

## OBSERVACIONES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE ENCINOS EN MÉXICO

Fernando Zavala Chávez

*Departamento de Ecología y Silvicultura,  
División de Ciencias Forestales,  
Universidad Autónoma Chapingo.  
Ap. postal 84, Chapingo, 56230, Estado de México*

---

### RESUMEN

El propósito de este trabajo fue presentar un análisis general de la distribución geográfica de los encinos en México, con énfasis en los subgéneros *Erythrobalanus* y *Lepidobalanus*. Se realizó una revisión de diversos trabajos relacionados con encinos del país y de material de herbario, con lo cual se elaboraron listas de especies por entidad federativa y, mediante un índice de similitud, se hicieron comparaciones entre estados, determinándose cinco regiones geográficas. Los resultados indican que la distribución de encinos en el país es variada; aparentemente hay diferencias entre regiones geográficas, habiendo mayor riqueza de especies en la región central; pocas especies parecen ser de distribución amplia, algunas de distribución francamente México-norteamericana, en tanto que el número de especies de distribución restringida al país fue relativamente alto. Los encinos blancos fueron más abundantes por entidad en el norte del país, en tanto que los rojos lo fueron en el sur; éstos resultaron más abundantes que los blancos en las regiones occidental y sur y sureste. Aun falta investigación sobre la distribución detallada de especies de *Quercus* de México, lo cual representa un hueco en el conocimiento de este tan importante género, limitándose así su aprovechamiento y manejo adecuados.

Palabras clave: *Quercus*, *Erythrobalanus*, *Lepidobalanus*, distribución geográfica, regiones geográficas.

### ABSTRACT

A general analysis of the geographical distribution of Mexican oaks (*Quercus*, Fagaceae), with emphasis in subgenera *Erythrobalanus* and *Lepidobalanus* is presented. A review was made of a number of works related to Mexican oaks and of herbarium specimens, resulting in lists of oak species for each state; comparisons of states using a similarity index resulted in the recognition of five geographical regions within the country. The central region is the richest in species. Few species appear to be widely distributed, some of these clearly being of Mexican-North American, while the large number of species are endemic to Mexico. White oaks (subg. *Lepidobalanus*) are more abundant than red oaks (subg. *Erythrobalanus*) in each state in northern Mexico, while red oaks are more abundant in the south (the southern, western and southeastern regions). Detailed data on the distribution of *Quercus* in Mexico remains limited, indicating an important void in the knowledge of this important genus that impedes its adequate utilization and management.

Key words: *Quercus*, *Erythrobalanus*, *Lepidobalanus*, geographical distribution, geographical regions.

## INTRODUCCIÓN

La distribución de *Quercus* en América ha variado en épocas relativamente recientes y ha mostrado discontinuidades específicas (Davids, 1981). Durante el período posglacial de Norteamérica, algunas especies de encinos migraron hacia el norte, hace unos doce mil años, por lo cual son comunes las especies emparentadas pero presentes en áreas distintas (Sauer, 1988). De manera general, el factor que ha afectado mayormente la distribución de los encinos más comentado en la literatura es el cambio climático, el cual ha ocurrido a nivel mundial (Good, 1974). Posiblemente, los cambios a climas más cálidos y secos han favorecido de manera reincidente a los encinos. Cambios semejantes en la distribución podrían acentuarse a causa del deterioro ambiental por diversos factores (sobrexplotación de recursos forestales, cambios en el uso del suelo, incendios, etc.). Según Challenger (1998), la actividad forestal es la causa principal de disminución de especies forestales y, en particular, los bosques de pino y encino están gravemente amenazados por la misma.

Recientemente ha llamado la atención estudiar los encinos del país, pues parecía haberseles marginado, tal vez por su taxonomía complicada y porque muchas especies son poco conocidas (Zavala, 1990). Gran parte de ellas son notablemente variables morfológicamente, lo cual podría indicar una plasticidad fenotípica considerable, además de hibridarse con relativa facilidad y mostrar, consecuentemente, introgresión genética (Grant, 1989). Como resultado, existe una variabilidad tal que se han descrito muchas

más especies de las que parece haber realmente; hay demasiados nombres de especies de encinos, particularmente para las mexicanas. Muchos nombres han aumentado la lista de sinonimias y otros permanecen en duda para incorporarlos a la relación de especies aceptadas en la literatura taxonómica del género (Muller y McVaugh, 1972; McVaugh, 1974).

De unas 450 especies de encinos en el mundo, cerca de 250 existen en el continente americano (McVaugh, 1974), en tanto que para México aun es difícil estimar su número; todavía no se puede precisar cuántas existen naturalmente en el país (Rzedowski, 1978; Nixon, 1993), debido a la naturaleza complicada del género (Zavala, 1990) y a la falta de criterios unificadores entre los autores especialistas (pocos por cierto) en encinos mexicanos, así como sobre su status y sus relaciones taxonómicas. Esto ha impedido proponer, al menos, un número aceptable entre los taxónomos del género. Cualquier propuesta hasta hoy podría resultar imprecisa, principalmente si se consideran alrededor de 200 especies; cabe mencionar que algunos autores han estimado en 125 (Little, 1979, citado por Smith, 1993), 135 (Nixon, 1993), 140 (Zavala y García, 1996) o 150 (Rzedowski, 1978) el número de especies mexicanas.

Asimismo, tampoco hay especialistas que consignen cuáles son las especies válidas o aceptadas para el país, sencillamente porque los especialistas en *Quercus* de México son demasiado escasos y aun no se ha revisado el género para el país. Aunque hay diversos trabajos regionales, distan mucho de lo requerido para un consenso generalizado; además, las especies mencionadas en trabajos recientes (González, 1993) no son garantía de validez taxonómica, pues ese no es un criterio de peso, ya que los autores (dicho con todo

respeto) no siempre son precisamente especialistas o cuentan con una experiencia insuficiente, dado el carácter complicado del género.

De las aproximadamente 140 especies mexicanas, 46 % son del subgénero *Lepidobalanus*, 51 % de *Erythrobalanus* y 3 % de *Protobalanus*. Muchas especies son endémicas del país y otras son de tan amplia distribución que rebasan las fronteras hacia E.U. o Centroamérica. Sin embargo, la información detallada sobre la distribución natural de encinos en México, especialmente al nivel de especie, todavía es incompleta. Llama la atención que muchas de ellas sean prácticamente desconocidas y otras estén poco representadas en los herbarios. Los distintos factores asociados con la distribución de encinos en México se desconocen en gran medida, aun cuando los herbarios, hasta cierto punto subutilizados, son una de las fuentes con mayor información disponible.

