

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Los encinos del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México

Oaks from Los Mármoles National Park, Hidalgo, México

Erika Álvarez-Zúñiga¹, Arturo Sánchez-González¹
y Susana Valencia-Ávalos²

RESUMEN

El conocimiento sobre la riqueza de especies de *Quercus* en México, aún es incompleto debido principalmente a su amplia distribución, alta variabilidad morfológica intraespecífica y a la capacidad de formar híbridos, lo cual dificulta su taxonomía. El objetivo del presente estudio fue conocer la composición florística de las especies del género *Quercus* en el Parque Nacional Los Mármoles (PNM), así como su distribución en el área de estudio. Este parque es la segunda Área Natural Protegida con mayor extensión territorial del estado de Hidalgo. Se recolectaron ejemplares de encinos en 36 localidades a lo largo de gradientes altitudinales. La identificación de este material permitió el reconocimiento de 18 especies de encinos que crecen en el parque, destacando *Quercus furfuracea* Liebm., como nuevo registro para el estado de Hidalgo. Las especies con mayor distribución dentro del parque fueron *Quercus affinis* Scheidw., *Q. crassifolia* Humb. and Bonpl., *Q. laeta* Liebm. y *Q. mexicana* Bonpl. El conocimiento de la riqueza y distribución de las especies de encinos puede servir de referencia para establecer programas de manejo y conservación de los bosques del PNM.

PALABRAS CLAVE:

Quercus, *Lobatae*, Fagaceae, distribución, áreas naturales protegidas, riqueza.

ABSTRACT

Knowledge of species richness of *Quercus* in Mexico is incomplete due mainly to its wide distribution, high intra-species morphological variability and its capacity for forming hybrids, making taxonomy of the genus difficult. The objective of the present study was to examine the floristic composition of species of genus *Quercus* in Los Mármoles National Park (PNM) and their distribution in the study area. This park is the second-largest natural protected area in the state of Hidalgo, Mexico. Specimens of oak were collected at 36 sites along elevation gradients. Identification of the material enabled recognition of 18 species of oak growing in the park, including *Quercus furfuracea* Liebm., recorded for the first time in the state of Hidalgo. The species with the greatest distribution in the park were *Quercus affinis* Scheidw., *Q. crassifolia* Humb. and Bonpl., *Q. laeta* Liebm. and *Q. mexicana* Bonpl. Knowledge of oak species richness and distribution can serve as a reference for the establishment of forest management and conservation programs in the PNM.

KEY WORDS:

Quercus, *Lobatae*, Fagaceae, distribution, natural protected areas, richness.

- 1 Laboratorio de Sistemática Vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ciudad Universitaria, Km. 4.5, Carretera Pachuca-Tulancingo. Mineral de la Reforma, Hidalgo. 42184. Tel. (01-771) 71 7-20-00. Correo electrónico: angel_choks@hotmail.com, arturosg@uaeh.edu.mx
- 2 Herbario de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, México DF. CP. 04510.

INTRODUCCIÓN

La riqueza de especies de *Quercus* es difícil de precisar, se estima que puede haber entre 300 y 600 en el planeta. En México existen entre 135-161 especies de encinos, lo que lo convierte en el poseedor del mayor número de especies a nivel mundial (Nixon, 1993; Manos *et al.*, 1999; Valencia, 2004 y 2005). Las regiones montañosas del centro y del este de México son núcleos importantes de diversidad del género (Rzedowski, 1978; Nixon, 1998), la gran variación en las condiciones ambientales tales como el clima, la topografía, la variabilidad del suelo y otros factores que prevalecen en México pueden explicar esta diversidad (González, 1993).

Desde el punto de vista forestal los encinos compiten en relevancia con los pinos. Existen más especies de encinos que de pinos y representan un componente florístico notable en diversas comunidades vegetales de regiones templadas y subtropicales (Zavala, 1990). Forman parte de los bosques de pino, oyamel, cedro y enebro; de los bosques mesófilos de montaña; de los bosques mixtos, son dominantes en los bosques de encino y en forma arbustiva se desarrollan en varios tipos de matorrales (Rzedowski, 1978; Zavala, 1995; Challenger, 1998). Cualquier esfuerzo por estudiarlos en diferentes escalas: nacional, regional, estatal y local, llevará a una mejor valoración del grupo y a elaborar estrategias que permitan su uso adecuado para fines comerciales, de restauración ecológica (Luna-José *et al.*, 2003), así como para proponer programas de conservación, uso y manejo de los bosques donde dominen los encinos.

