

Ecología y Propagación de *Quercus* de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato

José Salvador Lozano Nuñez¹
Karla Lugo Delgado¹
Luisa Rosales Navarro¹
Omar Said Juárez Becerril¹
Suria Gisela Vásquez Morales^{2*}

¹Licenciatura en Biología Experimental. División de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Guanajuato.

²Departamento de Biología. División de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Guanajuato.

*Autor de correspondencia: sg.vasquez@ugto.mx

Resumen

México representa un lugar importante como centro de diversidad de especies de *Quercus*, principalmente en las zonas templadas húmedas del país, con aproximadamente 161 especies de las cuales 107 son endémicas. Se realizó un estudio de investigación bibliográfica para conocer la diversidad biológica y aspectos ecosistémicos de especies del género *Quercus* en la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato. La revisión bibliográfica se enfocó en la fenología de dichas especies, su distribución, ecología, características de germinación, latencia de semillas, tratamientos pregerminativos, cultivo y cuidados en vivero. Los resultados de la revisión nos muestran que la Sierra presenta una riqueza de 14 especies de *Quercus* de las cuales 6 no cuentan con suficientes estudios científicos por lo que son una prioridad de investigación para contribuir en labores de los encinares de la zona. La mayoría de los encinos distribuidos en la Sierra presentan su floración en los meses de marzo a mayo y fructifican entre septiembre a noviembre. Las semillas o bellotas de los encinos son recalcitrantes y presentan latencia, por lo que los tratamientos pregerminativos mayormente usados para aumentar su potencial de germinación son estratificación, imbibición y escarificación.

Palabras clave: Fagaceae; fenología; semillas; tratamientos pregerminativos.

Introducción

El género *Quercus*, llamado comúnmente Encino o Roble, representa uno de los grupos de plantas fanerógamas con una amplia distribución espacial y de importancia ecológica en los ecosistemas donde forma parte en nuestro planeta. México representa un lugar importante como centro de diversidad de especies de encino, principalmente en las zonas templadas húmedas del país, con aproximadamente 161 especies de las cuales 107 son endémicas. Sin embargo, diversos autores difieren en el número exacto de especies dentro de este género, debido a la gran variación morfológica intraespecífica y su constante hibridación (Silva Cardoza et al., 2016).

La distribución del género *Quercus* proviene de regiones montañosas de clima templado, formando parte de bosques de coníferas, bosques mixtos, bosques mesófilos de montaña, o formando grupos de distintas especies de encino, así como, bosques monoespecíficos que llegan a cubrir extensas áreas (Gutiérrez Ramos & Bárcenas, 2008). La accidentada topografía de México, así como la presencia de complicados sistemas montañosos que recorren el país han contribuido a que el territorio sea una de las áreas de mayor diversidad a nivel mundial de encinos (Pérez Mojica, 2017).

La importancia de los bosques de *Quercus* radica en que en conjunto con los miembros del género *Pinus* constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de las áreas de clima templado y semihúmedo siendo formadores y restauradores de suelo al mejorar la productividad del sistema aportando nutrientes al suelo por la descomposición de la hojarasca. Aunado a ello, la presencia de los encinares es necesaria para preservar el equilibrio ecológico de cuencas ya que evitan la erosión, contribuyen a la infiltración y la conservación de los mantos acuíferos subterráneos (Gutiérrez Ramos & Bárcenas, 2008).

Los encinos poseen un extenso valor económico debido a sus diversos usos, por ejemplo: uso en la industria de construcción, textil, maderable, farmacéutica, así como, comestible, artesanal, y posee valor cultural. En consecuencia, los encinos son de los grupos taxonómicos de plantas de mayor importancia económica en el hemisferio norte (Gutiérrez Ramos & Bárcenas, 2008).

