzana	meristem	2400	hormospiero	1
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	67	manzana	meristem	2400	hormospiero	1
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	68	manzana	meristem	2400		
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	68	calabaza	meristem	2400		
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	69	manzana	meristem	2400		
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	70	manzana	meristem	2400		
12	Nuevo, San Juan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	70	calabaza	meristem	2400		
13	Viejo, San Juan I	<i>Q. rugosa</i> Née	71					
13	Viejo, San Juan I	<i>Q. aff. rugosa</i> Née	72	manzana	meristem	2500		
13	Viejo, San Juan I	<i>Q. aff. rugosa</i> Née	72	aliso	hoja	2500		
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	73	nuez	hoja	2600		
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	74					
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	74					
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. rugosa</i> Née	76					
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	77					
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	78	manzana	meristem	2600	hormospiero	9
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	78	manzana	meristem	2600	hormospiero	1
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	78	calabaza	meristem	2600	hormospiero	1
14	Viejo, San Juan 2	<i>Q. crassipes</i> H. & H.	78	nuez	hoja	2600		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	79	pechala amarilla	hoja	1700		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	79	estera 2.5	hoja	1730		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	80	estera 2.5	hoja	1730		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	80	estera	hoja	1730		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	80	estera	hoja	1730		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	81	vena media	hoja	1730		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	81	estera	hoja	1730	hormospiero	1
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	81	estera	hoja	1730	hormospiero	1
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	81 y 81	pasia	hoja (vena lateral)	1730		
15	Santa Clara	<i>Q. laurina</i> H. & H.	81	manzana	meristem	1730		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	83	manzana	meristem	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. aff. laurina</i> H. & H.	84	estera	lata	2110		
16	Jiquilpan	no determinada	85	manzana	meristem	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	86	calabaza	meristem	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	86	estera	hoja	2110	hormospiero	1
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	87	pechala amarilla	hoja	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	87	estera	hoja	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. pedunculata</i> Tré	89	manzana	meristem	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. pedunculata</i> Née	88	murgano doble	rama	2110		
16	Jiquilpan	no determinada	89	manzana	meristem	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	90	pechala	hoja	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	90	pechala amarilla	hoja	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	91					
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	92	manzana	meristem	2110		
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	93					
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	94					
16	Jiquilpan	<i>Q. laurina</i> H. & H.	94	calabaza	meristem	2100		

lmal

98

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