De acuerdo con Rzedowski (1978), la mayor parte de los encinos de México se encuentran en zonas montañosas con clima templado o templado semihúmedo, donde las lluvias ocurren en la época cálida del año, en especial los encinos típicamente arbóreos. Prácticamente hay encinos en todas las entidades del país, con excepción de Yucatán, desde el nivel del mar (p. e. *Q. oleoides*) (Montoya, 1966) hasta arriba de los 3 500 m snm (p. e. *Q. frutex*, *Q. laurina*) (Zavala, 1990); más del 95 % de las especies mexicanas se encuentran entre los 1 200 y 2 800 msnm (Rzedowski, 1978). Aparentemente la altitud a la cual se encuentran encinos en México es más variada de lo que ocurre más hacia el sur en América. Además, existen encinos en lugares con tipo de clima muy diverso, desde el cálido con época seca más o menos larga (Am, Aw) (*Q.*

*oleoides*) (Montoya, 1966), hasta el frío semiárido extremo [E (T) H (e)] (*Q. greggii*) (García-Arévalo y González-Elizondo, 1991), donde la humedad edáfica o atmosférica puede ser un factor importante en la presencia de encinos, tal como sucede con *Q. agrifolia* y *Q. dumosa* en Baja California (Peinado *et al.*, 1994).

Con todo, las especies de encinos en México no se encuentran distribuidas de manera uniforme, debido a las características ambientales del país, en general y, posiblemente, al lugar y tiempo de origen de las especies o grupos de especies. Muller (1942 a) consigna, en general, mayor diversidad de especies de encino en la región central de México que en la norte, con lo cual parece coincidir Nixon (1993); no obstante, este último autor se refiere a una región centro y sur, no precisamente central. Sin embargo, aun desconocemos los aspectos particulares sobre la distribución de la mayoría de las especies; por ejemplo, acerca del grado de uniformidad de su distribución, al menos de las especies más comunes en nuestro país; falta saber si hay tendencias en la concentración de especies en alguna entidad o región geográfica de México, aunque esto fue considerado parcialmente por González (1993); falta documentar la manifestación de algún predominio en el número de especies entre subgéneros de *Quercus*, si éstos se distribuyen geográfica y ecológicamente de manera similar o si son excluyentes de acuerdo con el hábitat o alguna de las condiciones de éste. Al respecto, Nixon (1993) señala brevemente la escasez de encinos rojos en áreas relativamente secas, en contraposición a los blancos que suelen ser dominantes. Reciente-mente Nixon (1993) propuso una regionalización en la distribución de encinos en el país; considera seis regiones geográficas y presenta una relación de especies para cada una. Sin embargo, algunas

de las especies que menciona son consideradas como sinonimias por otros autores (Muller y McVaugh, 1972; McVaugh, 1974; Zavala *et al.*, en prensa) y no incluye algunas reconocidas o descritas recientemente (p.e. *Q. dumosa* Nutt. y *Q. mcvaughii* Spellenb.). Las regiones propuestas por dicho autor fueron definidas arbitrariamente, con excepción del Desierto Chihuahuense que es conocida como natural. Por su parte, González (1993) compara las especies de encinos de México por entidad federativa con base en una relación de 213 especies, pero sin depuración alguna.

Actualmente es menester visualizar la necesidad de investigar los encinos mexicanos, particularmente por ser México, junto con China (Kaul, 1985), uno de los principales centros de diversificación del género, y porque su uso podría ayudar en la restauración de comunidades de plantas afectadas por los incendios que han estado padeciendo los bosques del país. Los programas nacionales para la producción de plantas para fines de reforestación de áreas de clima templado, podrían tener en los encinos una base importante. Éstos son esencialmente plantas termófilas (Kaul, 1985) y suelen formar encinares o bosques mixtos en combinación con otras angiospermas o coníferas, ya sea como elementos de vegetación primaria o secundaria (Rzedowski, 1978; Zavala, 1990). No obstante, aun falta conocer el comportamiento *ex situ* de las plantas de encinos producidas en vivero y de cuáles especies podrían producirse de manera relativamente exitosa, atendiendo a las diferentes técnicas de propagación. Aquí es donde el conocimiento fitogeográfico cobra importancia, pues desconocemos qué especies y de dónde pueden utilizarse y en qué lugares podrían introducirse para fines de reforestación y restauración ecológica.

El presente trabajo forma parte del análisis que se ha estado realizando sobre *Quercus* de México, iniciándose con la revisión del material del herbario CHAP y la formación de la correspondiente base de datos. Su propósito ha sido presentar un panorama general de la distribución de encinos en México, así como de algunas ideas cuyo desarrollo podrían enriquecer el conocimiento fitogeográfico del género en el país. Los objetivos particulares fueron a) determinar las especies de *Quercus* presentes en distintas regiones geográficas; y b) comparar la concentración de especies de subgéneros (*Erythrobalanus* y *Lepidobalanus*) entre regiones y entidades federativas del país.

## MÉTODO

Se realizó un análisis de las especies de *Quercus* presentes en el país, habiendo considerado la mayor parte de las conocidas y aceptadas en la literatura especializada en el género (112 especies) (Muller, 1942; Sargent, 1965; Muller y McVaugh, 1972; McVaugh, 1974; Nixon, 1993). Para ello, se revisaron diversos trabajos taxonómicos sobre encinos al nivel continental y nacional, así como regional sobre encinos mexicanos (Trelease, 1924; Muller, 1942; Banda, 1974; McVaugh, 1974; Espinosa, 1979; Little, 1980, a, b; Valdez y Aguilar, 1983; González, 1986; Bello y Labat, 1987; De la Cerda, 1989; Valencia, 1989; Vázquez, 1992; Romero, 1993; Aguilar y Romero, 1995; Zavala, 1989, 1995) y listados florísticos (Breedlove, 1986; Acosta *et al.*, 1991; Argüelles *et al.*, 1991; González *et al.*, 1991; Dávila *et al.*, 1993); se revisó material de herbario (CHAP) como una manera de cotejar en lo posible las especies registradas, aplicando un criterio mas o menos conservador; muchas especies de las cuales se carecía de información o de familiaridad suficiente para ser aceptadas, fueron excluidas del análisis. En esta última fase, se cotejaron

las especies mencionadas por los autores consultados, eliminándose las consideradas como sinonimias o que, al menos, no había seguridad de su validez o aceptación; para ello, se usó una lista de especies y sinonimias como base (Zavala *et al.*, en prensa), la cual incluyó 112 especies mexicanas cuya aceptación por taxónomos del género no parece representar problema alguno.

El análisis de la información de presencia de especies se efectuó mediante el cálculo del índice de similitud de Sorensen (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) entre las entidades federativas y regiones del país. El valor del índice de similitud entre cada par de entidades se usó como un primer criterio de agrupamiento, en tanto que la ubicación geográfica de entidades se usó como segundo criterio. Así, se determinaron regiones geográficas, las cuales comprendieron un número variable de entidades federativas, en concordancia con un índice de similitud relativamente alto (>40 %) y con la vecindad entre ellas; los resultados se ordenaron en mapas y cuadros comparativos.

## RESULTADOS

Las regiones geográficas determinadas en este trabajo fueron cinco, con una participación mayor de entidades en la región centro (Fig. 1). Cabe aclarar que la delimitación de las regiones geográficas no obedeció a criterios ambientales (como sería lo deseable), por lo cual podrían ser consideradas como preliminares.