De manera particular, el estado de Guanajuato ocupa tres porciones fisiográficas: Eje Neovolcánico, Mesa Central y Sierra Madre Oriental, lo que propicia las condiciones edáficas y climáticas necesarias para albergar una cobertura vegetal diversa en donde predominan los suelos phaeozem y vertisoles. Los suelos phaeozem, se encuentran particularmente en las porciones del Eje Neovolcánico, en el cual, se desarrollan bosques de encino, encino-pino y demás ecosistemas montañosos en el estado. Estos suelos se forman sobre material no consolidado, de colores oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son seleccionados para la agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes (IUSS, 2007).

El objetivo del estudio fue investigar bibliográficamente diversos aspectos ecosistémicos de las especies de *Quercus* distribuidas en la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato con la finalidad de recabar información y con ello contribuir en la conservación de estas especies importantes para nuestro estado, así como determinar la ecología de semillas de los encinos, su potencial de propagación y cuidados en vivero.

Metodología

Con revisión de literatura, se analizaron artículos científicos del género *Quercus* buscados en bases de datos institucionales y académicas con las palabras clave: tratamientos pregerminativos, fenología, *Quercus*, semillas y Sierra de Santa Rosa. Se revisaron, además, inventarios de las especies en el bajo, listados florísticos, manuales de reforestación y fichas técnicas de las especies.

La revisión de literatura se enfocó en la riqueza de encinos de la Sierra de Santa Rosa, Gto., características taxonómicas y ecológicas de las especies, tipo de semillas, fenología, tratamientos pregerminativos, sustratos y cuidados en vivero.

Resultados

Distribución de encinos en la sierra de Santa Rosa, Gto.

La distribución del género *Quercus* proviene de regiones montañosas de clima templado. *Quercus* forman parte de bosques de coníferas, bosques mixtos, bosques mesófilos de montaña, o formando grupos de distintas especies de encino. El presente trabajo se desarrolló en la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México (Figura 1), en donde se tiene registrada una riqueza de 14 especies de *Quercus* (Figura 2).

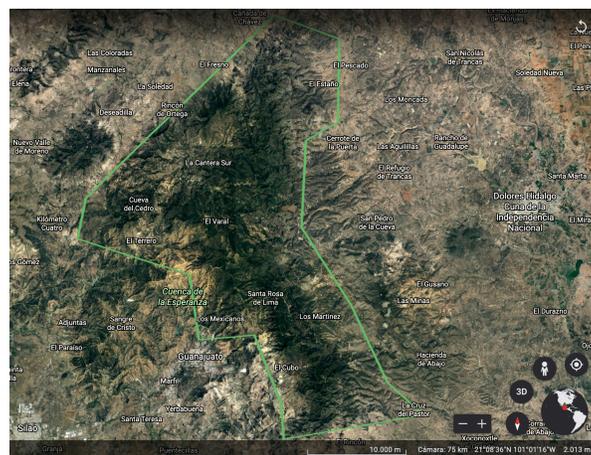


Figura 1. Localización de la Sierra de Santa Rosa, cerca de la ciudad de Guanajuato. El polígono destaca el área de distribución de las 14 especies de *Quercus*. Creado en Google Earth 2021.



Figura 2. Especies de *Quercus* registradas en la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México.

Servicios ecosistémicos y Usos

Las especies del género *Quercus* brindan diversos servicios ecosistémicos en los ejes de regulación, sostenimiento, culturales y de aprovechamiento. Por ello, se destacan la regulación de la calidad del aire, el clima, el ciclo hidrológico, promueven la formación del suelo y previenen su erosión, purifican el agua, ayudan al tratamiento de residuos, control de plagas y enfermedades, albergan especies polinizadoras, funcionan como agentes ecológicos estabilizadores, realizan fotosíntesis e intervienen en el ciclo de nutrientes y son hábitat de diversas especies de plantas y animales. En particular, para el ser humano, son de alto valor espiritual y religioso, poseen valor estético, fomentan la recreación y el ecoturismo, la salud física y mental, proporcionan alimento, materias primas, recursos medicinales, y agua potable al ayudar a conservar los mantos acuíferos.

