

# *Quercus* L. (Fagaceae)

Dante Arturo Rodríguez Trejo, Esperanza García Pascual

## **Nombres comunes**

La gran cantidad de especies del género tiene una gama de nombres y una sola especie de encino puede recibir cantidad de nombres comunes en diferentes regiones. Como muestra, a continuación, se proporcionan algunos de ellos, que incluyen los epítetos encino o roble, de acuerdo con Martínez (1987).

Encino amarillo (*Q. castanea* Muhl), encino capulahuatl (*Q. xalapensis* Bonpl.), encino capulincillo (*Q. microphylla* Née), encino chino (*Q. salicifolia* Née), encino hojascalco (*Q. crassifolia* Benth.), encino laurelillo (*Q. laurina* M. Martens & Galeotti), encino naps (*Q. magnoliifolia* Née), encino rey (*Q. corrugata* Hook.), encino roble amarillo (*Q. glaucescens* Bonpl.), encino tapahuite (*Q. elliptica* Née), encino tesmolillo (*Q. crassipes* Bonpl.), roble serrano (*Q. virginiana* Mill.). En la obra referida, el nombre común más frecuente es encino colorado, en 15 especies. Asimismo, *Q. crassifolia* cuenta con 10 nombres comunes.

## **Breve descripción**

La forma biológica de los encinos, va desde árboles (*Q. uxoris* McVaugh puede alcanzar 45 m de altura, y *Q. skinneri* Benth., 40 m), hasta arbustos (como *Q. microphylla*, *Q. frutex* Trel. y *Q. repanda* Michx.) (Zavala, 2003;

Romero *et al.*, 2015), con algunos que, según las condiciones de crecimiento, pueden ser arbusto o árbol. Así, *Q. microphylla*, típicamente arbustivo, también puede hallarse como árbol bajo (por ejemplo, en Perote, Ver.).

Hay especies típicamente caducifolias (*Q. acutifolia* Née, *Q. candicans* Née, *Q. mexicana* Bonpl.) y otras perennes, o que tienden a serlo (*Q. crassipes*, *Q. frutex*, *Q. laurina*, *Q. rugosa* Née). En los encinos blancos (subgénero *Lepidobalanus*), la corteza es relativamente suave, escamosa, gris o café grisáceo, pero en tonalidades generalmente claras. En los encinos rojos y negros (subgénero *Erythrobalanus*), la corteza es profundamente fisurada o escasamente escamosa, oscura y dura. Las formas de las hojas más comunes en encinos mexicanos son elíptica, ovada, obovada, lanceolada, oblanceolada, suborbicular y oblongo acuminada. Su margen puede ser dentado, entero, dentado sinuado, dentado ondulado, crenado, revoluto, recto y otros. La presencia de aristas en los dientes de la hoja es típica del subgénero *Erythrobalanus*. El ápice es aristado en los encinos rojos y mucronado en los blancos. Con mucha frecuencia el envés de las hojas es tomentoso (Zavala, 2003) (Figuras 43.1 y 43.2).

A



B

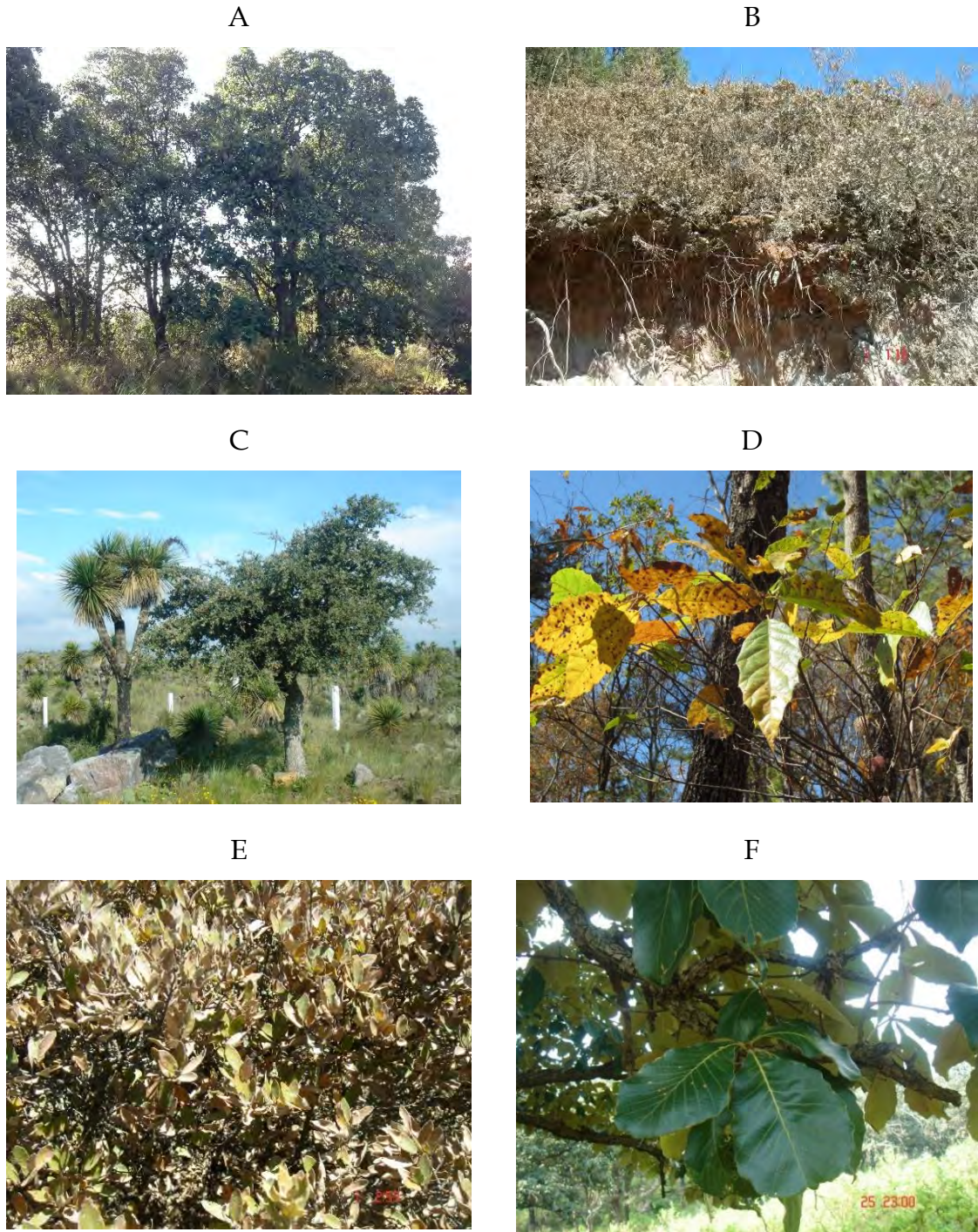


C



**Figura 43.1.** A) La contribución a la biodiversidad y servicios ambientales de los bosques de encino y pino-encino, es grande. Bosque de pino-encino en la comunidad de Villahermosa, Mipio. Villaflores, Chis., 2016. B) y C) Estos bosques también ofrecen una gama de productos forestales. Elaboración de un horno de carbón en Villa del Carbón, Edo. de México, 2012. Fotos: DART.





**Figura 43.2.** Muestra de la variabilidad en caracteres en especies de encinos. A) árboles de *Q. rugosa* en las faldas del Tlálloc, Edo. Méx., 2015. B) *Quercus frutex*, típica especie arbustiva, Totolapan, Edo. Méx., 2009. C) El *Q. microphylla*, puede ser un pequeño árbol, como en esta foto de la zona árida poblano-veracruzana (2010) o arbustivo. D) Hojas de *Q. skinneri* (Villaflora, Chis., 2016), E) *Q. frutex* (Edo. Méx., 2009) y F) *Q. magnoliifolia* (Jal., 2010). Fotos: DART.

Los encinos producen sus flores masculinas en amentos y las femeninas en espigas, en el mismo árbol (Zavala y García, 1996). Si bien se considera que Fagaceae tiene plantas monoicas (Nixon, 1993), Trelease (1924) alude rudimentos de pistilo en flores estaminadas de algunos *Quercus* asiáticos. En México, Romero *et al.* (2000) hallaron flores hermafroditas en *Quercus glaucoides* M. Martens & Galeotti de Michoacán. Más aún, en EE.UU. se notó cambio de expresión masculina a femenina cuando algunos individuos de *Q. gambelli* Sarg. crecen bajo dosel (Zavala y García, 1996). El fruto es una nuez adherida a un involucre (cúpula), conocida en conjunto como bellota, de tamaño y características variables entre especies (Zavala, 2003).

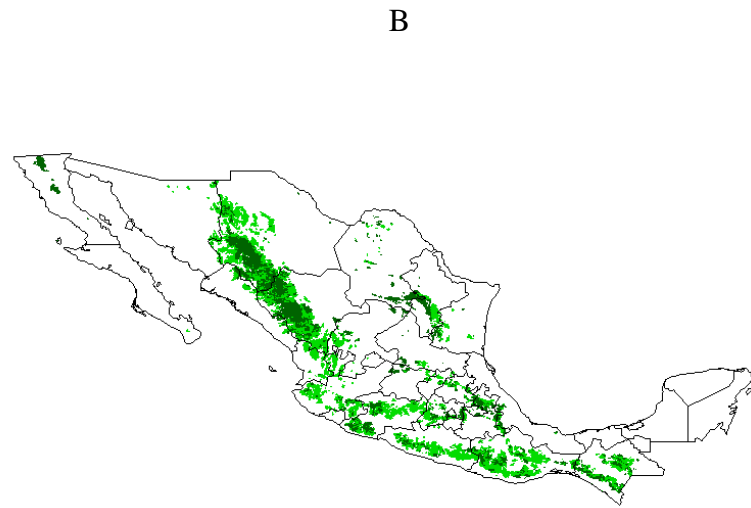
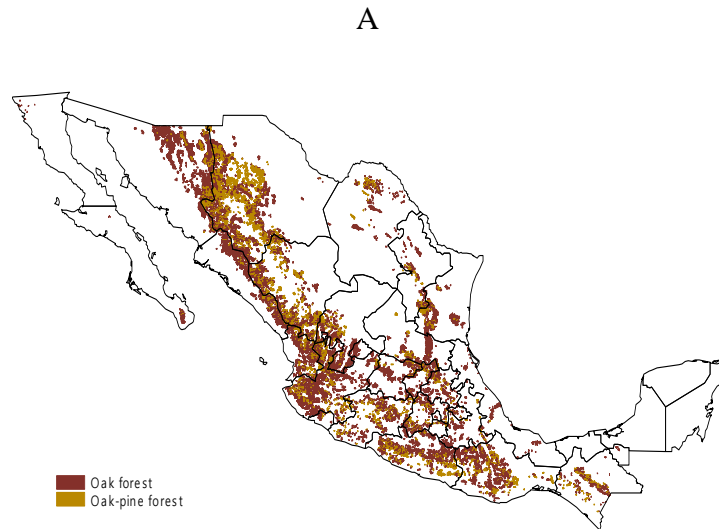
### Distribución