La región con el menor número de especies registradas (45 especies) fue la noreste, en tanto que el número mayor de especies (66) se registró en la región centro; en tres de las regiones hubo predominio de especies de encinos blancos (*Lepidobalanus*) y únicamente en la región sur y sureste hubo

mayor número de rojos (*Erythrobalanus*); todas las regiones presentaron al menos una especie exclusiva, resultando un total de 31 % de especies exclusivas de alguna región (destacando la noreste con 16 especies, debido a la importancia en endemismos de la península de Baja California), así como mayor número de especies de *Lepidobalanus*, excepto la región sur y sureste (Tabla 1). El análisis de similitud entre pares de regiones mostró mayor semejanza entre las regiones central y occidental (72 %) y la sur y sureste y la central (63 %), en tanto que la menor (14.6 %) fue entre la noreste y la sur y sureste, como cabría esperarse (Tabla 2), dadas las diferencias en condiciones ambientales y ubicación geográfica entre ambas.

La comparación del número de especies entre entidades federativas, a través del cociente obtenido de encinos rojos entre blancos (E/L, Tabla 1), mostró un predominio de estos últimos en entidades del centro y norte del país, lo cual es indicado por los cocientes menores que la unidad (Fig. 2, a); para las demás entidades (las propias de las regiones sur y sureste, centro y occidente) los cocientes fueron mayores que la unidad. Esto último indica mayor número de especies de encinos rojos que de blancos en el sur y lo contrario en el norte del país (Fig. 2, b).

Con base en las 112 especies de *Quercus* consideradas en este trabajo (ANEXO), 51 % extienden su distribución más allá de nuestras fronteras, 31 % la comparten con Norteamérica (básicamente con E.U.) y 19 % con Centroamérica (Fig. 3 a, b). En cuanto a la concentración de especies por regiones geográficas del país, fueron escasas las de distribución amplia (presentes en las cinco regiones, de acuerdo con la Fig. 1), ya que solamente presentaron este rasgo casi el 3 % de las especies (*Q. glaucooides*, *Q. laeta* y *Q. rugosa*, ANEXO); 11 % de las especies se



Tabla 1. Número de especies de encinos por subgénero (E = *Erythrobalanus*; L = *Lepidobalanus*; P = *Protobalanus* y cociente de encinos rojos entre blancos (E/L) para las regiones geográficas y el país.

| Región       | E    | L    | P   | E/L  | Exclusivas |
|--------------|------|------|-----|------|------------|
| Noroeste     | 19   | 25   | 3   | 0.76 | 16         |
| Noreste      | 17   | 28   | 0   | 0.61 | 8          |
| Occidente    | 25   | 28   | 0   | 0.89 | 1          |
| Centro       | 33   | 33   | 0   | 1.00 | 1          |
| Sur y SE     | 27   | 22   | 0   | 1.23 | 9          |
| Total país   | 52   | 57   | 3   | 0.91 | 35         |
| Porcentaje * | 46.4 | 50.9 | 2.7 | -    | 31.2       |

\* Con respecto al total (112 especies)

Tabla 2. Matriz de índices de similitud entre regiones geográficas.

|           | Noroeste | Noreste | Occidente | Centro | Sur y SE |
|-----------|----------|---------|-----------|--------|----------|
| Noroeste  | -        | 34.8    | 52.0      | 38.9   | 14.6     |
| Noreste   | -        | -       | 38.8      | 50.4   | 31.9     |
| Occidente | -        | -       | -         | 72.3   | 47.1     |
| Centro    | -        | -       | -         | -      | 62.6     |
| Sur y SE  | -        | -       | -         | -      | -        |

presentaron en cuatro regiones. Por el contrario, la proporción de especies de distribución regular (presentes en dos o tres regiones) o restringida (en una sola región) fue mayor (Fig. 4).

## DISCUSIÓN

El señalamiento del carácter preliminar de las regiones geográficas determinadas en este trabajo se debe a que los estudios sobre la

distribución de encinos podrían centrarse en la determinación, entre otras cosas, de factores ambientales determinantes de los patrones de distribución que actualmente muestran y no en límites políticos; tal vez una regionalización mediante criterios combinados con base en clima, fisiografía y suelos, por ejemplo, sería interesante, aunque requiere de información cartográfica de calidad, la cual no estuvo al alcance del autor. Las regiones propuestas coincidieron solo en

parte con Nixon (1993), principalmente en que la región noreste quedó con una misma ubicación geográfica y una superficie relativamente menor a la región noreste de dicho autor, el cual incluye un número mayor de especies de encino (57) que en este trabajo (47) para la misma región.

El mayor número de especies registradas en la región central (66, 59 % del total) (Tabla 1), parece concordar con Muller (1942 a), quien califica al centro del país como la más diversa en especies de encino, solo que desconocemos las entidades que agrupa este autor en dicha región (Tabla 1). La misma región parece ser un centro de mezcla de especies provenientes del norte y occidente, así como un posible puente hacia el sur del país; es posible que el Eje Volcánico Transversal tiene mucho que ver en esto. Hubo una similitud mayor de 50 % entre la región centro y las mencionadas antes (Tabla 2); esas similitudes podrían indicar relaciones de origen o tendencias en la migración de especies entre las distintas zonas montañosas de México, tal como menciona Sauer (1988) que ha ocurrido en el sureste de E.U.

El análisis de la distribución de especies de encinos blancos y rojos mediante el cociente E/L (Tabla 1) mostró que los rojos parecen ser más abundantes en la región occidental y en la sur y sureste (presumiblemente más húmedas), y que los blancos tienden a ser más abundantes en las regiones del norte del país (más secas) (Fig. 2). De acuerdo con la mayor concentración de especies de encinos blancos en el norte y de rojos en el sur (Fig. 2 a), el país puede dividirse en dos porciones, una al norte que agrupa entidades con igual o menor número de especies de encinos rojos que de blancos y otra al sur donde ocurre lo contrario [Fig. 2 b: (1) y (2), respectivamente]. Vale notar aquí que las especies del norte del país parecen encontrarse en lugares con altitudes