La madera de los encinos es de gran calidad, su aprovechamiento ocupa el 2do lugar nacional después del pino (Pérez-Olvera et al., 2000). La madera es utilizada para la fabricación de muebles, barriles para el vino, combustible (leña y carbón vegetal), celulosa, postes, durmientes, entre otros (Pérez-Olvera et al., 2000). Aunado a ello, presentan usos no maderables como, por ejemplo: alimenticio, medicinal, forraje, artesanal y colorantes. Las especies con un mayor número de usos no maderables son *Q. crassifolia*, *Q. rugosa* y *Q. affinis* (Luna-José et al., 2003), de las cuales solo *rugosa* se encuentra distribuida en la sierra de Santa Rosa, Gto.

Luna-José y colaboradores (2003), destacan el uso de las bellotas, la corteza y las hojas. Las bellotas se utilizan como alimento debido a su alto contenido de carbohidratos y lípidos. De mismo modo, las bellotas y el follaje de los encinos se utilizan como forraje para alimentar el ganado porcino o caprino. De igual importancia, la corteza presenta compuestos químicos como los taninos con múltiples propiedades medicinales y usados en la industria textil, del zapato y como colorante.

Fenología

Los datos fenológicos presentan información sobre el comportamiento de la planta a lo largo del año. El identificar las épocas de asimilación y descanso vegetativo de las especies o las épocas de producción de flor, frutos y semillas, es posible determinar el tiempo

adecuado para realizar la colecta de semillas viables de cada especie (Arriaga et al., 1994). Según datos de González, 1987 y Romero-Rangel et al., 2014, dichas épocas varían entre cada especie a pesar de pertenecer a un mismo género y habitar en las mismas condiciones climatológicas. La revisión de los periodos fenológicos de las 14 especies de *Quercus* en la sierra de Santa Rosa, Gto., se describen en la Tabla 1. La mayoría de los encinos en la Sierra, florecen de marzo a mayo y fructifican de septiembre a noviembre.

Tabla 1. Fenología de especies de *Quercus* en la Sierra de Santa Rosa, Gto., México. X=Floración, O=Fructificación.

Especies	Enero	Febrero	Marzo	Abril	May o	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Q. aristata</i>	X											X
<i>Q. castanea</i>					O	O	O	O				
<i>Q. coccolobifolia</i>	O		X	X		X	X		O	O	O	O
<i>Q. crassipes</i>					X							
<i>Q. eduardii</i>						X	X		O	O	O	
<i>Q. laeta</i>					X				O	O	O	O
<i>Q. laurina</i>		X	X	X							O	O
<i>Q. microphylla</i>				X					O	O		
<i>Q. obtusata</i>				X	X							
<i>Q. potosina</i>				X					O			
<i>Q. repanda</i>							X					
<i>Q. resinosa</i>			X	X	X							
<i>Q. rugosa</i>				X						O	O	
<i>Q. sideroxyla</i>	O	O				X	X	X	O	O	O	O
	O										O	O

Germinación y latencia

Atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato, las semillas pueden diferenciarse en la forma de germinar, por lo que podemos distinguir dos tipos diferentes de germinación; en las plántulas denominadas epigeas, los cotiledones emergen del suelo debido al crecimiento del hipocotilo mientras que, en las plántulas hipogeas, los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. Para llevar a cabo el proceso de germinación es necesario para la semilla obtener estímulos positivos del medio. Las condiciones ambientales durante el desarrollo de la bellota, principalmente la temperatura y la humedad relativa, afectan la adquisición y el grado de latencia que se presentará (Srivastava, 2002).