En el país existen 14 200 000 ha de bosques de coníferas y latifoliadas, que en su mayoría son de *Pinus* y *Quercus*, así como 9 600 000 ha de bosques de latifoliadas, en particular con *Quercus*. Este género se halla en regiones templado-frías, semiáridas y tropicales del país, tanto sobre rocas ígneas como sedimentarias o metamórficas (Rzedowski, 1978), entre 0 y 3500 m s.n.m. (Zavala, 1998). Puede formar masas con especies del género o bien mezclarse con pinos, dominando o no. Zavala (2002) señala que la única entidad federativa en la cual no hay encinos es Yucatán. Asimismo, de acuerdo con esta última fuente, el estado con más especies de encino es Jalisco, con 41 de ellas, en tanto que los estados con menos

especies son Quintana Roo y Campeche, donde sólo tienen a *Q. oleoides* Schltdl. & Cham. (Figura 43.3). Por otra parte, entre las especies de más amplia distribución y dominantes en México se encuentran *Q. rugosa*, *Q. castanea* y *Q. laurina*. En contraste, entre las que se hallan en varias entidades, pero casi nunca dominan se encuentran *Q. conspersa* Benth. y *Q. peduncularis* Née (Zavala *et al.*, 1999). Asimismo, especies como *Q. benthamii* A.DC., *Q. cupreata* Trel. & C.H.Mull., *Q. duratifolia* C.H.Mull., *Q. greggii* Trel., *Q. hypoxantha* Trel., *Q. insignis* M.Martens & Galeotti, *Q. martinezii* C.H.Mull., *Q. orizabae* Liebm. y *Q. uxoris*, habitan uno o pocos estados (Zavala, 1995; Romero *et al.*, 2015).

### Importancia

Zavala (2007) refiere que en México existen cerca de 170 especies de encinos. Valencia (2003) considera 109 de ellas endémicas. La última autora señala que en Estados Unidos hay 90 especies y 35 en Centroamérica, para un total de 234 a nivel continental (eliminando las repeticiones por especies compartidas). México posee 69% de las especies del género en el continente. Los bosques de encino o los de pino-encino, proveen relevantes servicios ambientales y recursos económicos para las sociedades urbana y rural. Son hábitat para innumerables especies, muchas de las cuales se restringen al encinar o al bosque de pino-encino. Ostentan una gran biodiversidad (Rodríguez-Trejo y Myers, 2010). Coombes *et al.* (2020), señalan que un encino adulto puede albergar 2000 organismos.



**Figura 43.3.** A) Distribución de los bosques de encino (café oscuro) y de encino-pino (Café claro), así como los de B) pino-encino (verde claro) y pino (verde oscuro), en México (Con base en INEGI, 2000).

Infinidad de comunidades rurales se encuentran en o cerca de encinares o bosques de pino-encino, donde elaboran carbón. La madera de los encinos se emplea para la construcción de viviendas, muebles y como leña. Un uso común para la madera de este género, dada su alta densidad, es

como mango o cabo de herramientas. También se utiliza para hacer muebles y duelas, en postes para cercas, cajas para empaque, construcciones, artesanías, entre otros. Las bellotas de los encinos se utilizan como alimento para cerdos en muchas partes (LeSur, 2011, Rodríguez-Trejo, 2014).



## Floración y fructificación

Las flores se producen en la primavera (marzo a mayo) (Figura 43.4), los frutos maduros se tienen de agosto a noviembre, a veces hasta diciembre y en algunas especies hasta enero o febrero; las nueces de encinos blancos se producen en un año, las de los rojos tardan dos (Zavala y García, 1996). Diversos encinos norteamericanos comienzan su producción de semillas a los 15-25 años. Algunos se anticipan (5-12 años de edad), mientras que algunos otros inician tardíamente (30-40 años) (Young y Young, 1992).

## Descripción de fruto y semilla

Los frutos de los encinos son conocidos como bellotas, que constan de un involucro (cúpula) y la nuez, dentro de la cual está la semilla. Esta última es cotiledonar, con los cotiledones cubriendo la gran mayor parte de la cavidad seminal (Figuras 43.5 a 43.9). Zavala y García (1996) refieren que rara vez es posible hallar dos semillas en una sola nuez, en especies como *Q. mexicana* y *Q. rugosa*, entre otras.

## Análisis de semillas

**Pureza.** En el vivero se utiliza a la nuez directamente, sin extraer la semilla. Por ello, el procesamiento es poco. Se remueven las cúpulas, si no cayeron ya, y algunos restos de hojas y ramas. La pureza normalmente es elevada, de 72 a 100% (Cuadro 43.1).

**Peso.** Existe una gran variabilidad inter e intraespecífica en el tamaño de las nueces y las semillas que contienen. En este párrafo nos referimos a las

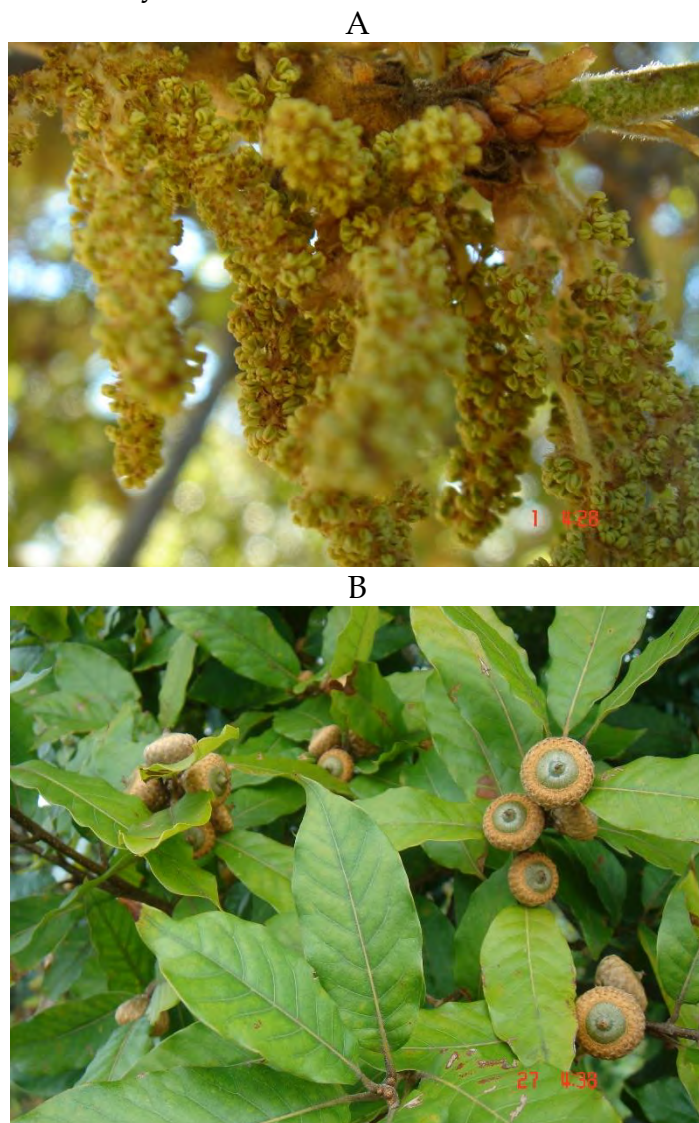
nueces. En varias especies su longitud puede ser de 0.8 cm o apenas pasar de 1 cm, como en *Q. affinis* [Scheidw.], *Q. coccolobifolia* Trel. o *Q. frutex*, entre otros. Esas especies pueden tener cerca de o poco más de 1000 semillas kg<sup>-1</sup>. En cambio, las semillas de *Q. skinneri* y de *Q. germana* Schltdl. & Cham. pueden alcanzar casi 4 cm de longitud y la de *Q. insignis* 5 o 6 cm de diámetro. Esta última con sólo 17 a 29 semillas kg<sup>-1</sup> (1000 semillas pesan 58.82 y 34.48 kg, respectivamente) (Cuadro 43.1). La de *Q. insignis*, está reconocida como la bellota de *Quercus* más grande de entre todas las especies del género en el planeta (García *et al.*, 2014) (Figura 43.7C y 43.9A). Desde luego, hay variación intraespecífica importante en el tamaño de nuez y semilla. Por ejemplo, Márquez *et al.* (2005) hallaron significativa variación en longitud, ancho y peso de la semilla de *Q. oleoides* entre árboles y entre tres poblaciones del centro de Ver.

**Contenido de humedad.** Las semillas del género son recalcitrantes, es decir, tienen elevados contenidos de humedad y poca longevidad bajo almacenamiento. Se ha observado que, en condiciones de cuarto fresco, se pueden almacenar por tres a seis meses. En estratificación a temperatura de cuarto fresco pero entre arena ligeramente húmeda, o en refrigeración, el lapso de almacenamiento aumenta de seis meses a poco más de un año. Aunque son muy pocas las investigaciones sobre almacenamiento de semillas mexicanas de *Quercus*, en general puede decirse que hay una reducción tendiente a lineal en la viabilidad a

mayor tiempo de almacenamiento. Se sabe que las semillas de encinos rojos pueden ser almacenadas durante más tiempo que las de los blancos, lo cual se comenta con más detalle en el subtítulo de Almacenamiento.

En la literatura donde se ha analizado esta variable se incluyen desde

semillas recientemente recolectadas hasta otras que llevan varios meses de almacenamiento. En especies del país se han registrado extremos para el contenido de humedad, base en fresco, como 18.7% para *Q. glaucescens* y 74.3% para *Q. greggii* (Cuadro 43.1).



**Figura 43.4.** A) Amentos de *Q. rugosa.*, Totolapan, Edo. de Méx. B) Bellota de *Q. acatenangensis* en desarrollo, Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chis. Fotos: DART, 2009 y 2005.