menores pero más secos, en tanto que las del sur se encuentran en lugares comparativamente más húmedos de las altas montañas (Rzedowski, 1978). Esto parece concordar con Mohler (1990), Nixon (1993) y Müller-Using (1994), quienes opinan sobre las posibles diferencias entre ambos subgéneros de *Quercus* y que los encinos blancos tienden a encontrarse en ambientes diferentes y generalmente menos húmedos que en el caso de los rojos. Nixon (1993) opina que los encinos rojos muestran restricciones ecológicas en su distribución en áreas relativamente secas en contraste con los blancos, lo que podría explicar el predominio de los blancos sobre los rojos en el norte del país (Fig. 2); Müller-Using (1994) registró evidencias de especies de encinos rojos de Nuevo León que tienden a presentarse en áreas cuyas condiciones climáticas son menos secas que donde se encuentran los blancos. Estos aspectos podrían indicar diferencias en el nicho ecológico entre especies de ambos subgéneros y, por tanto, una tendencia a distribuirse en áreas cuyas condiciones ambientales son diferentes. Esta idea es apoyada de alguna manera por Mohler (1990), quien encontró una tendencia en la dominancia de pares de especies de encino del mismo subgénero en la vegetación del sur de E.U. Sin embargo, estos aspectos deben considerarse con precaución, pues algunas especies de encinos rojos en México suelen encontrarse en hábitats relativamente xéricos (p. e. *Q. affinis* en piñonar en Nuevo León y San Luis Potosí, *Q. eduardii* en piñonar en San Luis Potosí, *Q. mexicana* en piñonar de Querétaro e Hidalgo y *Q. hypoxantha* en matorral xerófilo de Coahuila y Chihuahua). Aun falta investigar al respecto, lo cual podría aportar información relevante sobre tendencias migratorias, rasgos evolutivos y relaciones taxonómicas entre grupos de encinos en cada subgénero; la elaboración de una base de datos de encinos del país

permitiría disponer de información valiosa para confirmar, ratificar o corregir lo mencionado antes. La discusión anterior, excluye las especies del subgénero *Protobalanus*, debido a la carencia de información comparable en el mismo sentido causada, a su vez, por la escasez de especies de este subgénero en México; pero, no obstante, también merecen atención por su carácter escaso y por sus posibles relaciones filogenéticas con *Erythobalanus* y *Lepidobalanus*.

Los encinos de México, sin conocer aun las particularidades de la gran mayoría de ellos, parecen mostrar una distribución muy variada. Algunas especies podrían tener una distribución amplia, pues se encontraron en las cinco regiones geográficas del país (ANEXO). De esas especies, *Quercus rugosa* extiende su distribución hacia E.U. en el norte y a Guatemala en el sur. Otras especies presentan una distribución francamente México-norteamericana, pues se extienden hasta E.U., encontrándoseles principalmente en el norte del país (p. e. *Q. arizonica*, *Q. emoryi*, *Q. grisea* y *Q. pungens*), lo cual ha sido señalado por Little (1980 a, b); de acuerdo con datos de Nixon (1993), 23 y 14 %, respectivamente, de las especies presentes en México se encuentran en E. U. y Centroamérica.

Comparativamente, parecen ser pocas las especies con una distribución México-centroamericana (p. e. *Q. acatenangensis*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. conspersa* y *Q. oleoides*), lo que también ha sido indicado por Muller (1942 b) y McVaugh (1974) (ANEXO); posiblemente esto sea consecuencia de la migración de los encinos en sentido norte-sur.

El número de especies de encinos de distribución restringida al país, algunas de las

cuales se limitan a una entidad o municipio, fue relativamente alto (51 %, Fig. 3 a). Muchas especies de plantas endémicas del país son comunes y un gran número de ellas también son de las más abundantes y conspicuas (Rzedowski, 1991 a). Este es el caso de *Quercus* que se caracteriza por ser un género muy activo evolutivamente, por lo cual comprende algunas especies relativamente recientes (“especies neoendémicas”) (Rzedowski, 1991 b). La mayor parte de las especies modernas de *Quercus* parecen estar restringidas geográficamente; al respecto, se ha propuesto que evolucionaron después de la dispersión del género (Trelease, 1924) y que tal vez, al encontrarse ante condiciones climáticas más secas se crearon grupos aislados que posteriormente pudieron haber originado nuevas especies, tanto bajo condiciones húmedas como secas (Kaul, 1985).

De acuerdo con lo anterior, puede decirse que falta obtener información detallada sobre la distribución del género, así como de las especies y grupos de especies. De manera semejante, la investigación taxonómica del género aun tiene mucho que aportar, pues se requiere llenar grandes huecos, pero éstos podrían cubrirse no solo con estudios taxonómicos regionales (González, 1993), sino también con trabajos que aborden problemas específicos, tales como el esclarecimiento de grupos por debajo del nivel de subgénero (series o secciones), o la redescipción y reubicación de especies originalmente descritas con escasos elementos y que, por tanto, han sido mal entendidas; alguna propuesta sobre la validez de especies y sinonimias de una manera consensada también es necesario.

Diversos trabajos pueden realizarse mediante la consulta a herbarios, con lo cual podríamos conocer la distribución más precisa; pero no

sólo se puede lograr la representación de la distribución de un taxon en un mapa, sino que se esperaría conocer, además, los factores relacionados con la distribución de encinos en las diferentes condiciones ambientales (p.e. climáticas, edáficas, fisiográficas) del país. Estos aspectos podrían darnos bases para presentar opciones ante problemas taxonómicos del género, los cuales parecen ser abundantes. Posiblemente el grado de desconocimiento de la distribución de los encinos mexicanos ha impedido sustentar alguna propuesta para incluir especies de encinos en las listas de categorías de especies en riesgo para su conservación. La información fitogeográfica de los encinos mexicanos permitiría entender distintos aspectos relacionados con su regeneración natural y, por tanto, ayudaría en su aprovechamiento y manejo.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El número de especies de encinos de México varía en las entidades del país, de acuerdo con su ubicación geográfica; parece haber diferencias entre regiones geográficas, habiendo mayor riqueza de especies en la región central. De manera semejante, la concentración de especies de los subgéneros *Erythrobalanus* y *Lepidobalanus* varía entre entidades, siendo mayor el número de especies del segundo en las entidades del norte (porción del país más seca) y lo contrario en los estados del sur (porción más húmeda).

Se sugiere que algunos de los temas que se precisa atender acerca de los encinos de México son: a) distribución detallada (considerando hábitats y factores asociados, p. e. disturbio) al nivel genérico e infragenérico, así como por región ambientalmente delimitada, b) tendencias evolutivas

relacionadas con la distribución geográfica, c) esclarecimiento y resolución de problemas taxonómicos, mediante estudios detallados de la distribución de especies afines, y d) evaluación de especies que deban incluirse en las listas de categorías de riesgo para definir estrategias de conservación.

### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Dr. J. Rogelio Aguirre Rivera, del Instituto de Investigaciones Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la revisión crítica de una primera versión de este trabajo, al igual que a los árbitros anónimos de *Polibotánica*; asimismo, a la Universidad Autónoma Chapingo, por el apoyo parcial otorgado a través de los proyectos específicos 9610035 (1996) y 100308 (1997).

### LITERATURA CITADA

- Acosta P., R., G. L. Galindo F. y L.V. Hernández C. 1991. Listado preliminar de la flora fanerogámica y micológica del estado de Tlaxcala. Gobierno del estado de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax., México. p. 33.
- Aguilar, M. de L. y S. Romero. 1995. Estudio taxonómico de cuatro especies de encino (*Quercus*) descritas por Warburg. *Acta Botánica Mexicana* 31: 63-71.
- Argüelles, E., R. Fernández y S. Zamudio. 1991. Listado florístico preliminar del estado de Querétaro. Flora del Bajío y regiones adyacentes. Fascículo complementario II. Instituto de Ecología, A. C. Pátzcuaro, Mich., México. pp. 84-85.