El género *Quercus* y específicamente algunas especies de este han sido catalogadas como recalcitrantes o no ortodoxas (Sánchez, 2015) debido a su incapacidad para sobrevivir en condiciones de sequedad o frío tras ser liberadas por la planta madre, por lo que, a diferencia de las semillas ortodoxas, éstas no pueden ser almacenadas por largos periodos (Sparks, 1997; Arriaga et al., 1994; Srivastava, 2002). Sin embargo, estudios demuestran que algunas especies como *Q. castanea*, *Q. crassipes* (Sánchez, 2015) y *Q. laurina* podrían ser semi-ortodoxas ya que en condiciones controladas de humedad (procurando una fumigación para evitar infecciones por hongos o bacterias) pueden conservar su viabilidad a través del tiempo. Asimismo, un estudio con semillas de *Q. petraea* demostró que aun cuando el almacenamiento no afectó el contenido de humedad de la bellota, sí se afecta el rendimiento de germinación (Tilki, 2010).

Una semilla se encuentra en estado de latencia cuando, siendo viable, y en condiciones adecuadas de agua, oxígeno y temperatura, no germina. Existen distintas causas para que una semilla se encuentre en estado de latencia, tales como: inmadurez del embrión, restricciones mecánicas para su desarrollo, impermeabilidad de las cubiertas seminales al agua y oxígeno, presencia de sustancias inhibidoras en diferentes tejidos de la semilla y requerimientos especiales de luz y temperatura, aunque en la mayoría de los casos en una misma semilla actúa más de un mecanismo de latencia (Arriaga et al., 1994). Para utilizar el método pregerminativo adecuado es necesario conocer cuál es el mecanismo de dormición o latencia, que está actuando en la semilla.

Tratamientos pregerminativos

Temperatura y luz

Cuando la latencia es causada por requerimientos especiales de luz y temperatura, generalmente se ve determinada por las condiciones de la época en el que la planta dispersa sus semillas. Con el fin de asegurar su supervivencia una semilla que se dispersa en una época desfavorable para su germinación (temporadas extremadamente frías o en sequía) presentará una latencia prolongada para resistir las condiciones impuestas por el medio, mientras que una semilla que germina en una época favorable generalmente no presenta latencia (Arriaga et al., 1994).

En un estudio, la germinación de las bellotas de *Q. castaneay Q. crassipes* a temperatura alta (24/19°C) se ve potenciada con y sin sistema de reducción de precipitación, mostrando mayores velocidades y tasas finales de germinación que en parcelas control (Sánchez, 2015). Mientras que Velázquez et al. 1996 refieren una germinación de 73 % para *Q. crassipes* bajo un régimen de 30°C de día, 20°C de noche y fotoperiodo de 8 horas. De igual importancia se estudiaron las semillas de *Q. rugosa* en dos niveles para el régimen de temperatura día y noche (24/19°C y 19/14°C), obteniendo que la temperatura alta (24/19°C) produjo la mayor energía germinativa, sin embargo, al analizar el efecto del tamaño de la semilla, el intervalo de temperaturas probado no mostró influencia en la capacidad germinativa (Huerta-Paniagua y Rodríguez-Trejo, 2011). Los estándares de AOSA (Association of Seed Analysts) para la germinación de encinos estipulan pruebas a 20/30°C durante 14 días.

Estratificación

La estratificación es usada para romper la latencia por inmadurez del embrión y consiste en colocar las semillas en estratos que conservan la humedad en condiciones de frío o calor. El requerimiento de exposición a temperatura fría (2-5°C), se da generalmente en plantas que son nativas de regiones de temperatura con un invierno intensamente frío y que dispersan sus semillas en estas condiciones, aunque la duración del periodo de exposición varía en cada especie. (Rodríguez y Coombes, 2020, Arriaga et al., 1994; Srivastava, 2002). Para *Q. petrea* según Wright, 2013, el enfriamiento que fluctúa durante el día puede ser más efectivo que el enfriamiento continuo y los fotoperiodos prolongados a menudo pueden reemplazar el enfriamiento.