Según Flores *et al.* (1971), los bosques de encino cubrían 5,5% de la superficie de la República Mexicana y el bosque de pino-encino alcanzaba 13,7%.

Actualmente, los bosques de encino cubren en total 4,29% de la superficie de México, el impacto de las actividades humanas ha provocado la destrucción de al menos 20% de su cobertura original (Challenger, 1998).

En el estado de Hidalgo los estudios son escasos; se puede mencionar el inventario de los encinos hidalguenses (Zavala, 1995), donde se describen 20 especies de *Quercus* de la región de Mineral del Chico; el de Espinoza (2001), donde describe a los encinos del Valle de México (que incluye una porción del estado de Hidalgo). Recientemente, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2006), publicó un listado florístico del Parque Nacional El Chico, en donde registra la presencia de 20 especies de encinos y otro listado del Parque Nacional Los Mármoles (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007), en el que se mencionan 16 especies. El análisis de la distribución del género *Quercus* en México realizado por Valencia (2004), indica que en el estado de Hidalgo existen 34 especies de encinos.

El Parque Nacional Los Mármoles (PNM), es la segunda área natural protegida con mayor extensión territorial en el estado de Hidalgo; el conocimiento actual sobre la composición de especies de encinos y su distribución dentro del parque es escasa, aunado al deterioro de la vegetación debido a la actividad humana; por ello es importante generar información básica para la conservación y aprovechamiento de los encinos y de la flora en general del PNM (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007; Álvarez, 2008; Ramírez *et al.*, 2009).

Los encinos representan un recurso potencial muy importante, como producto maderable y para la fabricación de papel,

que permitiría a México reducir considerablemente las costosas importaciones de estos productos (Mass, 1977). La madera de encino ocupa el segundo lugar a nivel nacional en aprovechamiento y los usos a los que se destina principalmente son: celulosa (54%), escuadría (30%), leña (7%) y carbón (6%) (Luna-José *et al.*, 2003).

En varias entidades de México, incluido el estado de Hidalgo, amplias extensiones de encinares se están utilizando con fines ganaderos, en algunas regiones se acostumbra someterlos a la acción periódica del fuego para estimular la producción de brotes tiernos de plantas herbáceas y arbustivas. Es frecuente el desmonte y el uso del suelo para fines agrícolas. Los suelos de los bosques no son aptos para sostener una agricultura permanente. La erosión del suelo en los encinares conlleva a menudo efectos deletéreos, no solo en la región donde se produce, sino también a distancia, donde provoca la desecación de manantiales, contaminación del agua, azolve de presas y tolvaneras (Encina-Domínguez *et al.*, 2007).

OBJETIVO

Con base en la información anterior, el objetivo principal de la presente investigación fue contribuir al conocimiento de la composición y distribución de las especies de encinos del Parque Nacional Los Mármoles, en el estado de Hidalgo.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional los Mármoles tiene una superficie de 23150 ha y se localiza entre las coordenadas 20°45'39" y 20°58'22" de latitud norte y 99°08'57" y 99°18'39" de longitud oeste (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1994). Se encuentra al oeste de la porción boreal

del estado de Hidalgo, dentro de los municipios de Jacala, Nicolás Flores, Pacula y Zimapán (Figura 1).

Fisiografía. Forma parte de la región del estado de Hidalgo conocida como Sierra Gorda, dentro de la Sierra Madre Oriental. Dos referencias topográficas importantes son la Barranca de San Vicente, con una altitud de 600 m y el Cerro Cangandó con una altitud de 3000 msnm (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007).

Hidrología. Se encuentra en la Región Hidrológica núm. 26, en la denominada Cuenca del Bajo Río Pánuco. Dentro del Parque nacen algunos arroyos que fluyen en dirección sur-norte para unirse al río Moctezuma, uno de ellos es el río de Los Naranjos que se une al Moctezuma cerca de Macazintla. Por la vertiente oriental del parque fluye el río Amajac, el cual también recibe numerosos arroyos, entre los más importantes están el arroyo Barranca Seca y el arroyo Rincón del Agua (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007).