#### **Germinación y factores ambientales.**

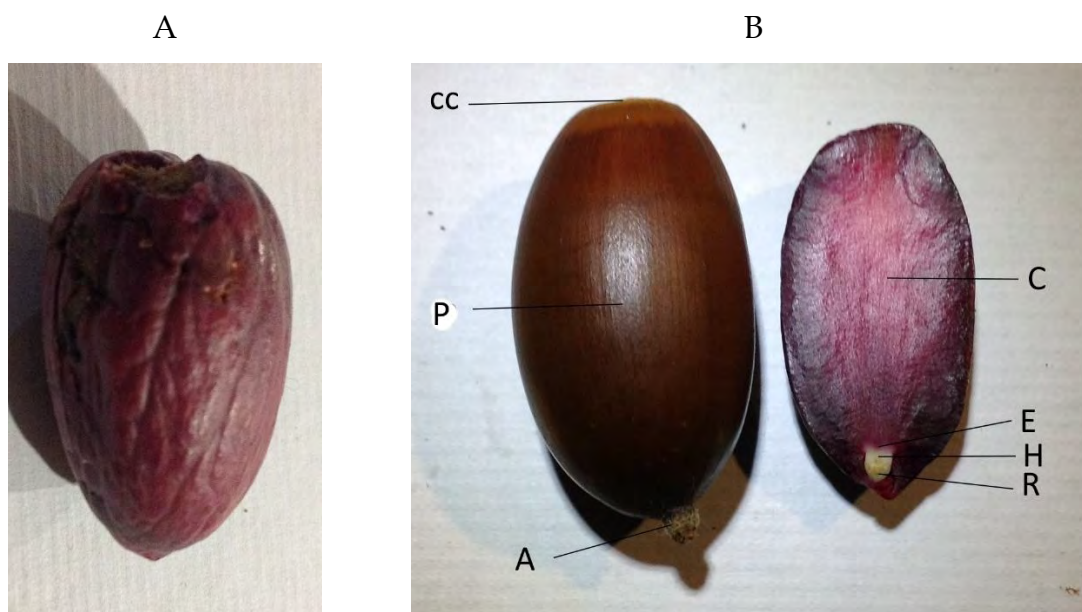
Como se trata de un género con semillas recalcitrantes, es claro que el

tiempo de realización de las pruebas de germinación después de la recolecta, o bien el tiempo de

almacenamiento así sea breve, es un factor que influye en la capacidad germinativa. El género además consta de especies colonizadoras, intermedias o de etapas sucesionales avanzadas, lo cual puede afectar la temperatura óptima, así como los requerimientos de luz para la germinación.

En distintas procedencias y recolecciones de semilla llevadas a

cabo en diferentes años, el tamaño de la semilla, afectación por insectos plaga y enfermedades de frutos y semillas, pueden variar y tener influencia en la capacidad germinativa de las diferentes especies. Asimismo, las pruebas de germinación se han llevado a cabo en una gama de condiciones, tanto de cámara de ambiente controlado como de vivero, invernadero o campo.



**Figura 43.5.** A) Vista exterior de la semilla de *Q. rugosa*. B) Izquierda: nuez (CC=cicatriz de la cúpula, P=pericarpio, A=ápice). Derecha: semilla (C=cotiledón, E=epicótilo, H=hipocótilo, R=radícula) de *Q. rugosa* (Huerta y Rodríguez-Trejo, 2011).



**Figura 43.6.** A) Bellota de *Q. frutex*, aunque esta especie arbustiva se reproduce más comúnmente por rizomas. Totolapan, Edo. de Méx. B) Nuez y C) semilla de *Q. crassipes*. Fotos: A) DART, 2009, B) y C) DART, 1994, Lab. Semillas Forestales, Dicifo, UACH.



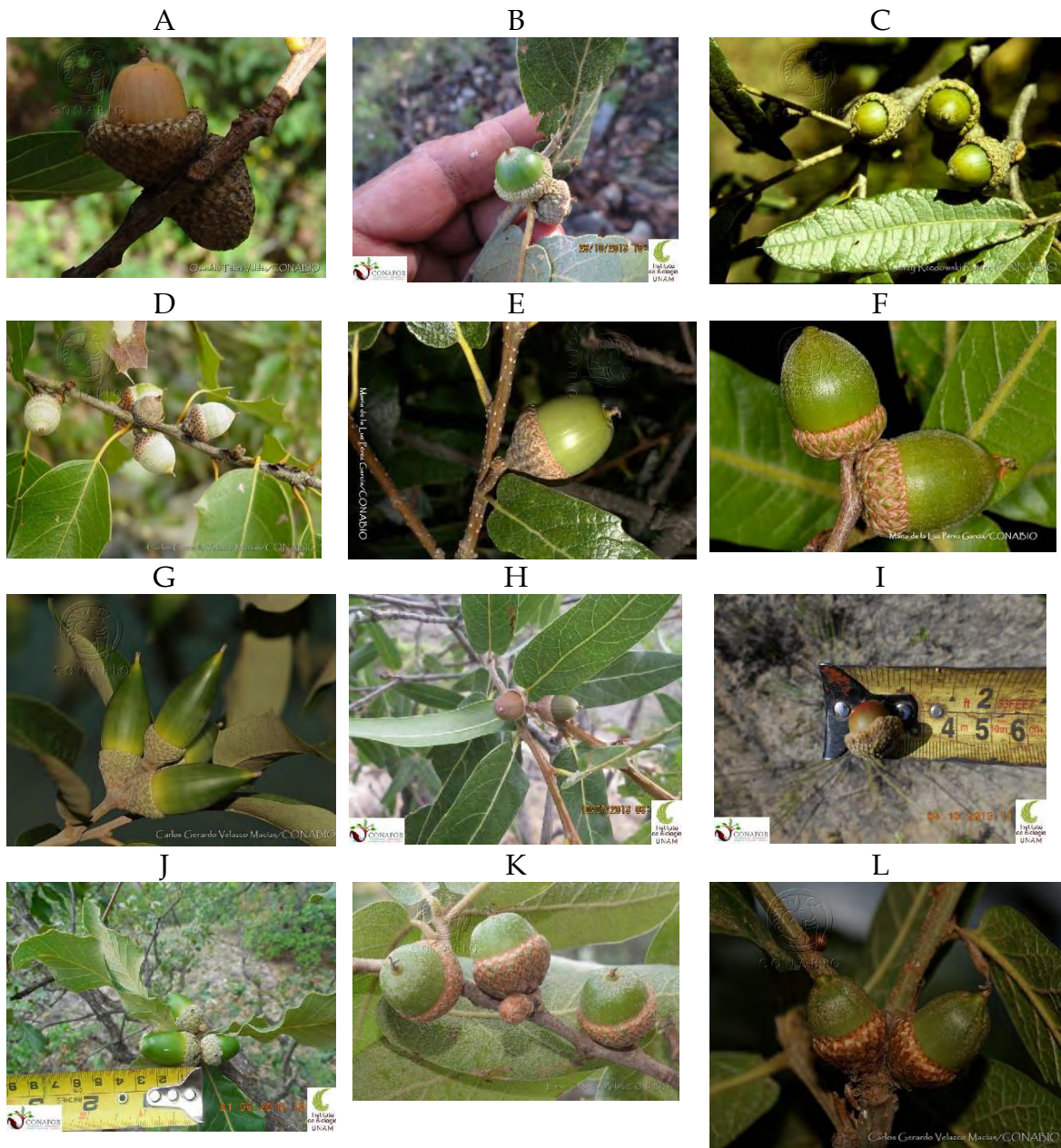
A



B

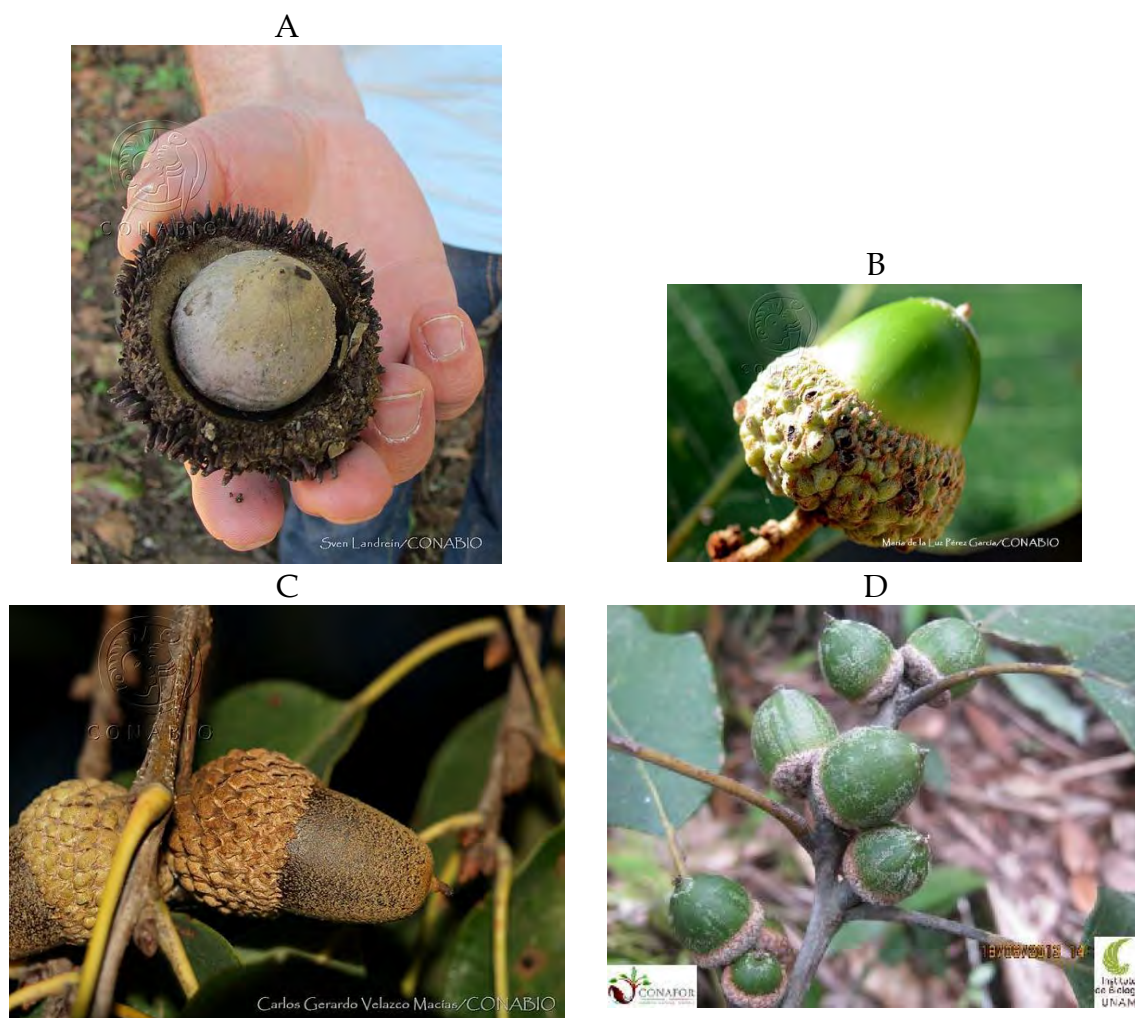


**Figura 43.7.** A) Muestra de la variabilidad intraespecífica del tamaño de las nueces y semillas, en este caso *Q. rugosa* del Edo. de Méx., 2016. B) Muestra de la variabilidad interespecífica de las nueces (y semillas) de encinos. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: *Q. laurina*, *Q. mexicana*, *Q. candicans*, *Q. skinneri* y *Q. insignis*, 2014. Fotos: DART.