- Banda, S., R. 1974. Contribución al conocimiento de los encinos del estado de Nuevo León. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L. 55 p.
- Bello G., M. A. y J. N. Labat. 1987. Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México. INIFAP-SARH-CEMCA. Cuadernos de estudios michoacanos 1. México, D. F. 95 p.
- Breedlove, D. E. 1986. Listados florísticos de México. IV. Flora de Chiapas. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 112-113.
- 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 (CONABIO), Instituto de Biología, UNAM, Agrupación Sierra Madre, S. C. México, D. F. 847 p.
- Davis, M. B. 1981. Quaternary story and the stability of forest communities. In: West, D. C., H. H. Shugart y D. B. Botkin (eds.). Forest succession: concepts and applications. Springer-Verlang. New York. pp. 132-153.
- Dávila A., P., J. L. Villaseños R., R. Medina L., A. Ramírez R., A. Salinas T., G. Sánchez-Ken y P. Tenorio L. 1993. Listados florísticos de México. X. Flora del Valle de Tehuacan-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 104-105.
- De la Cerda L., M. 1989. Encinos de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags., México. 84 p.
- Espinosa de G. R., J. 1979. Fagaceae (*Quercus*). En: Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. 1. CECSA. México, D. F. pp. 104-114.
- García-Arévalo, A. y S. González-Elizondo. 1991. Flora y vegetación de la cima del Cerro del Potosí, Nuevo León, México. Acta Botánica Mexicana 13: 53-74.
- González E., M, S. González E. y Y. Herrera A. 1991. Listados florísticos de México. IX. Flora de Durango. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 73-75.
- González R., R. 1993. La diversidad de encinos mexicanos. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 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, Jal., México. 204 p.
- Good, R. 1974. The geography of the flowering plants. 2<sup>nd</sup>. Ed. Longmans, Green & Co. London. 452 p.
- Grant, V. 1989. Especiación vegetal. Limusa. México, D. F. 587 p.

- Kaul, R. B. 1985. Reproductive morphology of *Quercus* (Fagaceae). *American Journal of Botany* 72 (12): 1962-1977.
- Little, E. L. 1980 a. The Audubon Society Field Guide to Northern American trees, eastern region. Alfred A. Knoff. New York. 714 p.
- \_\_\_\_\_. 1980 b. The Audubon Society Field Guide to northern american trees, western region. Alfred A. Knoff. New York. 639 p.
- McVaugh, R. 1974. Flora novo-galiciana (*Quercus*). Contributions from the University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, Michigan. 12, part. 1 (3): 1-93.
- Mohler, C. L. 1990. Co-occurrence of oak subgenera: implications for niche differentiation. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 117(3): 247-255.
- Montoya M., J. M. 1966. Notas fitogeográficas sobre *Quercus oleoides* Cham. et Schlecht. *Turrialba* 16 (1): 57-66.
- Muller, C. H. 1942a. Notes on the American flora, chiefly Mexican. *American Midland Naturalist* 27: 470-490.
- \_\_\_\_\_. 1942b. The central american species of *Quercus*. U. S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publications 477.
- Muller, C. H. y R. McVaugh. 1972. The oaks (*Quercus*) described by Née (1801), and by Humboldt & Bonpland (1809), with comments on related species. Contributions from the University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, Michigan. 9, (7): 507-522 + 2 figs..
- Mueller-Dombois, D. y H. E. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Willey. New York. 547 p.
- Müller-Using, B. 1994. Contribuciones al conocimiento de los bosques de encino y pino-encino en el Noroeste de México. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 194 p.
- Nixon, K. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press. New York. pp. 447-458.
- Peinado, M. C., C. Bartolome, J. Delgadillo e I. Aguado. 1994. Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. *Acta Botánica Mexicana* 29:1-30.
- Romero R., S. 1993. El género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de México. Tesis M.C. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 151 p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 p.
- \_\_\_\_\_. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* 14: 3-21.
- \_\_\_\_\_. 1991b. El endemismo en la flora

- fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15: 47-64.
- Sargent, C. S. 1965. *Manual of the trees of North America (exclusive of Mexico)*. 2<sup>nd</sup>. Ed. Dover Publ. New York. 934 p.
- Sauer, J. D. 1988. *Plant migration (the dynamics of geographic patterning in seed plant species)*. University of California Press. 282 p.
- Smith, D. W. 1993. Oak regeneration: the scope of the problem. In: Loftis, D. y C. E. McGee (eds.). *Oak regeneration: serious problems, practical recommendations*. Gen. Tech. Rep. SE-84. Southeastern Forest Experiment Station. Forest Service, U. S. Department of Agriculture. Asheville, NC., USA. pp. 40-52.
- Trelease, W. 1924. The American oaks. *Memoirs of the National Academy of Science* 20: 1-255.
- Valdez T., V. y M. L. Aguilar E. 1983. El género *Quercus* en las unidades fisiográfico florísticas del municipio de Santiago, Nuevo León, México. *Bol. Téc. Núm.* 98:1-94. INIF, SARH. México, D. F.
- Valencia A., S. 1989. *Contribución al conocimiento del género Quercus (Fagaceae) en el estado de Guerrero, México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 183 p.
- Vázquez V., M. L. 1992. *El género Quercus (Fagaceae) en el estado de Puebla, México*. Tesis profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 246 p.
- Zavala Ch., F. 1989. *Identificación de encinos de México*. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 150 p.
1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo XVI (95)*: 43-51.
1995. *Encinos hidalguenses*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 133 p.
- Zavala Ch., F. y E. García M. 1996. *Frutos y semillas de encinos*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 51 p.
- Zavala Ch., F., E. Estrada M. y V. J. Arriola P. (en prensa). *Los encinos del herbario de la Universidad Autónoma Chapingo*. Dirección de Difusión Cultural, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 83 p.