Cuando se recurre a un tratamiento en condiciones de germinación oscura algunas bellotas de encino pueden ser estimulada por tiourea o tiocarbamida que es un compuesto orgánico de azufre con grupos funcionales amino, imina y tiol. El procedimiento consiste en remojar las semillas en una solución concentrada de tiourea y luego transferirlas al agua para su posterior siembra (Mayer y Poljakoff, 2014).

Imbibición o remojo en agua

Se remojan las semillas con distintos fines para optimizar la germinación, tales como, reblandecer las cubiertas duras, reducir el tiempo de germinación o estandarizar su potencial germinativo. Aunado a ello, este método también elimina sustancias que inducen a la latencia de las semillas. El tiempo de remojo varía en cada especie, desde lavar por unos minutos con agua corriente hasta dejar las semillas en agua durante días (Arriaga et al., 1994; Kozlowski, 2012ab). Para las especies *Q. castaneay Q. crassipes* las bellotas se remojaron durante 24 horas antes de su siembra promoviendo su germinación (Sánchez, 2015).

Escarificación

La escarificación es utilizada para romper la latencia si la testa de la semilla es tan dura o impermeable que no permite el paso de agua u oxígeno al embrión para iniciar el proceso de germinación. El procedimiento que se lleva a cabo es la modificación de la testa de la semilla por medios químicos, térmicos o mecánicos (Arriaga et al., 1994). González (2017) utilizó la escarificación mecánica con una lija reduciendo la cubierta del ápice de la bellota de *Q. tristis*, obteniendo con este método el mayor porcentaje de germinación.

Cultivo en vivero

Siembra y trasplante

Posteriormente a la aplicación del tratamiento pregerminativo requerido para cada especie, Rodríguez y Coombes (2020) recomiendan un sustrato y riego en la etapa de germinación que se modificará al trasplantar, cuyo proceso se recomienda cuando la plántula tenga 2 pares de hojas verdaderas. Cabe resaltar que cada especie tiene tiempos distintos para llegar a esa talla.

Para poner a germinar las bellotas en semilleros se utiliza un sustrato de 50% turba y 50% agrolita. El sustrato para el trasplante se compone de una mezcla de 1:1:2, tierra, composta y cacahuatillo respectivamente.

El riego en semillero es constante con la precaución de evitar la sobresaturación, mientras que en el trasplante se riega cada 3-5 días dependiendo de la estación del año. El tiempo total recomendado en vivero es de 2 años.

Conclusión

El alcance de este tipo de estudio radica en la importancia de los encinos como especies esenciales en el equilibrio ecológico de los ecosistemas que forman parte y de ahí la importancia de tomar como prioridad las labores de conservación de dichas especies que actualmente es insuficiente. El análisis teórico realizado en este trabajo sirve como una aproximación del manejo adecuado de semillas de importancia ecológica para el sano desarrollo de los bosques de *Quercus*. La mayoría de los encinos distribuidos en la Sierra de Santa Rosa de Guanajuato presentan su floración en los meses de marzo a mayo y fructifican entre septiembre a noviembre. Las semillas o bellotas de los encinos son recalcitrantes y presentan latencia, por lo que los tratamientos pregerminativos mayormente usados para aumentar su potencial de germinación son estratificación, imbibición y escarificación.

En esta revisión se destaca que, para el desarrollo de programas adecuados de manejo y conservación en miras de realizar operaciones de restauración ecológica, aún hacen falta estudios fenológicos y ecológicos del género *Quercus*, es específico para las especies *Q. aristata*, *coccolobifolia*, *obtusata*, *laeta*, *sideroxyla* y *repanda*.