**Figura 43.8.** Frutos de varios encinos mexicanos. A) *Q. acutifolia*, B) *Q. arizonica*, C) *Q. candicans*, D) *Q. canbyi*, E) *Q. castanea*, F) *Q. elliptica*, G) *Q. fusiformis*, H) *Q. emoryi*, I) *Q. greggii*, J) *Q. liebmannii*, K) *Q. mexicana*, L) *Q. rysophylla*. Fotos: A) Oswaldo Téllez Valdés/Conabio, B) Julio Delgado Alvarado, Mauricio A. Mora Jarvio, C) Jerzy Rzedowski Rotter/Conabio, D), F), G) y L) Carlos Gerardo Velazco Macías/Conabio, E) y F) María de la Luz Pérez García/Conabio, H) Andrés Meraz Cárdenas, Mauricio A. Mora Jarvio, I) Tomás Yescas de los Ángeles, Mauricio A. Mora Jarvio, J) Miriam Icela Alvarado Flores, Mauricio A. Mora Jarvio, K) Emmanuel Martínez Ambriz/Conabio. B), H), I) y J) Conafor, Instituto de Biología UNAM, Proyecto Irekani.





**Figura 43.9.** Más nueces de encinos mexicanos. A) *Q. insignis*, B) *Q. magnoliifolia*, C) *Q. polymorpha*, D) *Q. scytophylla*. Fuentes: A) Sven Landrein/Conabio, B) María de la Luz Pérez García/Conabio, C) Carlos Gerardo Velazco Macías/Conabio, D) José Luis Flores Nicanor, Mauricio A. Mora Jarvio, Conafor, Instituto de Biología UNAM, Proyecto Irekani.

Por todas las razones mencionadas, los resultados de capacidad germinativa son muy variables entre y dentro de las distintas especies estudiadas. En este capítulo se concentra la información, producto de revisión bibliográfica y de integración de algunos trabajos propios, sobre 34 especies del género. La cifra implica que existe información por lo menos

para 22% de las especies con las que contamos en México, pero no cabe duda que la mayor parte de las especies del género *Quercus*, tan relevante ecológicamente, no han sido estudiadas lo suficiente, ni en su semilla ni en su propagación en viveros forestales, si bien hay avances.

Bajo la influencia de la variedad de factores aludidos que influyen la



capacidad germinativa, la literatura reporta capacidades germinativas desde 27% en una procedencia de *Q. mexicana*, hasta 100% para varias especies (Cuadro 43.1). Al parecer, bajo condiciones óptimas, las especies del género pueden producir altas capacidades germinativas, de 100% o cercanas a este valor.

Normalmente se consigue mejor germinación en cámaras de ambiente controlado que en invernadero o campo. Los principales regímenes día/noche que han dado buenos resultados en las pruebas de germinación son: 30/20, 30/25, 25/20 °C, así como temperaturas constantes dentro del intervalo 20-30 °C. Clark *et al.* (2018) refieren, para *Q. macdougalii* Martínez, 50% de germinación en laboratorio, pero solo 20% en campo.

Como en pinos, la semilla grande de encinos germina mejor. En un lote con germinación promedio de 51.7% para *Q. rugosa*, Huerta y Rodríguez-Trejo (2011) hallaron diferentes capacidades germinativas según el tamaño de la semilla: 70% (grande), 50% (mediana) y 40% (pequeña). Bonfil (1998) encontró, para esta última especie y para *Q. laurina*, que a mayor tamaño de semilla mayor supervivencia y crecimiento de la plántula. La producción de semilla también guarda relación con la capacidad germinativa. En Tejupilco, Hgo., en 2005 y 2006 hubo una escasa producción de semilla de *Q. hintonii* E.F.Warb., la cual mostró una pobre capacidad germinativa (10%). Hacia 2007 hubo una abundante producción y dicha

variable alcanzó 90% (Díaz y Reyes, 2009).

**Energía germinativa.** En diferentes especies, se han reportado de 16 a 35 días para alcanzar 75% de la capacidad germinativa (Cuadro 43.1).

**Viabilidad.** La viabilidad es igual o ligeramente superior a la capacidad germinativa.

### Latencia

Generalmente las semillas de encinos blancos tienen poca o ninguna latencia, germinan bien después de madurar. En cambio, las semillas de encinos rojos o negros pueden exhibir latencia variable (Young y Young, 1992, Zavala 2001, 2004). En los encinos blancos, la recalcitrancia es muy marcada. Su deshidratación reduce drásticamente la viabilidad (Bonner, 1996). La latencia que presentan algunos encinos es fisiológica. Por ello, algunas especies mexicanas pueden requerir estratificación para germinar. Entre las especies de Estados Unidos, también presentes en México, que tienen dicha latencia, están: *Q. agrifolia* Née (encino del subgénero *Erythrobalanus*, rojo), *Q. chrysolepis* Liebm. (*Protobalanus*, negro), *Q. dumosa* Nutt. (*Lepidobalanus*, blanco), *Q. polymorpha* Schltld. & Cham. (blanco) y *Q. wislizeni* A.DC. (rojo) (Young y Young, 1992, Baskin y Baskin, 2001). La estratificación en encinos norteamericanos con latencia, puede hacerse en arena húmeda, pero bien drenada, o material similar, por 30 a 90 días a 0-5 °C (Young y Young, 1992).

## Regeneración natural

### Producción de semilla y depredación.

Aunque tanto la producción de semilla como su consumo por animales silvestres y afectación por insectos plaga es sumamente variable, la siguiente investigación nos da una idea de estos fenómenos. Clark *et al.* (2018), hallaron para *Q. macdougallii* que en promedio un árbol produce 1735 bellotas por año, de las que son consumidas por animales el 7% y 8.7% son afectadas por parasitismo. Bonner (2003) señala que, en años no productivos, se producen unos cientos de nueces por árbol, pero que, en años buenos, se producen entre 2000 y 30 000 nueces por individuo, también anota que las cifras más altas solo se observarán en árboles maduros que cuentan con plenitud de espacio de crecimiento, por ejemplo, entre pastizales. Willan (1991) refiere que, en años con abundante producción, pueden producirse  $> 2 \text{ t ha}^{-1}$  de bellota de *Quercus* europeos. En California, EE. UU., los encinos tienen años semilleros cada 2 a 6 años (McCreary, 2009). En encinos californianos, donde el lapso entre floración y producción de nueces es de un año, los años secos y cálidos durante la primavera de la floración, favorecen la polinización, que es por el viento, y la producción de nueces del año siguiente (Koenig *et al.*, 1996).

**Dispersión.** Las semillas de encinos se dispersan por gravedad y gracias a la fauna (Figura 43.10). De acuerdo con Zavala y García Moya (1996), son fuente de alimento atractiva para muchos elementos faunísticos, al

punto que se han registrado datos de consumo de 98.5% en el encino de Europa *Q. petraea* (Matt.) Liebl. ratones y ardillas de forma común guardan nueces en sus madrigueras, a unos 10 a 30 m de la fuente de las mismas. El contraste lo ofrece el ave azul *Cyanocitta cristata* Linnaeus, del centro y este de Estados Unidos, que puede transportar nueces desde cientos de metros hasta 5 km de distancia. Otros consumidores relevantes y que también contribuyen a la dispersión, son las ardillas arborícolas, *Sciurus sp.*, como en la Sierra de Pachuca (Zavala y García Moya, 1996).

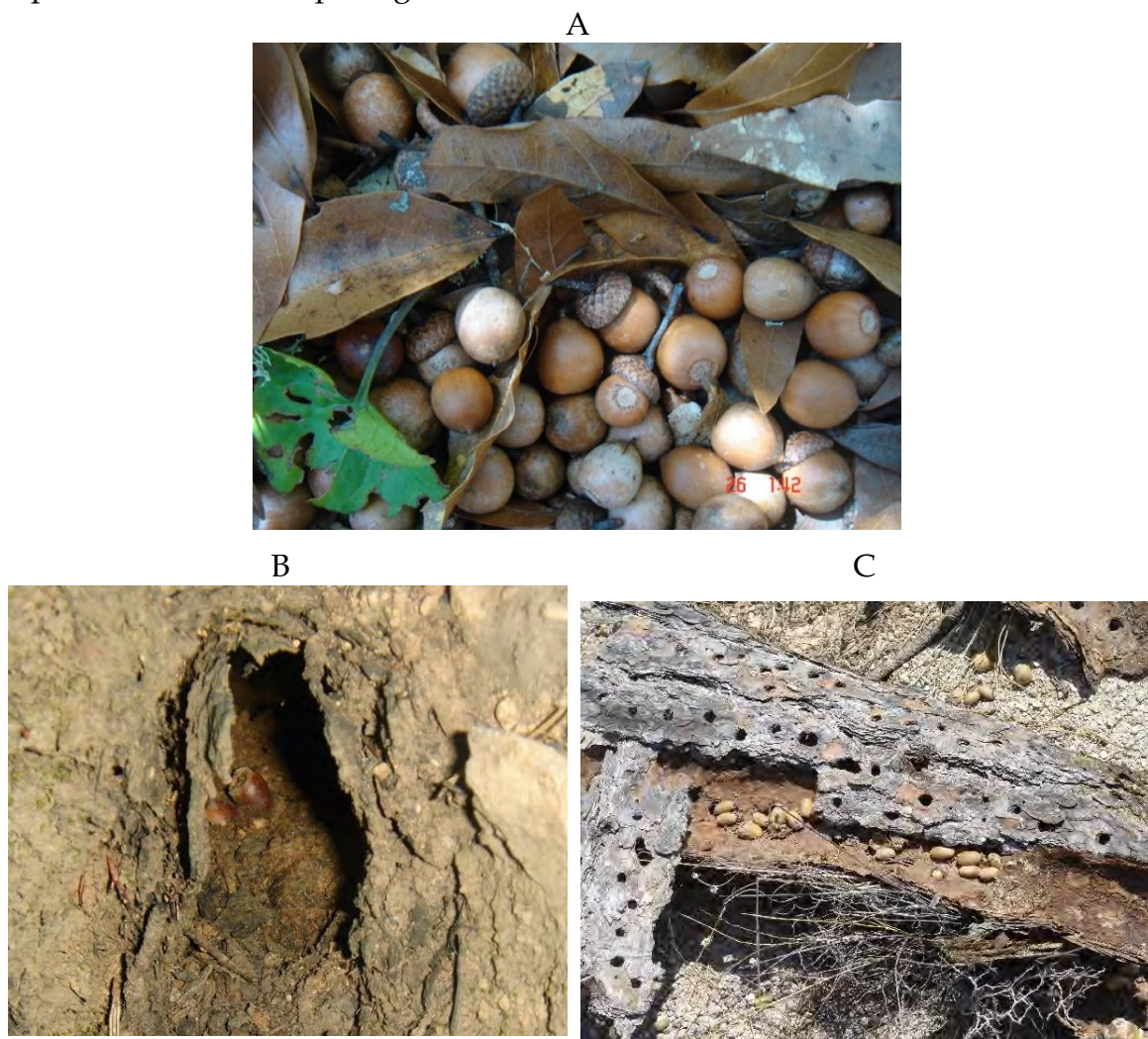
**Banco de semillas.** A pesar de la recalcitrancia de las semillas del género, con frecuencia los árboles producen semilla anual o bianualmente y constituyen bancos efímeros de tal forma. De acuerdo con Moscoso y Diez (2005), en Colombia *Q. humboldtii* Kotschy ex A.DC. es una de las especies dominantes en el banco de semillas, de entre 41 géneros. Si bien la composición del banco no reflejó la del bosque, tal banco está formado principalmente por especies herbáceas, con pocas entre la hojarasca y abundancia de semillas viables en los primeros 10 cm de profundidad del suelo. Asimismo, existe una gran variabilidad en la distribución espacial de las semillas.