Clima. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1981), se presentan dos tipos de climas: templado subhúmedo y semicálido subhúmedo, ambos tipos con lluvias en verano. El primero abarca la mayor parte del Parque (20008 ha), de sur a norte. El clima semicálido subhúmedo abarca 3,142 ha y se distribuye únicamente al norte en los municipios de Jacala y Pacula (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1994).

Geología. Las rocas que afloran en Los Mármoles, comprenden rocas sedimentarias marinas, constituidas por calizas y lutitas; rocas metamórficas, como las pizarras y rocas ígneas intrusivas y extrusivas. La edad de estas formaciones varían desde el Jurásico Superior para la

formación Las Trancas; del Cretácico Medio para la formación El Doctor y del Cretácico Inferior para la formación Agua Nueva (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1994).

Suelos. Los suelos son de tipo Feozen, Leptosol, Luvisol, Regosol y Rendzinas (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1994).

Vegetación. Los principales tipos de vegetación dentro del PNM son: bosque de encino, bosque de enebro, bosque de pino, bosque de encino-pino, bosque de pino-encino, bosque de *Juniperus*, mato-

rral xerófilo, vegetación secundaria de matorral y pastizal inducido (Ramírez *et al.*, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo en campo

En el periodo comprendido entre octubre de 2005 y septiembre de 2006, se realizaron 25 salidas de campo a los cuatro municipios en los que se localiza el Parque Nacional Los Mármoles. Se establecieron en total 36 sitios de recolección de ejemplares, dentro de ocho localidades,

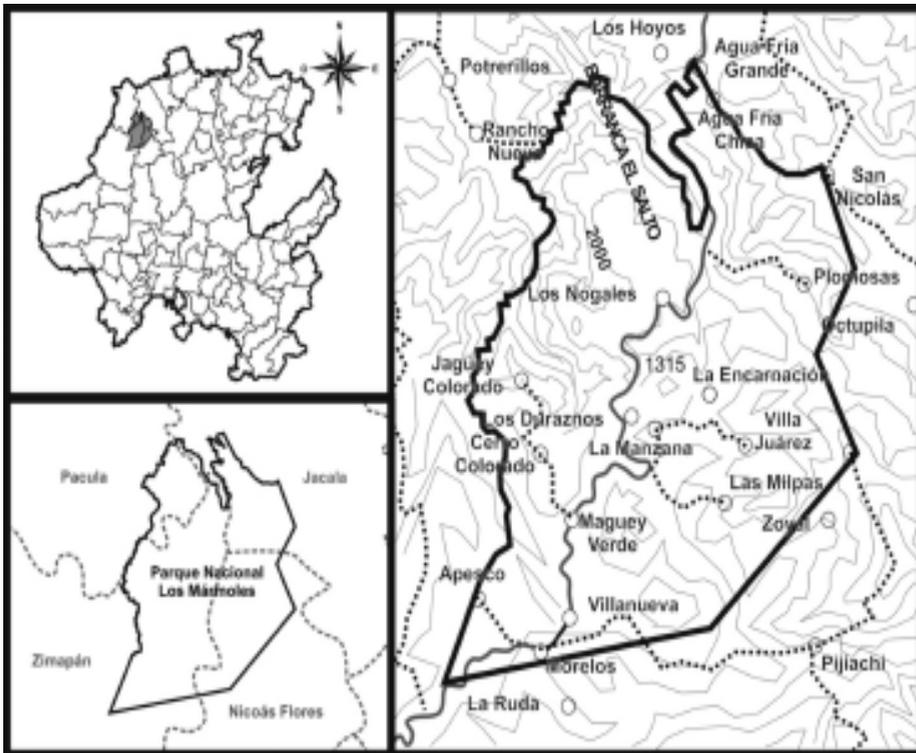


Figura 1. Localización del Parque Nacional Los Mármoles, dentro del estado de Hidalgo, México (Tomado de Ramírez *et al.*, 2009).

los criterios para clasificar las localidades fueron: cercanía geográfica, continuidad de la vegetación y ausencia de barreras topográficas entre sitios de muestreo. El intervalo de variación altitudinal en que se recolectaron los ejemplares de encinos fluctuó desde 1535 m (en la localidad Maguey Verde) hasta 2713 m (en el Cerro Cangandó).