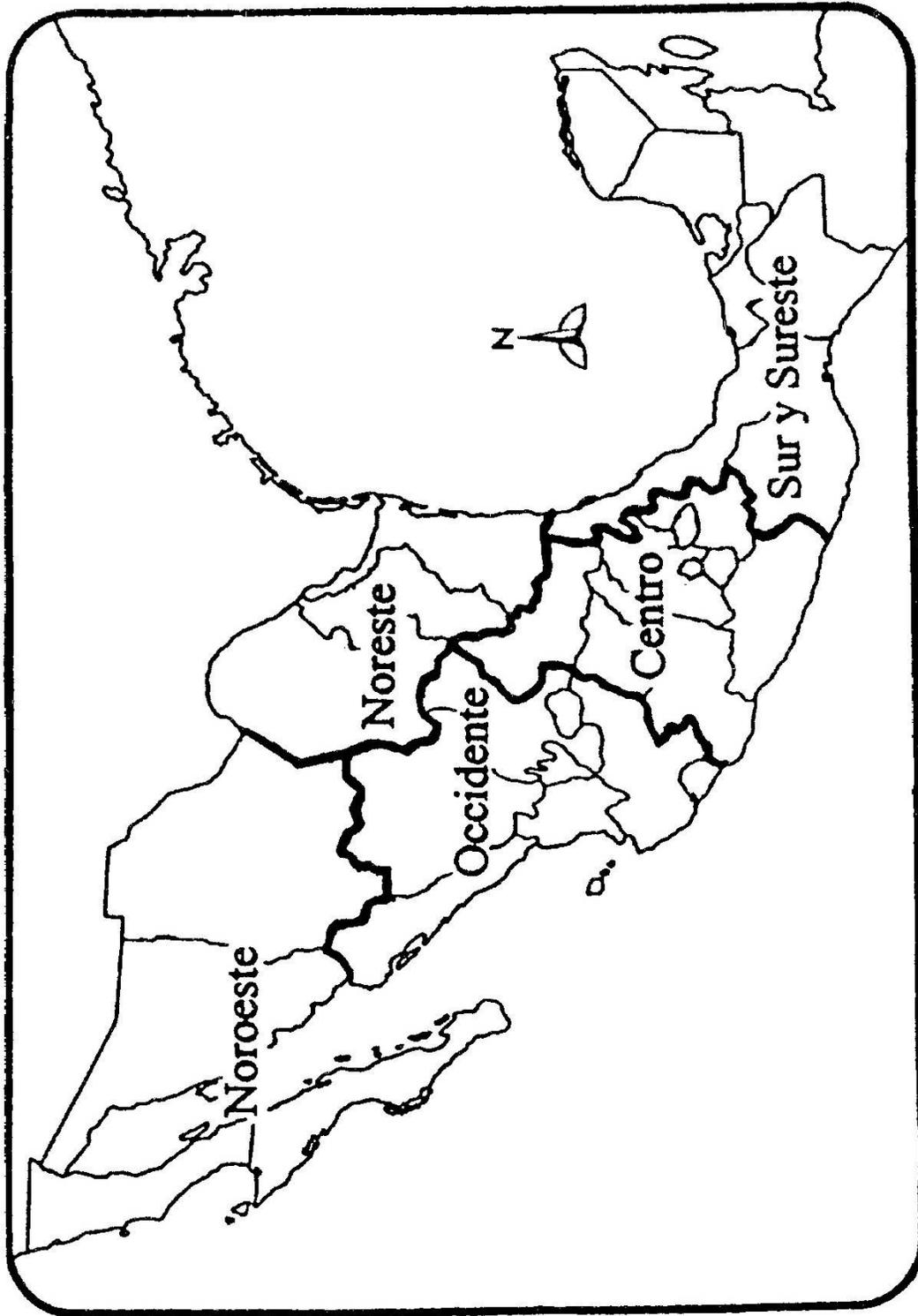


Fig. 1. Regiones geográficas de México determinadas mediante el índice de similitud de Sorensen (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) entre entidades, con base en la presencia de especies de encinos y la cercanía entre entidades.

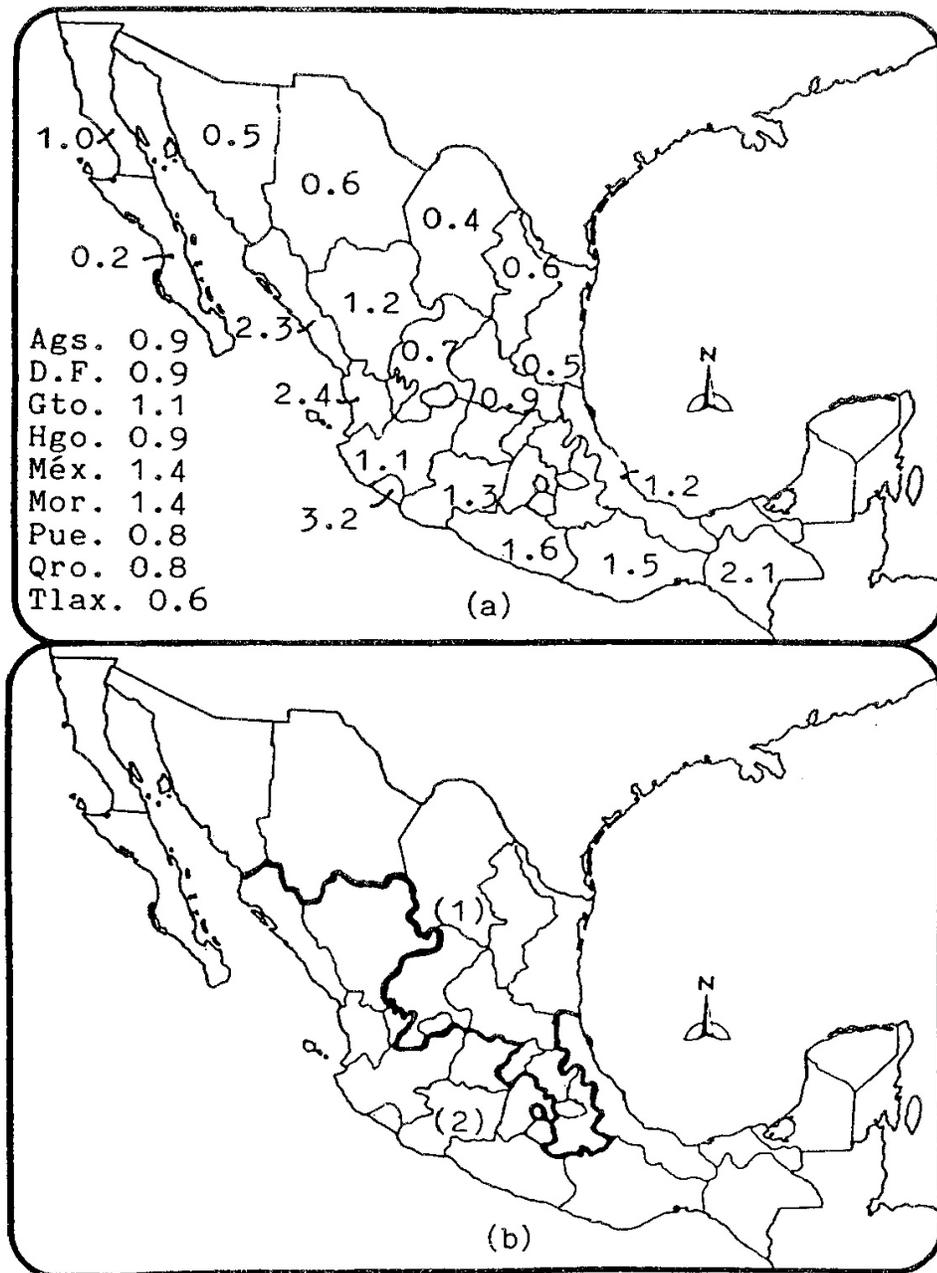


Figura 2. Cocientes del número de especies de encinos rojos (*Erythrobalanus*) entre blancos (*Lepidobalanus*) para las entidades federativas del país (a), y regiones de mayor concentración de especies de *Lepidobalanus* (1) y de *Erythrobalanus* (2) en México (b). (Las regiones fueron definidas mediante la unión de las entidades con un cociente igual o menor que 1 y mayor que 1, respectivamente).