**Tolerancia a la sombra.** En general los encinos son sensibles a la desecación de su semilla. Por ejemplo, Zavala (2007) refiere que *Q. microphylla* y *Q. obtusata* Bonpl. requieren de alguna sombra del dosel o de la hojarasca para no deshidratarse y poder germinar.

Varias especies de encino pueden permanecer como árboles de regeneración (brinzales) mientras estén bajo sombra. Así pueden pasar 20 años y no crecerán en tanto no se abra un claro que les proporcione luz (Zavala, 2001).

Existe una tendencia en la cual las especies de semilla grande tienden a requerir más sombra para germinar,

pues corresponden a etapas sucesionales avanzadas. Rodríguez-Trejo y Myers (2010) hacen una síntesis de diversas características de los encinos y sus frutos en relación con adaptaciones al fuego. Ahí analizan 72 especies de *Quercus* nacionales, de las cuales para 35 se halló información sobre etapas sucesionales y tamaño de la bellota.



**Figura 43.10.** A) La gravedad deposita las bellotas (*Q. crassifolia*) en el piso forestal, pero los roedores la llevan a sus madrigueras (B) (ambas fotos en Chignahuapan, Puebla, 2009). Las aves también dispersan la semilla. Esta corteza de pino, antes de resultar desprendida, fue depósito de semillas en las perforaciones hechas por un pájaro carpintero (C) (Coahuila, 2011). Fotos: DART.



En algunos encinos de EE. UU., Japón y México (en Tamps., *Q. germana* y *Q. sartorii*), se ha observado el denominado “síndrome de Óscar”, que consiste en que luego de la germinación se forman densas poblaciones juveniles bajo dosel, hasta por unos 20 años, sin crecimiento en tanto no se abra un claro (Zavala y García, 1996).

Un total de 23 especies son arbóreas, y el resto (12) arbustivas o que pueden presentar cualquiera de las dos formas de vida. Entre las especies arbóreas, nueve tienen semilla grande (o que pueden tenerla de pequeña a grande) y se han registrado en etapas sucesionales intermedias o tardías (o bien de iniciales a intermedias). Tales especies son *Q. germana*, *Q. glaucescens*, *Q. insignis*, *Q. magnoliifolia*, *Q. martinzii*, *Q. obtusata*, *Q. oleoides*, *Q. virginiana* y *Q. xalapensis*. Asimismo, doce especies de encinos arbóreos tienen semilla pequeña y se encuentran en etapas sucesionales iniciales (o bien de iniciales a intermedias). Tal es el caso de *Q. corrugata*, *Q. crassifolia*, *Q. crassipes*, *Q. laurina*, *Q. peduncularis*, *Q. rhysophylla* Weath. y *Q. sartorii* Liebm. Solamente dos especies, *Q. rugosa* y *Q. laeta* Liebm., tienen bellota grande y son de etapas sucesionales iniciales (Rodríguez-Trejo y Myers, 2010).

Entre los encinos arbustivos la tendencia es menos clara. De las 12 especies, cinco tienen semilla grande (o de pequeña a grande) y se presentan en etapas sucesionales intermedias a tardías (o bien de temprana a intermedia): *Q. agrifolia*, *Q. arizonica*

Sarg., *Q. chrysolepis*, *Q. glabrescens* A.Kern. y *Q. wislizeni*. Cuatro especies cuentan con semilla pequeña y son de etapas sucesionales tempranas: *Q. frutex*, *Q. microphylla*, *Q. potosina* Trel. y *Q. repanda*. Finalmente, en tres especies la semilla es pequeña y se presentan en etapas sucesionales desde tempranas hasta tardías: *Q. emoryi* Porter & J.M.Coult., *Q. hypoleuroides* A.Camus y *Q. oblongifolia* Torr. Los encinos arbustivos desarrollan una red rizomatosa que les permite una abundante rebrotación, su principal medio reproductivo (Rodríguez-Trejo y Myers, 2010).

### **Factores que dificultan la regeneración de encinos.**

En California, es posible que los siguientes factores expliquen la poca regeneración de diversos encinares: pastos y herbáceas dicotiledóneas introducidos, que absorben mucha humedad del suelo y la regeneración de encinos compite sin éxito por ella; vacunos y ovinos que incluyen en su dieta nueces y plántulas de encinos; aumento en poblaciones de roedores que se alimentan de semillas de herbáceas pero también consumen las de encinos; la reducción en frecuencia de incendios que antes de la colonización europea eran causados por naturaleza e indios y que favorecía la regeneración por semilla y rebrotación de encinos; el cambio climático global, con condiciones más cálidas y secas que no favorecen la regeneración de encinos; y posibles fluctuaciones naturales en la regeneración de las especies de este género (McCreary, 2009).

### Tipo de germinación

La germinación de los encinos es típicamente hipógea, ya que durante este proceso y algún tiempo después, los cotiledones se mantienen en el piso o sustrato (Figura 43.11).

### Implicaciones para el manejo de la semilla en viveros

**Cómo recolectar la semilla.** La recolección puede hacerse del árbol, muy cerca de la madurez, cuando la nuez está verde pero ya ha alcanzado el tamaño máximo o cuando comienza a madurar o ya está madura. Esto puede hacerse a mano o agitando las ramas con una garrocha para que las nueces caigan sobre lonas previamente dispuestas bajo la copa. Las bellotas también se pueden recolectar del piso, pero cuando su color café sea oscuro. En la medida que la semilla del piso comienza a presentar un tono más claro (indicativo de que se deseca y descompone), pierde capacidad germinativa, como hallaron Rodríguez-Trejo y Pompa-García (2016) para *Q. deserticola*. El paso de color verde a café (madurez) y luego a tonos más claros, inicia de la cicatriz de la cúpula al ápice (Figura 43.12). De acuerdo con Willan (1991), en Europa la recolección se hace con una aspiradora especial.

Además del color del fruto, Bonner (2003) señala que otros indicadores de que una bellota está madura, son: facilidad con la que se separa la cúpula de la nuez (más fácil en nueces maduras, aunque hay algunas excepciones), el color de la cicatriz en la cúpula (en encinos rojos tal cicatriz

es “brillosa”) y el color de los cotiledones. Este último puede ser blanco, amarillento o incluso anaranjado, con color más intenso en la medida que haya más grasas en los cotiledones. Por otro lado, en el caso de México, destaca *Q. rugosa* con sus cotiledones de un color morado intenso.

En Colombia, fueron comparadas dos localidades con *Q. humboldtii*, una con mayor producción que otra (producción de frutos, peso seco y húmedo por nuez y por unidad de área de copa). Se halló que en la primera fueron mayores P y K en el suelo, mientras que los niveles de Al fueron más elevados en la segunda (González y Parrado, 2010).

Algunas especies, como *Q. magnoliifolia* y *Q. glaucooides* pueden presentar en ciertos casos semillas vivíparas, es decir, germinan cuando todavía no son liberadas por el árbol. Estas semillas, así como las que recién iniciaron su germinación en el piso, también pueden ser recolectadas, puestas en una bolsa con turba de musgo (*peat moss*) húmeda, para su posterior trasplante (Coombes, 2020).

Una vez recolectadas las semillas, durante su transporte al vivero deben ser colocadas bajo sombra para prevenir sobrecalentamiento y pérdida de humedad (Bonner, 2003). La pérdida de solo 10% del peso fresco de las semillas reduce a la mitad su capacidad germinativa, y la reducción en 25% de tal peso fresco, nulifica la germinación en *Q. douglasii* Hook. & Arn. de California (McCreary y Koukoura, 1990). La nuez de algunas

especies puede recuperar parte de su capacidad germinativa volviéndola a humedecer si sufrió secado, pero es mejor prevenir su deshidratación (McCreary, 2009).

Llegando al vivero se recomienda poner en agua las bellotas por 24 h. Esto permitirá separar, por su densidad, impurezas (hojas, restos de ramas, cúpulas) y semillas vanas, las cuales flotarán, de las semillas viables, que se irán al fondo. Las semillas de unas pocas especies pueden flotar a pesar de ser viables, como es el caso de *Q. lyrata* Walter, del E de EE. UU. (Bonner, 2003) y dada la gran diversidad de encinos en México, podría haber algunos con esa característica. De acuerdo con Bonner (2003), al término del periodo de tiempo establecido, se deben retirar las semillas del agua y dejarlas escurrir. Si se sospecha que hay presencia de plagas cuyas larvas puedan emerger posteriormente de las semillas, se recomienda sumergirlas en agua caliente (49 °C), durante 40 minutos, para eliminarlas.

Las semillas pueden separarse por tamaños. Investigación con encinos mexicanos, como *Q. rugosa*, ha encontrado mayor capacidad germinativa en bellotas grandes (3.1 X 1.6 cm en promedio para esta especie) y medianas (2.5 X 1.3 cm), con respecto a las pequeñas (2.2 X 1.2 cm), con 70, 50 y 40%, respectivamente; asimismo, 25, 40 y 25% de las nueces quedaron en las categorías grande, mediana y pequeña (Huerta y Rodríguez-Trejo, 2011). De forma similar, con *Q. deserticola* se observó que bellotas

grandes, color café oscuro y bajo sombra, tuvieron un 100% de capacidad germinativa, mientras que bellotas pequeñas, color café claro y sin sombra alcanzaron solo 50% de germinación (Rodríguez-Trejo y Pompa-García, 2016).

**Almacenamiento.** En teoría, cabría esperar que a mayor tamaño de semilla y contenido de humedad a la madurez fisiológica, así como en hábitats más húmedos, las semillas tienden a contar con una viabilidad más corta que a menores tamaños de semilla, menor contenido de humedad a la madurez fisiológica y en ambientes más secos (Figura 43.11). En el subtítulo de Tolerancia a la sombra se proporciona información sobre la relación tamaño de bellota, sucesión ecológica y sombra.