En cada sitio la recolección de ejemplares se realizó en áreas de alrededor de tres ha, con el fin de localizar el mayor número posible de especies de encinos y se tomaron datos estándar tales como fecha, municipio, localidad, coordenadas, altitud y tipo de vegetación. Dado que en el género *Quercus*, el principal criterio para la delimitación de las especies radica en la morfología de las hojas (Valencia, 1995; Zavala, 2003), la elección de los ejemplares a recolectar se basó en que presentaran las mejores características para la identificación, es decir, hojas maduras, recolectando tres ejemplares por sitio. En cada individuo se anotó su forma de vida, altura, diámetro del tronco a 1.30 m de altura; adicionalmente se tomaron fotografías de la corteza, de las hojas y de las estructuras reproductoras, cuando estaban presentes.

Trabajo en laboratorio

Después del secado, los ejemplares se identificaron con el apoyo de claves taxonómicas: los encinos de Hidalgo (Zavala, 2003), Jalisco (González-Villareal, 1986), Michoacán (Bello y Labat, 1987), Puebla (Vázquez, 1992), Estado de México (Romero, 1993), Guerrero (Valencia, 1995), Tehuacán-Cuicatlán (Vázquez, 2000). Adicionalmente, las especies identificadas se cotejaron con ejemplares de herbario y se integraron a la colección del herbario del Centro de Investigaciones Biológicas (HGOM), de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y una

copia se depositó en el Herbario Nacional (MEXU), con sede en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Para estimar la amplitud de distribución de cada una de las especies de encinos en los sitios de recolección, se estimó el porcentaje de presencia (PP), mediante la siguiente ecuación:

$$PP = \frac{\text{Núm. de sitios en que se presenta la especie}}{\text{Núm. total de sitios de recolección}} (100)$$

La clasificación de los tipos de vegetación del PNM se basó en criterios cualitativos, con base en las especies arbóreas dominantes, la nomenclatura general para definir las fue la de Rzedowski (1978).

RESULTADOS

Se identificaron 18 especies de encinos para el Parque Nacional Los Mármoles, de las cuales diez pertenecen a la sección *Quercus* (encinos blancos) y ocho a la sección *Lobatae* (encinos rojos). Tres de las especies fueron definidas como afines (aff.), por presentar ligeras variaciones en la morfología foliar, con respecto a las características típicas de las respectivas especies (Tabla 1).

Las especies de encinos con mayor amplitud de distribución en el PNM fueron: *Quercus affinis* Scheidw., *Q. crassifolia* Humb. & Bonpl., *Q. laeta* Liebm. y *Q. mexicana* Humb. & Bonpl. En cambio, las especies que sólo se recolectaron en una o dos de las localidades (distribución restringida) fueron: *Q. eduardii* Trel., *Q. furfuracea* Liebm., *Q. grisea* Liebm., *Q. aff. microphylla* Née, *Q. potosina* Trel. y *Q. tinkhamii* C. H. Müll. (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de encinos del Parque Nacional Los Mármoles

Especie	% de presencia	Tipo de vegetación	Distribución altitudinal	Localidad
Sección <i>Quercus</i> Nixon				
<i>Q. laeta</i> Liebm.	100	A,B,C,D,E,F,G	1535-2713	1,2,3,4,5,6,7,8
<i>Q. aff. greggii</i> (A. DC.) Trel.	37,5	A,C,D,E,F	1800-2713	1,2,6
<i>Q. obtusata</i> Humb. & Bonpl.	50,0	A,C,D,E	1800-2300	2,6,7,8
<i>Q. polymorpha</i> Schitldi. & Cham.	37,5	A,C,D	1535-2200	2,5,7
<i>Q. aff. rugosa</i> Née	25,0	B,C,G	1900-2300	6,7
<i>Q. sebifera</i> Trel.	25,0	C,D,G	1900	4,6
<i>Q. grisea</i> Liebm.	12,5	G	1900	7
<i>Q. aff. microphylla</i> Née	12,5	G	1900	7
<i>Q. potosina</i> Trel.	12,5	A	2100	7
<i>Q. tinkhamii</i> C.H. Müll.	12,5	D	1900	4
Sección <i>Lobatae</i> Nixon				
<i>Q. mexicana</i> Humb. & Bonpl.	100	A,B,C,D,E,F,G	1535-2713	1,2,3,4,5,6,7,8
<i>Q. affinis</i> Scheidw.	87,5	A,C,D,E	1900-2713	1,2,3,5,6,7,8
<i>Q. crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	87,5	A,B,D,E	1800-2713	1,2,3,5,6,7,8
<i>Q. castanea</i> Née	37,5	A,B,C,D	1535-2200	2,6,7
<i>Q. sartorii</i> Liebm.	25,0	A,C,D,E	1700-2100	2,7
<i>Q. xalapensis</i> Humb. & Bonpl.	25,0	A,C,D,E	1600-2100	2,7
<i>Q. eduardii</i> Trel.	12,5	D	1900	7
<i>Q. fufuracea</i> Liebm. *	12,5	E	1800	7