Referencias bibliográficas

- Aguilar-Romero, Rafael, García-Oliva, Felipe, Pineda-García, Fernando, Torres, Ignacio, Peña Vega, Ernesto, Ghilardi, Adrián, & Oyama, Ken. (2016). Patrones de distribución de nueve especies de *Quercus* a lo largo de un gradiente ambiental en un paisaje fragmentado en el centro de México. *Botanical Sciences*, 94(3), 471-482. Recuperado en 23 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.17129/botsci.620>
- Arriaga-M. Vicente, Cervantes-G. Virginia, & Vargas-Mena, Araceli. (1994). Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL. Recuperado en 29 de abril de 2021, de http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/164/21_1994_Manual_reforest_especies_nativas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bonfil, Consuelo. (1998) Los efectos del tamaño de la semilla, las reservas de cotiledones, y la herbivoría sobre plántulas de supervivencia y el crecimiento de *Quercus rugosay Q. laurina* (Fagaceae). *American Journal of Botany* 85(1): 79-87. Recuperado en 9 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.2307/2446557>
- González, Estefani Anayté, (2017). Evaluación de 5 Métodos Pre-germinativos para la Reproducción del Encino (*Quercus tristis* Liebm.). CEDRACC. Recuperado en 29 abril 2021, de https://issuu.com/asociacionvivamosmejor/docs/tesis_estefani_gonzalez-q-tristi
- González-Villarreal, Luz María, (1987). Contribución al conocimiento del género *Quercus* (Fagaceae) en el estado de Jalisco. Universidad de Guadalajara. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/274385127_Contribucion_al_conocimiento_del_genero_Quercus_Fagaceae_en_el_estado_de_jalisco
- Gutierrez-Ramos P. & Bárcenas R. 2008. Catálogo de encinos (*Quercus* spp) del herbario de la UAQ, en el estado de Querétaro, México. Universidad de Querétaro. Recuperado el 02 de julio de 2021, de <https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/11GutierrezRamos.pdf>
- Hernández-Vital, Carlos Rafael, Álvarez-Moctezuma, José Guadalupe, Zavala-Chávez Fernando & Espinosa-Robles Policarpo. (2009). Estudio cariológico de *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. *Rev. Cien. For. Mex* vol.34 no.105 México ene./jun. 2009. Recuperado el 25 de junio del 2021, de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-35862009000100009
- Herrera-Arroyo, M. Luisa, Sork, Victoria L., González-Rodríguez, Antonio, Rocha Ramírez, Víctor, Vega, Ernesto, & Oyama, Ken. (2013). Conectividad mediada por semillas entre poblaciones fragmentadas de *Quercus castanea* (Fagaceae) en un paisaje mexicano. *American Journal of Botany*, 100: 1663-1671. Recuperado en 11 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.3732/ajb.1200396>
- Huerta-Paniagua, Rubén, & Rodríguez-Trejo, Dante Arturo. (2011). Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación *Quercus rugosa* Née. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(2), 179-187. Recuperado en 9 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.08.053>
- IUSS (2007). Grupo de trabajo WRB. Base Referencias Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informe sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. Roma. Consultado en línea en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_1.html
- Kozłowski, T.T. (2012a). Biología de semillas: importancia, desarrollo y germinación, Volumen 1. Elsevier Science. Recuperado en 16 de marzo 2021, de <https://books.google.com.mx/books?id=pf6e1ARRASAC>
- Kozłowski, T.T. (2012b). Recolección, almacenamiento, prueba y certificación de insectos y semillas, volumen 3. Elsevier Science. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de <https://books.google.com.mx/books?id=RL04Uvkwq-sC>
- Lara-De La Cruz, Libny Ingrid, García-Oliva, Felipe, Oyama, Ken, & González Rodríguez, Antonio. (2020). Asociación de la variación del rasgo funcional de *Quercus castanea* con gradientes de temperatura y disponibilidad de agua a nivel de paisaje. *Botanical Sciences*, 98(1), 16-27. Recuperado en 23 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.17129/botsci.2449>
- Luna-José, A.L., Montalvo-Espinosa L., & Rendón-Aguilar, B. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 72:107-117.