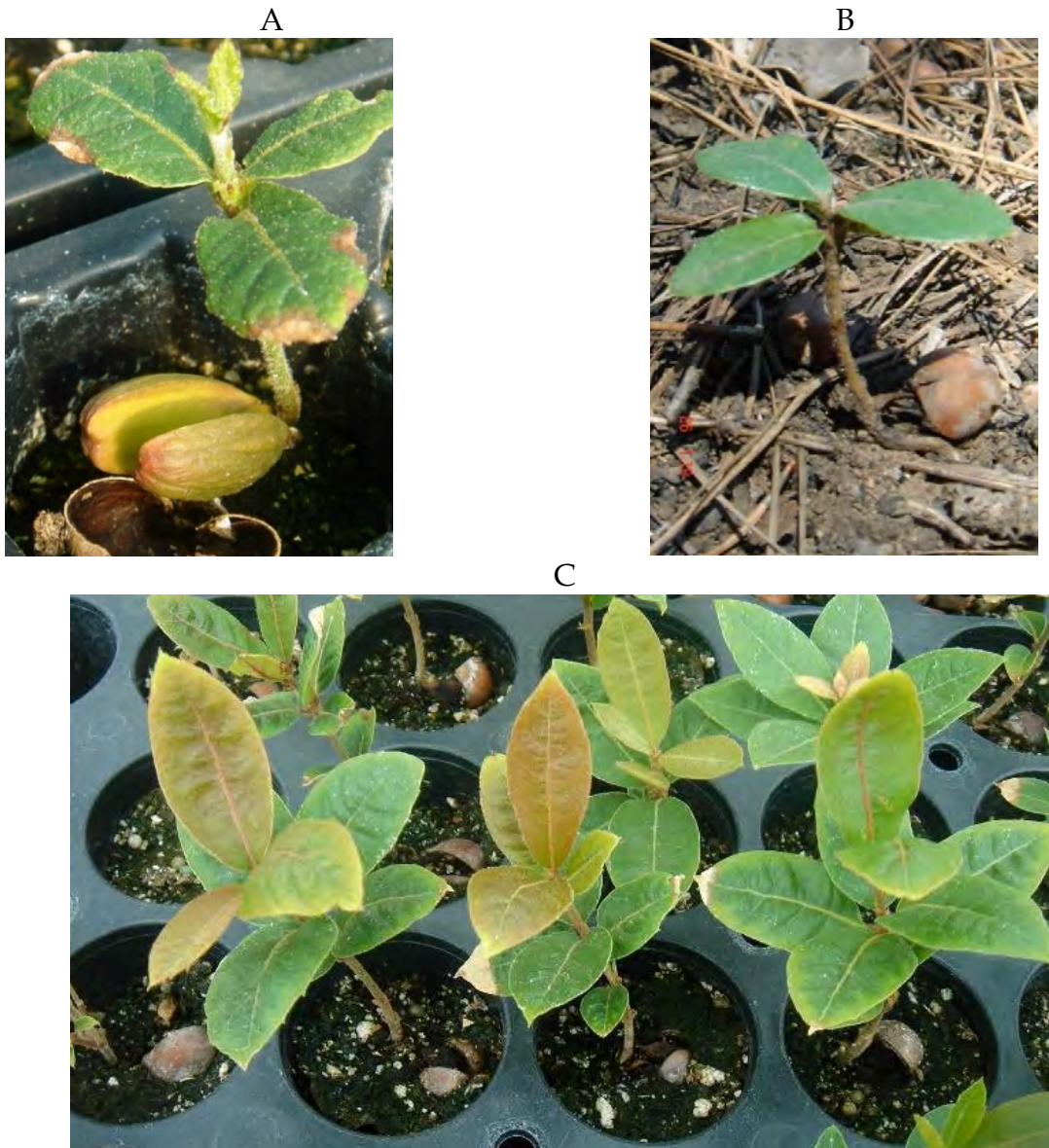
La recalcitrancia es característica de las semillas del género. La de *Q. hintonii*, a sólo un mes luego de su liberación, reduce su tasa de germinación hasta 4.5%. Asimismo, factores ambientales como el nivel de humedad durante la época de recolección de semilla influyen su capacidad germinativa. Semillas cosechadas en 2004 y que experimentaron un ambiente más seco, no germinaron en campo una vez maduras. En cambio, en 2007, más húmedo, un mayor número de nueces germinaron en campo al tiempo de la recolección. En este último caso fue más difícil alcanzar el 30% de humedad requerido para almacenarlas a 7 °C (condición hallada como la más adecuada), deteriorando una mayor proporción de semillas y



reduciendo germinación y vigor de la plántula (Díaz y Reyes, 2012).

Otro ejemplo de viabilidad corta es *Q. microphylla*. Aunque su principal forma de reproducción es vegetativa, a través de rizomas, produce semilla cuyo almacenamiento no debe rebasar 2-3 semanas (Zavala, 2004). Algunas especies, como *Q. rugosa* pueden ser almacenadas en refrigeración por un

año o un poco más, como se ha hecho en el Laboratorio de Semillas Forestales de la Dicifo y como señalan Zavala y García (1996), si bien su viabilidad se ve afectada. Para almacenar la semilla de entre unos pocos meses hasta un año, puede ser estratificada en cubetas, alternando capas de semillas y de arena poco húmeda, en un cuarto fresco.



**Figura 43.11.** Germinación hipógea de: *Q. rugosa* (A), *Q. crassifolia* (B) y plántulas de *Q. hintonii* (C) en vivero. Fotos: A) y C) vivero forestal experimental, Dicifo, UACH y B) Chignahuapan, Pue. Fotos: DART.

A



B



C



**Figura 43.12.** Secuencia de semillas con diferente nivel de maduración en A) *Q. deserticola* y B) *Q. rugosa*. C) semillas sobremaduras (café claro) y maduras (café oscuro) de *Q. deserticola*. Fotos: DART, Laboratorio de Semillas Forestales de la Dicifo, UACH, 2016.





**Figura 43.13.** A) y B) Semilla de encino almacenada en el cuarto frío del vivero San Luis Tlaxialtemalco, Gobierno de la Ciudad de México, 2013. Nótese la aireación que se proporciona a la semilla. Foto: DART.



**Figura 43.14.** Bellotas de *Q. deserticola* maduras y sobremaduras, así como plagadas con *Curculio* (línea inferior), todas ellas en germinación.



La semilla de encinos rojos se puede almacenar hasta por 3 años sin pérdida considerable de viabilidad; en cambio, la de encinos blancos solo puede almacenarse unos 6 meses y pierde casi toda su viabilidad. En particular con estos últimos se recomienda evitar almacenar su semilla y sembrarlos pronto. Las condiciones de almacenamiento para encinos rojos deben ser: 30% de contenido humedad de la semilla como mínimo, contenedores con aireación (Figura 43.13) (o muestras pequeñas en bolsas de plástico, pero con suficiente aire dentro) y temperaturas de 1 a 4 °C (Bonner, 2003).

#### **Tratamiento previo a la siembra.**

Algunas especies requieren de estratificación en frío para obtener una mejor germinación (ver subtítulo de Latencia y Cuadro 43.1). Hasta donde se sabe, con la mayoría de las especies se obtiene la misma germinación si se siembra la semilla con o sin la nuez. No obstante, hay algunas excepciones, como *Q. macdougalii*, que de 58.8% de germinación con nuez, aumenta a 91.1% cuando ésta se remueve (Pariona *et al.*, 2017).

**Siembra.** Se recomienda hacer la siembra enterrando toda la nuez, para reducir la probabilidad de deshidratación. La posición natural para la germinación de la semilla es horizontal. De acuerdo con Velázquez *et al.* (1996), no hubo diferencias en capacidad germinativa entre nueces de *Q. crassipes* sembradas con el ápice hacia arriba, hacia abajo u horizontalmente, si bien esta última reduce la posibilidad de alguna

deformación en la raíz y el brote. Para obtener un sistema radical de calidad, es importante que a la siembra la nuez no quede en el centro de la bolsa o del tubete, sino el ápice de ella. Por el ápice emergen radícula y brote, de modo que, al centrarlo en la maceta, la futura raíz contará con espacio uniforme para desarrollarse en todas direcciones. Si la nuez es sembrada centrada y no su ápice, la raíz desarrollará menos del lado hacia donde haya quedado el ápice en la siembra.

No obstante, puede haber excepciones a la recomendación anterior. Rodríguez-Acosta (2020) señala que la enorme nuez de *Quercus insignis* no emite la radícula por el ápice, sino por la base. Por otra parte, es claro que esta especie requiere de macetas grandes para su siembra.

Con baja viabilidad en el lote, se recomienda sembrar en semillero, dejando espacio entre semillas (unos 2 cm), para que las radículas de semillas vecinas que germinen no se enreden entre sí.

#### **Sanidad**

Sin duda, uno de los problemas fitosanitarios más comunes en la semilla de encinos, es la presencia de larvas de insectos, por ejemplo, del género *Curculio*. El 70% de las semillas de *Q. polymorpha* Schltdl. & Cham. recolectadas en una procedencia de S. L. P., resultaron plagadas por insectos (González *et al.*, 2013). A su vez, Zavala (2007) refiere que en *Q. obtusata* hay ocasiones en que los gorgojos consumen 80 a 90% de la semilla.

Respecto a hongos fitopatógenos, uno de los que se ha registrado en *Q. rugosa* y *Q. obtusata* es *Diplodia*. También se ha observado el moho por *Rhizopus*, moho por *Aspergillus* y a *Fusarium* (Cibrián *et al.*, 2007). Entre los insectos plaga en semillas del género está *Curculio occidentalis*, registrado en *Q. crassifolia*, *Q. crassipes*, *Q. glaucescens*, *Q. laeta*, *Q. mexicana* y *Q. rugosa* (Cibrián *et al.*, 1995).

Es recomendable no recolectar semillas plagadas y desecharlas en el

vivero; en distintas investigaciones se ha estudiado su efecto en la capacidad germinativa de la semilla. Huerta y Rodríguez-Trejo (2011) y Rodríguez-Trejo y Pompa-García (2016) encontraron en semillas plagadas que, mientras la larva de *Curculio* no consume el eje del embrión, las semillas de *Q. rugosa* y de *Q. deserticola* se mantienen viables y producen plántulas (Figura 43.14).



**Figura 43.15.** Una rama con hojas de encina (fragmento), Leonardo da Vinci, 1506-1508, sanguina sobre papel

**Cuadro 43.1.** Época de recolección, pureza, peso y contenido de humedad de semillas de varios encinos del país. Las fuentes se indican en la continuación del cuadro, por especie.