Bosque de *Quercus* (A), bosque de *Juniperus* (B), bosque de *Juniperus-Quercus* (C), bosque de *Pinus-Quercus* (D), bosque de *Quercus-Pinus* (E), vegetación secundaria (F), matorral xerófilo (G), Cerro Cangandó (1), Jacala (2), La Encarnación (3), La Majada (4), Maguay Verde (5), Nicolás Flores (6), Pacula (7), Puerto de Piedra (8); nuevo registro para el estado de Hidalgo

(*) Las especies están ordenadas de acuerdo a la sección del género a la que pertenecen y a su porcentaje de presencia dentro de cada sección.

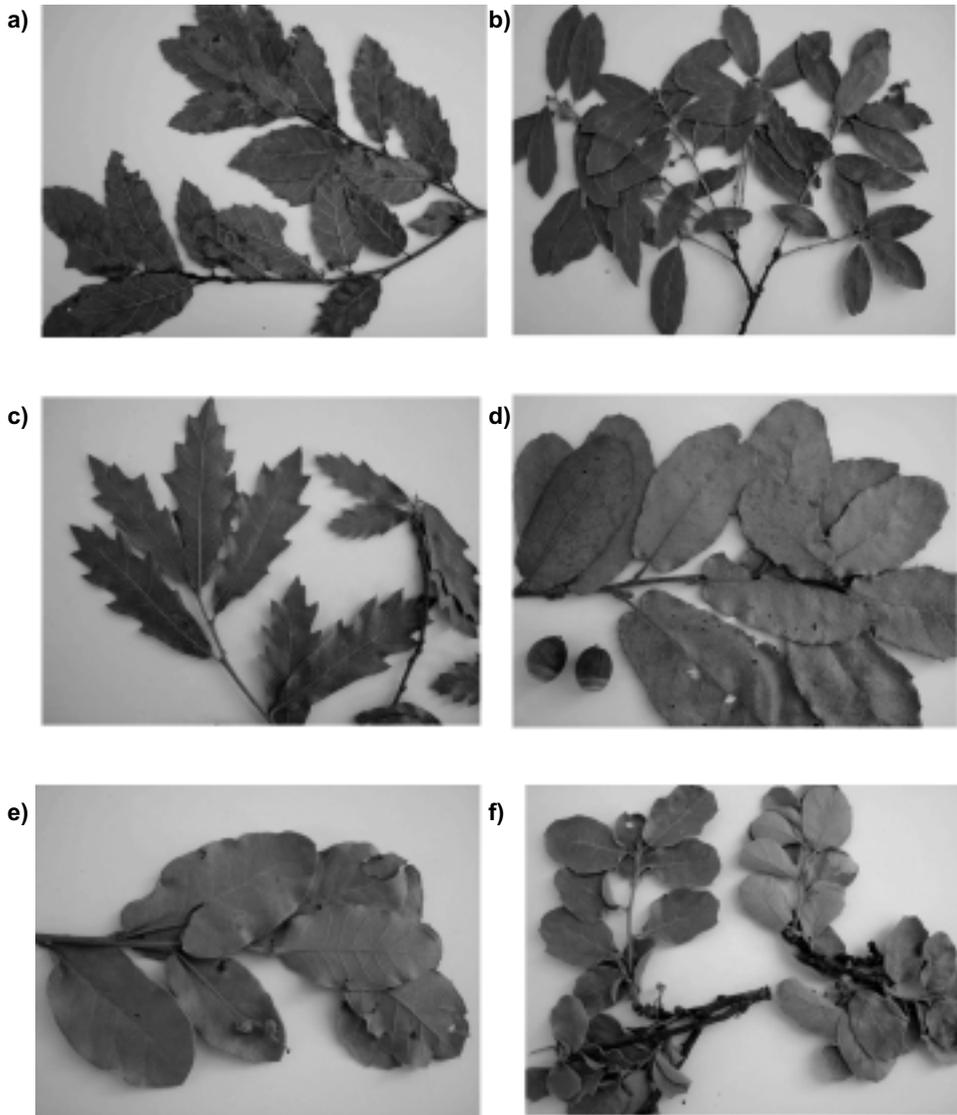


Figura 2. Especies de encinos con distribución restringida dentro del PNM:
(a) *Q. furfuracea*, (b) *Q. grisea*, (c) *Q. aff. microphylla*, (d) *Q. potosina*,
(e) *Q. sebifera* y (f) *Q. tinkhamii*.

Los ejemplares de encinos se recolectaron en siete diferentes tipos de vegetación, que incluyeron desde vegetación típica de clima templado sub-húmedo (bosques de *Quercus*, *Pinus-Quercus*, *Quercus-Pinus*), en altitudes de entre 2050-2713 m; hasta vegetación de clima semiárido (matorral xerófilo donde dominan especies de leguminosas, con elementos arbustivos o pequeños árboles de *Quercus* y *Juniperus*), en altitudes de entre 1535-2100 m (Tabla 1).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis de la distribución del género *Quercus* en México realizado por Valencia (2004), indica que en el estado de Hidalgo existen 34 especies, pero aún existen áreas sin explorar, por lo que el número de especies podría ser más elevado (Álvarez y Sánchez-González, 2007). Lo anterior se puede inferir de aspectos como la recientemente publicada especie, *Quercus hirtifolia* (Vázquez *et al.*, 2004) que se distribuye en la parte sureste de la Sierra Madre Oriental, incluido el estado de Hidalgo. Otro caso es el hallazgo de *Quercus furfuracea*, recolectado en el Parque Nacional de Los Mármoles y que sólo estaba registrada para Puebla y San Luis Potosí (Romero, 2006), representando un nuevo registro para Hidalgo.

Los resultados de la presente investigación indican la presencia de 18 especies de encinos en el PNM, por lo que posee más de 50% de las especies mencionadas hasta ahora para el estado de Hidalgo (Valencia, 2004). En un estudio realizado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2007), en el PNM se registró la presencia de 16 especies de encinos. Sin embargo, el listado publicado, producto de un estudio florístico general, presenta problemas en la nomenclatura de las