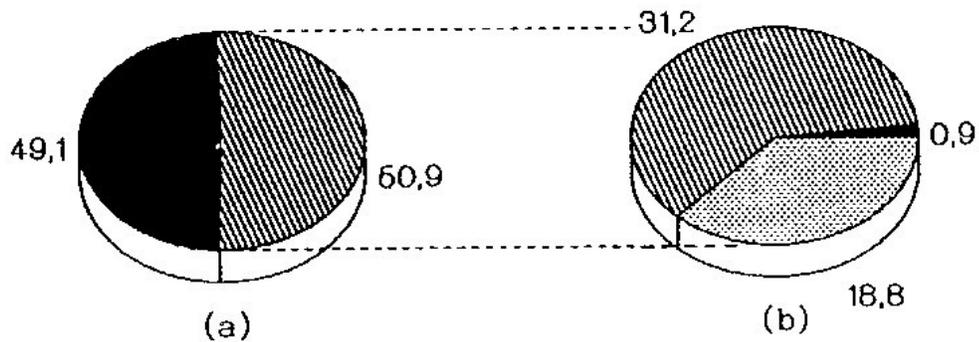


Figura 3. Proporciones de especies de encinos restringidas al país (área negra) y compartidas con otros países (líneas diagonales) (a) y de las que comparten su distribución con Canadá (área negra), E.U. (líneas diagonales) y Centroamérica (punteada) (b).

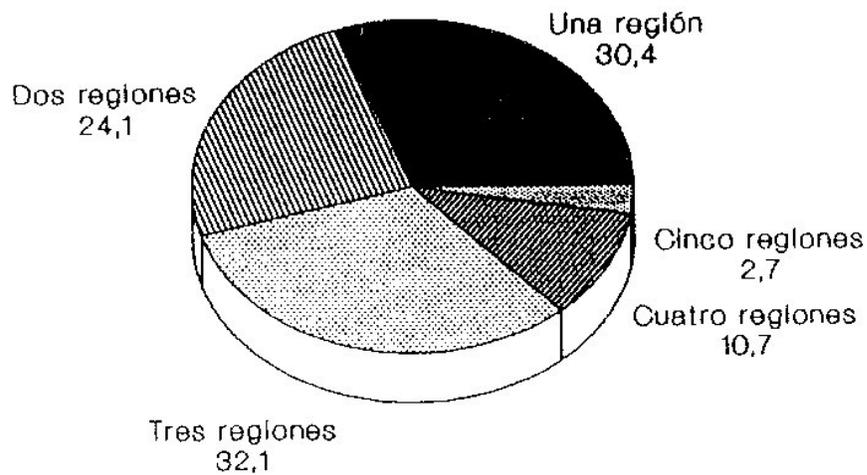


Figura 4. Proporciones de especies de encinos de México presentes en un número de regiones geográficas. (Explicación en el texto).

ANEXO 1. Presencias de especies de encinos mexicanos en Canadá, E.U. y Guatemala (incluyendo el resto de Centroamérica) y en las regiones geográficas (NO = noroeste; EN = noreste; O = occidente; C = centro; E y S = este y sur). (Basado en Muller, 1942b; McVaugh, 1974; Little, 1980a,b; Zavala, 1989; Zavala *et al.* en prensa).

| Especie                          | Guatemala |      |             |    |    |   |   |       |
|----------------------------------|-----------|------|-------------|----|----|---|---|-------|
|                                  | Can       | E.U. | (Centroam.) | NO | NE | O | C | E y S |
| <i>Q. acatenangensis</i> Trel.   | -         | -    | X           | -  | -  | - | X | X     |
| <i>Q. acutifolia</i> Née         | -         | -    | -           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. affinis</i> Schied*        | -         | -    | -           | -  | X  | - | X | X     |
| <i>Q. agrifolia</i> Née          | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. ajoensis</i> C.H. Mull.    | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. aristata</i> Hook. & Arn.* | -         | -    | -           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. arizonica</i> Sarg.        | -         | X    | -           | X  | X  | X | - | -     |
| <i>Q. benthami</i> A. DC.        | -         | -    | X           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. boqueronae</i> Trel.       | -         | -    | X           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. brandegei</i> Goldman      | -         | -    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. canby</i> Trel.            | -         | X    | -           | -  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. candicans</i> Née*         | -         | -    | X           | X  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. castanea</i> Née*          | -         | -    | X           | X  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. cedrocensis</i> C.H. Mull. | -         | -    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. coccolobifolia</i> Trel.*  | -         | -    | -           | X  | X  | X | X | -     |
| <i>Q. conspersa</i> Benth.*      | -         | -    | X           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. cordifolia</i> Trel.       | -         | -    | -           | -  | X  | X | X | -     |
| <i>Q. corrugata</i> Hook.*       | -         | -    | X           | -  | -  | - | X | X     |
| <i>Q. crassifolia</i> H. & B.*   | -         | -    | X           | X  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. crassipes</i> H. & B.*     | -         | -    | -           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. crispifolia</i> Trel.      | -         | -    | X           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. crispipilis</i> Trel. *    | -         | -    | X           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. cupreata</i> C.H. Mull.    | -         | -    | -           | -  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. chihuahuensis</i> Trel.*   | -         | -    | -           | X  | X  | X | X | X     |
| <i>Q. chrysolepis</i> Liebm.     | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. depresissipes</i> Trel.*   | -         | X    | -           | X  | -  | X | X | -     |
| <i>Q. deserticola</i> Trel.*     | -         | -    | -           | -  | X  | X | X | -     |
| <i>Q. devia</i> Goldman          | -         | -    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. dumosa</i> Nutt.           | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. dunnii</i> Kell.           | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. durandii</i> Buckl.        | -         | X    | -           | -  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. duranifolia</i> C.H. Mull. | -         | -    | -           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. durifolia</i> Seem.*       | -         | -    | -           | X  | -  | X | X | -     |
| <i>Q. dysophylla</i> Benth.*     | -         | -    | -           | -  | -  | - | X | X     |
| <i>Q. eduardii</i> Trel.*        | -         | -    | -           | -  | X  | X | X | -     |

ANEXO 1. Presencias de especies de encinos mexicanos en Canadá, E.U. y Guatemala (incluyendo el resto de Centroamérica) y en las regiones geográficas (NO = noroeste; EN = noreste; O = occidente; C = centro; E y S = este y sur). (Basado en Muller, 1942b; McVaugh, 1974; Little, 1980a,b; Zavala, 1989; Zavala *et al.* en prensa).