Especie	Lugar de recolección	Época de recolección	Pureza (%)	Peso (n kg <sup>-1</sup> )	CHo (%)	CHf (%)
<i>Q. acutifolia</i> Née	Chis.	nov. (jun.-feb.) <sup>+</sup>		510-560		
<i>Q. agrifolia</i> Née *	EE. UU.					
<i>Q. benthamii</i> A.DC.	Chis.	dic., ene. (may.-jun.) <sup>+</sup>		600-650		
<i>Q. candicans</i> Née	Parque Ecológico El Haya, Ver. Villa del Carbón, Edo. Méx	(oct.-nov.) <sup>+</sup>		264.6		
	Chis.			420-506		
<i>Q. chrysolepis</i> Liebm. *	EE. UU.					
<i>Q. crassifolia</i> Benth.	Chis. Parque El Chico, Hgo.	feb. (oct.) <sup>+</sup>		310 a 354 538		58.7
<i>Q. crassipes</i> Bonpl.	Edo. Méx	(sept.-dic.) <sup>+</sup>	72.4	701	78.4	43.4
<i>Q. crispipilis</i> Trel.	Chis.	(oct.) <sup>+</sup> nov. - feb.		510 a 784		
<i>Q. deserticola</i> Trel.	Edo. Méx Parque El Chico, Hgo.	(jul.) <sup>+</sup>	100	434 279		51.2 51.8
<i>Q. dumosa</i> Nutt. *	EE. UU.			220.5		
<i>Q. durandii</i> Buckley	EE. UU.			639.3		
<i>Q. germana</i> Schltdl. & Cham.	Qro., Ver.	nov.	77.6	94.3		
<i>Q. glabrescens</i> A.Kern.	Parque El Chico, Hgo.	(sept.) <sup>+</sup>		424		47
<i>Q. glaucescens</i> Bonpl.	Los Tuxtlas, Ver.	mar.-may. (jun.-ago.) <sup>+</sup>	100	307	23	18.7
<i>Q. greggii</i> Trel.	Qro. Cadereyta, Qro.	(nov.-dic.) <sup>+</sup>		526.3 559		74.3
<i>Q. hintonii</i> E.F.Warb.	Tejupilco, Edo. de Méx Sierra Madre del Sur	(jun.-ago.) <sup>+</sup>				
<i>Q. insignis</i> M.Martens & Galeotti	Ver.	jul. - oct.		17, 29		



<i>Q. laurina</i> M.Martens & Galeotti	Chis. Parque El Chico, Hgo. Chis., Jal.	nov. - feb.  sept. - dic.	420 a 477 617		51.7
<i>Q. macdougalii</i> Martínez	Oax.	(oct.-nov.) <sup>+</sup>	730		
<i>Q. mexicana</i> Bonpl.	Sierra de Pachuca, Hgo. Parque El Chico, Hgo. S. Tepetzotlán, Edo. Méx.		1176		40.9
<i>Q. microphylla</i> Née	Texcoco, Edo. Méx. Sierra Tepetzotlán, Edo. Méx.	(sept.) <sup>+</sup> oct. - dic.	481		63.6
<i>Q. muhlenbergii</i>	EE. UU., presente en NE Méx.		870		
<i>Q. oleoides</i> Schltdl. & Cham.	Ver. Centro de Ver.	jul. - oct. dic.	322 a 787		
<i>Q. peduncularis</i> Née	Qro. Chis.	jul. - sept. nov. - ene.	892.9 360 a 450		
<i>Q. polymorpha</i> Schltdl. & Cham.	Qro. Chis. S.L.P.	oct. - dic. sept.- oct.	598.8 600 a 724		
<i>Q. pringlei</i> Seemen	Cadereyta, Qro.	(sept.) <sup>+</sup>	952		60.4
<i>Q. rugosa</i> Née	Totolapan, Edo. Méx Sierra de Pachuca, Hgo. Chis. Sierra Tepetzotlán, Edo. Méx.		100 406 478 254 a 320	65	48.9
<i>Q. sapotifolia</i> Liebm.	Chis.	(ago.) <sup>+</sup> sept.-nov.-feb. feb. - mzo.	1000 a 1350		
<i>Q. sartorii</i> Liebm.	Ver.		327.8		
<i>Q. segoviensis</i> Liebm.	Chis.	feb. - mzo.	500 a 630		
<i>Q. trinitatis</i> Trel.	Chis.	dic. - ene.	613 a 695		
<i>Q. virginiana</i> Mill. *	EE. UU.		529.1 a 1124.3		
<i>Q. wislizenii</i> A.DC. *	EE. UU.		220.5 a 335.1, prom. 275.6		
<i>Q. xalapensis</i> Bonpl.	Qro., Ver.	sept. - nov.	361, 552.5		

**Cuadro 43.1. Continuación.** Capacidad germinativa, energía germinativa, viabilidad y latencia en semillas de *Quercus*.

Especie (Rojo, Blanco, Intermedio)	CG (%)	Condiciones de germinación	EG	Prueba EG	V (%)	PV	TP	Fuentes (Cuadro 43.1 y su continuación)
<i>Q. acutifolia</i> (R)	90-100							Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. agrifolia</i> (R)	73 (15-40 d)						17-18 d est	Olson (1974), Young y Young (1992), Baskin y Baskin (1991).
<i>Q. benthamii</i> (R)	90-100							Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. candicans</i> (R)	53.2% (semilla sana)	Vivero, siembra directa			78.4 (np)	RX		Díaz <i>et al.</i> (2010). Rubio <i>et al.</i> (2011). Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. chrysolepis</i> (In)	80-90							Olson (1974) Young y Young (1992).
<i>Q. chrysolepis</i> (In)	56-75 (50-60 d)	30/20 °C					0-60 d est	Baskin y Baskin (1991).
<i>Q. crassifolia</i> (R)	90 a 100							Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. crassifolia</i> (R)	80							Zavala (2004).
<i>Q. crassipes</i> (R)	73	30/20 °C, 8 h luz	22 d	t 75% G	96.6	RX		Velázquez <i>et al.</i> (1996, presente libro).
<i>Q. crispipilis</i> (R)	60, 90 a 100							Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. deserticola</i> (B)	100	25/20 °C, 10 h luz, semilla grande, con o sin sombra	11.5 d	t 70% G	100	estimada		Rodríguez-Trejo y Pompa-García (2016). Zavala (2004).
<i>Q. dumosa</i> (B)	100						30-90 d est	Olson (1974), Young y Young (1992).
<i>Q. durandii</i> (B)	80-90 (28 d)	30/20 °C						Olson (1974), Young y Young (1992).
<i>Q. durandii</i> (B)	87 (30 d)	30/20 °C	21 d	(t 81% G)				Rubio <i>et al.</i> (2011), OW (2017), García <i>et al.</i> (2016).
<i>Q. germana</i> (B)	60.7 a 71.3	I, B, c/s som	17 d	t 75% G	(100)			Zavala (2004)
<i>Q. glabrescens</i> (B)	100				(≥76)			Rodríguez-Trejo y Mendoza (2021, presente libro), OW (2017).
<i>Q. glaucescens</i> (B)	76	21 °C, 12 h luz						Rubio <i>et al.</i> (2011).
<i>Q. greggii</i> (B)	100							Zavala (2004).

<i>Q. hintonii</i> (R)	94								Díaz y Reyes (2009, 2012).
<i>Q. insignis</i> (B)	50-70; 48-68.7	Viv., HR 80-90%, 17-18 °C; c/s luz I, FB	30 d	t 75% G					García <i>et al.</i> (2014, 2016), OW (2017).
<i>Q. laurina</i> (R)	90 a 100 100								Ramírez <i>et al.</i> (2010). Zavala (2004). González (1986), Camacho y González (2002).
	69.7, 70, 44.4	Robledal, pinar y bosque mixto. Simulaciones sustrato natural, vivero.							Camacho <i>et al.</i> (2000).
	69.4 a 91.7								
	Con nuez: 58.8, Sin nuez: 91.1								
<i>Q. macdougalii</i> (B)	Lab.: 50 Campo: 20				74.5-86.3%				Pariona <i>et al.</i> (2017). Clark <i>et al.</i> (2018).
<i>Q. mexicana</i> (R)	27								Zavala y García (1996).
<i>Q. microphylla</i> (B)	100								Zavala (2004, 2007).
<i>Q. muhlenbergii</i> (B)	91.3								Bonner y Vozzo (1987).
<i>Q. oleoides</i> (B)	88-95%								Márquez <i>et al.</i> (2005), OW (2017), Salazar (2000)
<i>Q. peduncularis</i> (B)	80 a 90								Rubio <i>et al.</i> (2011), OW (2017). Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. polymorpha</i> (B)	80 a 90 64.2 (1 año alm.)	25 °C, 12 h luz			61 30	T F	50 d est		Rubio <i>et al.</i> (2011), OW (2017). Ramírez <i>et al.</i> (2010). González <i>et al.</i> (2013).
<i>Q. pringlei</i> (B)	90								
<i>Q. rugosa</i> (B)	51.5 95, 100 90 a 100	24/19 °C, 19/14 °C, 12 h luz	24 a 30 d	t 50% G	83.3	F, T			Huerta y Rodríguez-Trejo (2011). Zavala y García (1996), Zavala (2004). Ramírez <i>et al.</i> (2010), Zavala (2007).
<i>Q. sapotifolia</i> (R)	90 a 100								Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. sartorii</i> (R)	66 a 80.7	V, HR 80-90%, 17-18 °C; c/s luz I, FB	35 d	t 75% G					García <i>et al.</i> (2016).
<i>Q. segoviensis</i> (B)	60 a 90								Ramírez <i>et al.</i> (2010).



<i>Q. trinitatis</i> (R)	80 a 100				Ramírez <i>et al.</i> (2010).
<i>Q. virginiana</i> (B)	96, 97	30/20	92% en 8 d		Olson (1974) Young y Young (1992).
<i>Q. wislizenii</i> (R)	75 (69 d)	30/20		17-28 o 30-60 d est	Olson (1974) Young y Young (1992), Baskin y Baskin (1991).
<i>Q. xalapensis</i> (R)	44 a 60.7	Varias, I y B, c/s som	16 d t 75% G		Rubio <i>et al.</i> (2011), OW (2017), García <i>et al.</i> (2016).

B=bosque, CG=capacidad germinativa, c/s=con y sin, d=días, EG=energía germinativa, est=estratificación en frío, F=flotación, FB=fragmentos de bosque, G=germinación,

I=vernadero, np=no plagada, PV=prueba de viabilidad, RX=rayos X, s=semillas, som=sombra, T=tetrazolio, t=tiempo a, TP=tiempo para la germinación, V=viabilidad, viv=vivero.

<sup>†</sup>Estas fechas de maduración y recolección de semilla, se tomaron de Romero *et al.* (2015) y se refieren a diversos estados del país.

\*Latencia fisiológica registrada para la especie en EE. UU. (Young y Young, 1992).

R=encino rojo, B=encino blanco, In=encino intermedio.



**Figura 43.16.** En esta obra, Vista de la Carbonera, de José María Velasco (1887) se aprecian encinares. Museo Nacional de Arte, CDMX.