especies, por lo que la identificación de las mismas necesita ser confirmada. Adicionalmente, se ha corroborado recientemente que el inventario realizado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2007), es incompleto en algunos grupos de plantas tales como briofitas y pteridofitas (Gálvez, 2008; Ramírez *et al.*, 2009).

Las especies de encinos poseen una alta variabilidad morfológica, lo que ha conducido a sobreestimar y confundir el número real (Bonfil, 1993; Tovar-Sánchez y Oyama, 2004). Adicionalmente, en el género *Quercus* el concepto de especie afecta seriamente la estimación de la riqueza de especies, la hibridación ocurre incluso entre especies de encinos que son morfológica y filogenéticamente más distantes (Petit *et al.*, 2003; González-Rodríguez y Oyama, 2005; Nixon, 2006). Para evitar errores en la definición del número de especies de encinos presentes en el PNM, en el presente estudio solo se consideraron los ejemplares cuya variabilidad morfológica está incluida en descripciones previas de cada especie.

En otras áreas naturales protegidas del estado de Hidalgo, como el Parque Nacional El Chico, se registra la presencia de 20 especies de encinos (Zavala, 1995; Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007) y en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán de solo tres especies (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2003). En otras regiones de México, la riqueza de especies de encinos es variable, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2001) menciona ocho especies para la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca; Chávez y Trigo (1996) reconocen ocho especies para el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl; en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda

se mencionan 30 especies (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 1999); García *et al.* (1999) registran 19 especies de encinos para la Sierra de Álvarez en San Luis Potosí y Romero *et al.*, (2002) mencionan 23 especies para el Estado de México.