| Especie                               | Guatemala |      |             |    |    |   |   |       |
|---------------------------------------|-----------|------|-------------|----|----|---|---|-------|
|                                       | Can       | E.U. | (Centroam.) | NO | NE | O | C | E y S |
| <i>Q. elliptica</i> Née*              | -         | -    | X           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. emory</i> Torr.*                | -         | X    | -           | X  | X  | X | - | -     |
| <i>Q. engelmannii</i> Greene.         | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. excelsa</i> Liebm.*             | -         | -    | -           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. glaucescens</i> H. & B.*        | -         | -    | -           | -  | X  | X | X | X     |
| <i>Q. glaucooides</i> Mart. Gal.*     | -         | X    | -           | X  | X  | X | X | X     |
| <i>Q. graciliformis</i> C.H. Mull.    | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. gravesii</i> Sudw.              | -         | X    | -           | -  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. greggii</i> Trel.*              | -         | -    | -           | -  | X  | - | X | -     |
| <i>Q. grisea</i> Liebm.*              | -         | X    | -           | X  | X  | X | X | -     |
| <i>Q. hintoni</i> Warb.               | -         | -    | -           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. hintoniorum</i> Nixon*          | -         | -    | -           | -  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. hypoleucooides</i> Camus*       | -         | X    | -           | -  | X  | X | - | -     |
| <i>Q. hypoxantha</i> Trel.*           | -         | -    | -           | X  | X  | - | X | -     |
| <i>Q. insignis</i> Mart. & Gal.*      | -         | -    | X           | -  | -  | X | - | X     |
| <i>Q. intricata</i> Trel.             | -         | X    | -           | X  | X  | X | - | -     |
| <i>Q. invaginata</i> Trel.            | -         | -    | -           | -  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. laceyi</i> Small.               | -         | X    | -           | -  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. laeta</i> Liebm.                | -         | -    | -           | X  | X  | X | X | X     |
| <i>Q. laurina</i> H. & B.*            | -         | -    | -           | -  | X  | X | X | X     |
| <i>Q. magnoliifolia</i> Née*          | -         | -    | X           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. martinezii</i> C.H. Mull.       | -         | -    | -           | -  | -  | X | X | X     |
| <i>Q. mexicana</i> H. & B.*           | -         | -    | -           | -  | X  | - | X | X     |
| <i>Q. microphylla</i> Née.*           | -         | -    | -           | -  | X  | X | X | X     |
| <i>Q. mohriana</i> Buckl.             | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |
| <i>Q. monserratisensis</i> C.H. Mull. | -         | -    | -           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. muhlenbergii</i> Engelm.        | -         | X    | -           | X  | X  | - | - | -     |
| <i>Q. oblongifolia</i> Torr.          | -         | X    | -           | X  | X  | - | X | -     |
| <i>Q. obtusata</i> H. & B.*           | -         | -    | -           | -  | X  | X | X | X     |
| <i>Q. oleoides</i> Schltl & Cham.*    | -         | -    | X           | -  | X  | - | X | X     |
| <i>Q. oocarpa</i> Liebm.              | -         | -    | X           | -  | -  | X | - | -     |
| <i>Q. orizabae</i> Liebm.*            | -         | -    | -           | -  | -  | - | X | X     |
| <i>Q. paxtalensis</i> C.H. Mull.      | -         | -    | -           | -  | -  | - | - | X     |
| <i>Q. peduncularis</i> Née*           | -         | -    | -           | -  | -  | - | X | X     |
| <i>Q. peninsularis</i> Trel.          | -         | X    | -           | X  | -  | - | - | -     |

ANEXO 1. Presencias de especies de encinos mexicanos en Canadá, E.U. y Guatemala (incluyendo el resto de Centroamérica) y en las regiones geográficas (NO = noroeste; EN = noreste; O = occidente; C = centro; E y S = este y sur). (Basado en Muller, 1942b; McVaugh, 1974; Little, 1980a,b; Zavala, 1989; Zavala *et al.* en prensa).

| Especie                              | Guatemala |      |             |    |    |    |    |       |
|--------------------------------------|-----------|------|-------------|----|----|----|----|-------|
|                                      | Can       | E.U. | (Centroam.) | NO | NE | O  | C  | E y S |
| <i>Q. pilarius</i> Trel.             | -         | -    | X           | -  | -  | -  | -  | X     |
| <i>Q. planipocula</i> Tre.*          | -         | -    | -           | -  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. polymorpha</i> Schltl & Cham.* | -         | -    | X           | -  | X  | -  | X  | X     |
| <i>Q. potosina</i> Trel.*            | -         | -    | X           | X  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. praeco</i> Trel.*              | -         | -    | -           | -  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. praineana</i> Trel.*           | -         | -    | -           | -  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. pringlei</i> Seem.*            | -         | -    | -           | -  | X  | X  | X  | -     |
| <i>Q. pungens</i> Liebm.             | -         | X    | -           | X  | X  | -  | -  | -     |
| <i>Q. repanda</i> H. & B.*           | -         | -    | -           | -  | X  | -  | X  | -     |
| <i>Q. sebifera</i> Trel.*            | -         | -    | -           | -  | -  | -  | X  | X     |
| <i>Q. sideroxyla</i> H. B.*          | -         | -    | -           | X  | X  | X  | -  | -     |
| <i>Q. skinneri</i> Benth.*           | -         | -    | X           | -  | -  | -  | X  | X     |
| <i>Q. splendens</i> Née*             | -         | -    | -           | -  | -  | X  | X  | X     |
| <i>Q. subspathulata</i> Trel.*       | -         | -    | -           | x  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. tinkhami</i> C.H. Mull.*       | -         | -    | -           | -  | X  | -  | X  | -     |
| <i>Q. tomentella</i> Engelm.         | -         | X    | -           | X  | -  | -  | -  | -     |
| <i>Q. toumeyii</i> Sarg.             | -         | X    | -           | X  | -  | X  | -  | -     |
| <i>Q. tuberculata</i> Liebm.         | -         | X    | -           | X  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. turbinella</i> Greene.         | -         | X    | -           | X  | -  | -  | -  | -     |
| <i>Q. undulata</i> Torr.             | -         | X    | -           | X  | -  | -  | -  | -     |
| <i>Q. urbani</i> Trel.*              | -         | -    | -           | X  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. uxoris</i> McVaugh*            | -         | -    | -           | -  | -  | X  | X  | -     |
| <i>Q. viminea</i> Trel.*             | -         | -    | -           | X  | -  | X  | -  | -     |
| <i>Q. virginiana</i> Mill.*          | X         | X    | -           | -  | X  | -  | X  | -     |
| <i>Q. wislizenii</i> A. Dc:          | -         | X    | -           | X  | -  | -  | -  | -     |
| <i>Q. xalapensis</i> H. & B.         | -         | X    | -           | -  | X  | -  | X  | X     |
| Suma (presencias)                    | 1         | 35   | 21          | 47 | 45 | 52 | 64 | 50    |

\*Especies revisadas también en material de herbario.