## Literatura citada

- Baskin, C. C., and J. C. Baskin. 1991. Seeds. A. P. San Diego. 666 p.
- Bonner, F. T. 1996. Responses to drying of recalcitrant seeds of *Quercus nigra* L. *Annals of Botany* 78(2): 181-187.
- Bonner, F. T. 2003. Collection and care of acorns. S.E. EE. UU. 28 p. <https://pdfs.semanticscholar.org/207f/d2e608c1532313a7c97309e36fba6da74772.pdf> (consultado en marzo de 2021).
- Bonner, F. T., and J. A. Vozzo. 1987. Seed biology and technology of *Quercus*. Gen. Tech. Rep. SO-66. USDA, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, LA. 6 p.
- Bonfil, C. 1998. The effect of seed size, cotyledon reserves and herbivory on seedling survival and growth in *Quercus rugosa* and *Q. laurina* (Fagaceae). *American Journal of Botany* 85(1): 79-87.
- Camacho Cruz, A., y M. González Espinoza. 2002. Establecimiento temprano de árboles nativos en bosques perturbados de Los Altos, Chiapas, México. *Ecosistemas* XI(1): 1-9.
- Camacho Cruz, A., M. González Espinoza, J. H. D. Wolf, and B. H. J. de Jong. 2000. Germination and survival of tree species in disturbed forests of the highlands of Chiapas, Mexico. *Canadian Journal of Botany* 78: 1309-1318.
- Cibrián Tovar, D., T. Méndez Montiel, y R. Campos Bolaños. 1995. Insectos Forestales de México. UACH, SARH, SFF, USDA Forest Service, Natural Resources Canada, COFAN. Pub. Esp. 6. 453 p.
- Cibrián Tovar, D., S. E. Garza Díaz, y D. Alvarado Rosales. 2007. Hongos asociados a semillas forestales. In: Cibrián Tovar, D., D. Alvarado Rosales, S. E. García Díaz (eds.). *Enfermedades Forestales de México*. UACH, Semarnat, Conafor, USDA Forest Service, Natural Resources Canadian Forest Service, COFAN. México. pp. 490-497.
- Clark T., R., A. Mendoza O., V. Aguirre H., P. Antúnez, J. E. Campos C., S. Valencia A., M. D. Luna K., y C. Alfonso C. 2018. Reproducción sexual de *Quercus macdougalii* un encino endémico de la Sierra Juárez, Oaxaca. *Madera y Bosques* 24(2): 1-12.
- Coombes, A. J. 2020. Colecta y almacenamiento de bellotas. Aspectos claves. In: Rodríguez A., M., y A. J. Coombes. *Manual para la Producción de Quercus: Una Guía Fácil y Rápida para la Propagación de Encinos en México y América Central*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, The Morton Arboretum. México. pp. 21-27.
- Coombes, A. J., S. Valencia Á., y M. Rodríguez A. 2020. La importancia de cultivar encinos. In: Rodríguez A., M., y A. J. Coombes. *Manual para la Producción de Quercus: Una Guía Fácil y Rápida para la Propagación de Encinos en México y América Central*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, The Morton Arboretum. México. pp. 5-20.
- Díaz Fleischer, F., V. Hernández Arellano, L. Sánchez Velásquez, T. Cano Medina, R. Cervantes Alday, y M. López Ortega. 2010. Investigación preliminar de la depredación de semillas en la germinación de las bellotas de *Quercus candicans* Née. *Agrociencia* 44(1): 83-92.
- Díaz Fleischer, F., V. Hernández Arellano, L. Sánchez Velásquez, T. Cano Medina, R. Cervantes Alday, y M. López Ortega. 2010. Investigación preliminar de la depredación de semillas en la germinación de las bellotas de *Quercus candicans* Née. *Agrociencia* 44(1): 83-92.
- Díaz Pontones, D., e I. Reyes Jaramillo. 2009. Producción y almacenamiento de bellotas de *Quercus hintonii* Warburg (Fagaceae) de la depresión del Balsas, México. *Polibotánica* 27: 131-143.
- Díaz Pontones, D. M., e I. Reyes Jaramillo. 2012. Controllable storage conditions increase survival and germination rates of *Quercus hintonii* acorns. *Current Topics in Plant Biology* 13: 45-55.

García de la Cruz, Y., J. Becerra Zavaleta, P. A. Quintanar Isaías, J. M. Ramos Prado, y A. M. Hernández Ramírez. 2014. La bellota de *Quercus insignis* Martens & Galeotti, 1843, la más grande del mundo. Cuadernos de Biodiversidad 46: 1-8.

García de la Cruz, Y., F. López-Barrera, and J. M. Ramos Prado. 2016. Germination and seedling emergence of four endangered oak species. *Madera y Bosques* 22(2): 77-87.

González Villarreal, L. M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 240 p.

González Melo, A., y Á. Parrado Rosselli. 2010. Diferencias en la producción de frutos del roble *Quercus humboldtii* Bonpl. en dos bosques andinos de la cordillera oriental colombiana. *Colombia Forestal* 13(1): 141-162.

González S., C., E. I. Badano, J. Flores, y J. P. Rodas. 2013. Germinación, infestación y viabilidad en bellotas de *Quercus polymorpha* (Schltdl. & Cham.) tras un año de almacenamiento. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 19(3): 351-362.

Huerta Paniagua, R., y D. A. Rodríguez-Trejo. 2011. Tamaño de semilla y temperatura: sus efectos en la germinación de *Quercus rugosa* Née. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(2): 179-187.

---

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. Carta de uso actual del suelo y vegetación. Serie II. INEGI. México.

Koenig, W. D., J. M. H. Knops, W. J. Carmen, M. T. Stanback, and R. L. Mumme. 1996. Acorn production by oaks in central Coastal California: Influence of weather at three levels. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1677-1683.

LeSur, L. 2011. Árboles de México. Trillas. México. 368 p.

Márquez Ramírez, J., L. del C. Mendizábal Hernández, y C. I. Flores Romero. 2005. Variación en semillas de *Quercus oleoides* Schl. et Cham. de tres poblaciones del centro de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 7(1): 31-36.

Martínez, M. 1987. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. F.C. E. México. 1247 p.

McCreary, D. D. 2009. Regenerating Rangeland Oaks in California. Agriculture & Natural Resources Publication 21601e. University of California. Oakland, CA. 62 p.

McCreary, D. D, and Z. Koukoura. 1990. The effects of collection date and pre-storage treatment of the germination of blue oak acorns. *New Forests* 3: 303-10.

Moscoso Marín L. B., y M. C. Diez Gómez. 2005. Banco de semillas en un bosque de roble de la Cordillera Central Colombiana. *Revista de la Facultad Nacional de Agricultura de Medellín* 58(2): 2931-2943.

Nixon, K. 1993. Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. *Ann. Sci. For.* 50, Suppl. 1: 25s-34s.

Olson, D. F. 1974. *Quercus* L. Oak. In: Schopmeyer, C. S. (tech. coord.). *Seeds of Woody Plants in the United States*. Agriculture Handbook 450. USDA Forest Service. Washington, D. C. pp. 692-703.

OW (Oaks of the World). 2017. [http://oaks.of.the.world.free.fr/quercus\\_insignis.htm](http://oaks.of.the.world.free.fr/quercus_insignis.htm)

Pariona, N., A. I. Martínez, H. Hernández F., and R. Clark T. 2017. Effect of magnetite nanoparticles on the germination and early growth of *Quercus macdougalii*. *Science of the Total Environment* 575: 869-875.



- Ramírez Marcial, N., A. Camacho Cruz, M. Martínez Icó, A. Luna Gómez, D. Golicher, y M. González Espinosa. 2010. Árboles y Arbustos de los Bosques de Montaña de Chiapas. ECOSUR. San Cristobal de las Casas. 243 p.
- Rodríguez-Acosta, M. 2020. La germinación de los encinos. La experiencia mexicana. *In*: Rodríguez A., M., y A. J. Coombes. Manual para la Producción de *Quercus*: Una Guía Fácil y Rápida para la Propagación de Encinos en México y América Central. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, The Morton Arboretum. México. pp. 28-34.
- Rodríguez-Trejo, D. A. 2014. Incendios de Vegetación. Su Ecología, Manejo e Historia. Ed. C.P., C. P., UACH, PPCIF, Semarnat, Conafor, Conanp, AMPF, ANCF, PNIP. México. 889 p.
- Rodríguez-Trejo, D. A., y M. Pompa-García. 2016. Tamaño, color de nuez y sombra afectan la germinación de *Quercus deserticola*. *Madera y Bosques* 22(2): 67-75.
- Rodríguez-Trejo, D. A., y G. Mendoza Ángeles. 2021. *Quercus glaucescens*. *In*: Rodríguez Trejo, D. A. (coord. y ed.) (presente libro).
- Rodríguez-Trejo, D. A., y R. L. Myers. 2010. Using oak characteristics to guide fire regime restoration in Mexican pine-oak forests. *Ecological Restoration* 28(3): 304-323.
- Romero Rangel, S., E. C. Rojas Z., y S. Gómez Maqueda. 2000. Flores hermafroditas de *Quercus glaucooides* Mart. & Gal. (Fagaceae) en el estado de Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana* 52: 49-54.
- Romero Rangel, S., E. C. Rojo Z., y L. E. Rubio L. 2015. Descripción morfológica de 100 especies de encino. *In*: Romero R., S., E. C. Rojo Z., y L. E. Rubio L. (eds.). Encinos de México. UNAM. México. pp. 129-278.
- Rubio Licona, L. E., S. Romero Rangel, E. C. Rojas Zenteno, A. Durán Díaz, y J. C. Gutiérrez Guzmán. 2011. Variación del tamaño de frutos y semillas en siete especies de encino (*Quercus*, Fagaceae). *Polibotánica* 32: 135-151.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 431 p.
- Salazar, R. (coord. téc.). 2000. Manejo de Semillas de 100 especies Forestales de América Latina. Vol. 1. Manual Técnico 41. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Trelease, W. 1924. The American oaks. *Memoirs of the National Academy of Sciences* 20: 1-255.
- Valencia A., S. 2003. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 33-53.
- Velázquez R., J. M., D. A. Rodríguez-Trejo, y R. Bonilla B. 1996. Evaluación de *Quercus crassipes* Humb. et Bonpl. en vivero, bajo diferentes tipos de sustrato e intensidades de luz. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales* II(1): 97-109.
- Willan, R. L. (comp.). 1991. Guía para la Manipulación de Semillas Forestales. DANIDA, FAO. Roma. 502 p.
- Young, J. A., and C. G. Young. 1992. Seeds of Woody Plants in North America. Revised and Enlarged Edition. Dioscorides Press. Portland. 407 p.
- Zavala Ch., F. 1995. Encinos y Robles. Notas Fitogeográficas. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 44 p.
- Zavala Ch., F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica* 8: 47-64.
- Zavala Ch., F. 2001. Introducción a la Ecología de la Regeneración Natural de Encinos. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 94 p.
- Zavala Ch., F. 2002. Encinos y Robles. Notas Fitogeográficas. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 44 p.

Zavala Ch., F. 2003. Identificación de Encinos de México. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 150 p.

Zavala-Ch., F. 2004. Deseccación de bellotas y su relación con la viabilidad y germinación en nueve especies de encinos mexicanos. *Ciencia Ergo Sum* 11(2): 177-185.

Zavala Ch., F. 2007. Guía de los Encinos de la Sierra de Tepotzotlán, México. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 89 p.

Zavala Ch., F., y E. García Moya. 1996. Frutos y semillas de encinos. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 47 p.

Zavala Ch., F., E. Estrada M., y V. J. Arriola P. 1999. Los Encinos del Herbario de la Universidad Autónoma Chapingo. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 116 p.



**Figura 43.17.** Detalle del medallón central de la herrería a la entrada del Museo Nacional de Arte, que representa hojas y nueces de encinos.