Las especies de encinos se distribuyen en el PNM en un intervalo altitudinal amplio, de más de 1,000 m (1535-2713 m) y en prácticamente todos los tipos de vegetación mencionados por Ramírez *et al.* (2009): bosque de encino, pino-encino, enebro, encino-pino-enebro, matorral espinoso y en vegetación secundaria. La altitud es un factor físico muy importante, que influye sobre las condiciones climáticas a través de variables como la temperatura y la precipitación, que tienen a su vez un efecto directo sobre el crecimiento vegetal y están correlacionadas de forma específica en cada sitio (Whittaker, 1970; Sánchez-González y López-Mata, 2005).

La amplitud en la variación morfológica y en la distribución de las especies recolectadas incluye desde las que presentan hábito arbóreo y que son de amplia distribución en el PNM, en el estado de Hidalgo y en regiones aledañas: *Quercus laeta*, *Q. mexicana*, *Q. affinis* y *Q. crassifolia*; además de las especies de crecimiento arbustivo como *Q. aff. microphylla* y *Q. tinkhamii*; y las de distribución restringida dentro del PNM, como *Q. eduardii*, *Q. furfuracea*, *Q. grisea*, *Q. potosina* y *Q. sebifera* Trel. (Chávez y Trigo, 1996; Semarnat, 1999; Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2006). Acorde con lo anterior, Rzedowski (1978) y Zavala (1995) mencionan que los bosques de encino de México son muy diversos en composición florística y en las condiciones ambientales en donde crecen. Existen encinares de características fisonómicas muy variadas, desde los típicamente arbóreos, hasta los completamente arbustivos, y se desarrollan en

climas que fluctúan desde áridos hasta húmedos.

Según Challenger (1998), los bosques de encino cubren en total 4,29% de la superficie de México; el impacto de las actividades humanas ha provocado la destrucción de cerca de 20% de su cobertura original. El PNM no es la excepción, todos los tipos de vegetación en donde se recolectaron las especies de encinos presentan clara evidencia de perturbación a causa de la actividad humana (agricultura, ganadería, establecimiento de núcleos poblacionales, tala ilegal e incendios forestales, principalmente), por lo que su cobertura está disminuyendo sin ningún control (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007). Como los principales factores que inciden en el deterioro de la vegetación en el PNM se relacionan con el cambio de uso del suelo, el conocimiento de la riqueza y distribución de las especies de encinos dentro del parque puede servir de referencia para establecer programas de manejo y conservación de los bosques.

RECONOCIMIENTOS

El presente estudio se realizó con fondos del proyecto FOMIX-Hidalgo, clave 95828 titulado "Diversidad biológica del estado de Hidalgo" (segunda fase) y parcialmente con fondos del proyecto PROMEP "Estudio florístico, biogeográfico y sinecológico del Parque Nacional Los Mármoles" y del proyecto PIFI "Biodiversidad del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo". Las sugerencias y críticas constructivas de dos árbitros anónimos contribuyeron a mejorar sustancialmente la versión final del artículo.

REFERENCIAS

- Álvarez, E. 2008. El género *Quercus* en el Parque Nacional Los Mármoles y morfología foliar de *Quercus laeta* Liebm. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 93 p.
- Álvarez, E. y A. Sánchez-González. 2007. Los encinos del estado de Hidalgo. *Herreriana, Revista de Divulgación de la Ciencia* 3:22.
- Bello, M. A. y J. Labat. 1987. Los encinos del estado de Michoacán, México. 93 p.
- Bonfil, C. 1993. La riqueza de los encinos, del herbario. *Revista Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México* 29:13-16.
- Chávez, J. M. y N. Trigo. 1996. Programa de manejo para el Parque Nacional Iztacihuatl-Popocatepetl. Colección Ecología y Planeación. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 273 p.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 847 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2001. Programa de Conservación y Manejo. Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 139 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2003. Programa de Conservación y Manejo. Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 207 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2006. Programa de Conservación y Manejo. Parque Nacional El Chico, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 182 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. Estudio previo justificativo para la modificación del decreto por el que se pretende re-categorizar el Parque Nacional Los Mármoles como Área de Protección de Flora y Fauna. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 89 p.
- Encina-Domínguez, J. A., A. Zárate-Lupercio, J. Valdés-Reyna, y J.A. Villarreal-Quintanilla. 2007. Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 61: 51-63.
- Espinosa, J. 2001. Fagaceae. In: Calderón de Rzedowski, G. y J. Rzedowski, eds. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. p:81-91.
- Flores, M. G., L. J. Jiménez, S. X. Madrigal, R. F. Moncayo, y T. F. Takaki. 1971. Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, D.F. 59 p.
- Gálvez, V. M. 2008. Estudio Florístico de los musgos del Parque Nacional Los Mármoles, estado de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 63 p.

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 252 p.
- García, F., J.R. Aguirre, J. Villanueva y J. García. 1999. Contribución al conocimiento florístico de la Sierra de Álvarez, San Luis Potosí, México. *Polibotánica* 10:73-103.
- González, R. 1993. La diversidad de los encinos mexicanos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44:117-124.
- González-Villareal, L. M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. 240 p.
- González-Rodríguez, A. and K. Oyama. 2005. Leaf morphometric variation in *Quercus affinis* and *Q. laurina*, two hybridizing mexican red oaks. *Botanical Journal of the Linnean Society* 147:427-435.
- Luna-José, A. L., L. Montalvo-Espinosa y B. Rendón-Aguilar. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 72:107-117.
- Manos, S. P., J.J. Doyle and K.C. Nixon. 1999. Phylogeny, Biogeography and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 12:333-349.
- Mass, P. J. 1977. Los encinos como fuente potencial de madera para celulosa y papel en México. *Revista Ciencia Forestal en México* 9:39-58.
- Nixon, K.C. 1993. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. *Annales des Sciences Forestieres* 50:25-34.
- Nixon, K.C. 1998. El género *Quercus* en México. In: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y Fa. J. eds. *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p: 447-458.
- Nixon, K.C. 2006. Global and neotropical distribution and diversity of Oak (genus *Quercus*) and Oak Forests. In: Kappelle M. ed. *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. *Ecological Studies* 185, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Costa Rica. pp: 3-13.
- Petit, R.J., C. Bodénès, A. Ducousso, G. Roussel and A. Kremer. 2003. Hybridization as a mechanism of invasion in oaks. *New Phytologist* 261:151-164.
- Ramírez, C.S., A. Sánchez-González y D. Tejero-Díez. 2009. La Pteridoflora del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 84: 35-44.
- Romero R.S. 1993. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 151 p.
- Romero R., E.C. Rojas y M. de L. Aguilar. 2002. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89:551-593
- Romero R.S. 2006. Revisión taxonómica del complejo acutifoliae de *Quercus* (Fagaceae) con énfasis en su representación en México. *Acta Botánica Mexicana* 76:1-45.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 p.
- Sánchez-González, A. and L. López-Mata. 2005. Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and Distribution* 11:567-575.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1994. Diagnóstico del Parque Nacional Los Mármoles, estado de Hidalgo. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Consultores en Ecología y Medio Ambiente. 55 p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1999. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 173 p.
- Tovar-Sánchez, E. and K. Oyama. 2004. Natural hybridization and hybrid zones between *Quercus crassifolia* and *Quercus crassipes* (Fagaceae) in México: morphological and molecular evidence. *American Journal of Botany* 91:1352-1363.
- Valencia, S. 1995. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Guerrero, México. Contribuciones del Herbario de la Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 154 p.
- Valencia, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 75:33-53.
- Valencia, S. 2005. Análisis filogenético de la Serie *Lanceolatae* Trel. del género *Quercus*, Fagaceae. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 104 p.
- Vázquez, M.L. 1992. El género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Puebla, México. Tesis de Licenciatura. ENEP-Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.
- Vázquez, M.L. 2000. Flora del Valle de Tehuacan-Cuicatlán. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 39 p.
- Vázquez, M.L., S. Valencia and K. C. Nixon. 2004. Notes on red oaks (*Quercus* sect. *Lobatae*) in eastern Mexico, with description of a new species, *Quercus hirtifolia*. *Brittonia* 56:136-142.
- Whittaker, R.H. 1970. *Communities and ecosystems*. Macmillan, Nueva York. 385 p.
- Zavala, F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo* 16:43-51.
- Zavala, F. 1995. Encinos hidalguenses. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, Estado de México. 133 p.
- Zavala, F. 2003. Identificación de encinos de México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 187 p.

Manuscrito recibido el 26 de mayo de 2009

Aceptado el 20 de mayo de 2010

Este documento se debe citar como:

Álvarez-Zúñiga, E., A. Sánchez-González y S. Valencia-Ávalos. 2010. Los encinos de parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. *Madera y Bosques* 16(4):55-66.