- Martínez-Cruz, Juan, Téllez-Valdés, Oswaldo, & Ibarra-Manríquez, Guillermo. (2009). Estructura de los encinares de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(1), 145-156. Recuperado en 9 de marzo de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187034532009000100017&lng=es&tltng=es.
- Mayer, AM, & Poljakoff-Mayber, A. (2014). Germinación de semillas. Elsevier Science. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de https://books.google.com.mx/books?id=av62AgAAQBAJ&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Pérez, Mojica, Erika, & Valencia-A., Susana. (2017). Estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae) en Tamaulipas, México. *Acta botánica mexicana*, (120), 59-Recuperado en 23 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.21829/abm120.2017.1264>
- Pérez, Olvera, de la Paz Carmen., Dávalos-Sotelo R., & Guerrero Cuacuil E. 2000. Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques*, 6(1): 03-13.
- Rodríguez-Acosta M. & Coombes J.A. (Eds). (2020). Manual para la propagación de *Quercus*: Una guía fácil y rápida para cultivar encinos en México y América central. Jardín Botánico Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México
- Rodríguez-Trejo, Dante Arturo, & Pompa-García, Marín. (2016). Tamaño, color de nuez y sombra afectan la germinación de *Quercus deserticola*. *Madera y bosques*, 22(2), 67-75. Recuperado en 9 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2221325>
- Romero-Rangel, Silvia, Rojas-Zenteno, Ezequiel Carlos, & Rubio-Licon, Liliana Elizabeth. (2014) Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes Núm. 181. Recuperado en 8 de febrero de 2021, de http://inecolbajio.inecol.mx/floradelbajio/documentos/fasciculos/ordinarios/Fagaceae_181.pdf
- Ruiz, María de los Ángeles. (2009). El análisis de tetrazolio en el control de calidad de semillas. EEA INTA Anguil. Publicación Técnica N°77. Recuperado en 27 de abril 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-el_analisis_de_tetrazolio_en_el_control_de_calidad_de_.pdf
- Sage, Richard, Koenig, Walter & McLaughlin, Blair. (2011) Consecuencias de la aptitud física del tamaño de la semilla en el roble del valle *Quercus lobata* Née (Fagaceae). *Annals of Forest Science* 68, 477. Recuperado en 9 de marzo de 2021, de <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0062-6>
- Sánchez, Montes de Oca, Erik José. (2015). Germinación de semillas de encinos (*Quercus* spp., Fagaceae) de ambientes templados en escenarios de cambio climático y de cambio del uso de suelo. Recuperado en 12 de febrero de 2021, de <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/551/3/TMIPICYTS2G42015.pdf>
- Silva, Cardoza A. & Arias Velázquez X. 2016. Encinos de México: visión actual. Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/305220795_Encinos_de_Mexico_Vision_Actual
- Sparks, Donald. (1997). Avances en agronomía. Elsevier Science. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de <https://books.google.com.mx/books?id=rzhG4Pv44AwC>
- Srivastava, Lalit, (2002). Crecimiento y desarrollo de plantas: hormonas y medio ambiente. Elsevier science. Recuperado en 9 de marzo de 2021, de <https://books.google.com.mx/books?id=wXLBKdnciQC>
- Tilki, Fahrettin. (2010). Influencia del tamaño de la bellota y la duración del almacenamiento sobre el contenido de humedad, la germinación y la supervivencia de *Quercus petraea* (Mattuschka). *Revista de biología ambiental*, 31 (3), 325. Recuperado en 9

- de marzo de 2021, de <https://openaccess.artvin.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11494/1887/fahrettin.tilki.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Uribe-Salas, Dolores, España-Boquera, María Luisa, & Torres-Miranda, Andrés, (2019). Aspectos biogeográficos y ecológicos del género *Quercus* (Fagaceae) en Michoacán, México. Acta botánica mexicana 126: e1342. Recuperado en 16 de febrero 2021, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n126/2448-7589-abm-126e1342.pdf>
- Uribe-Salas, Dolores, Sáenz-Romero, Cuauhtémoc, González-Rodríguez, Antonio, Téllez-Valdez, Oswaldo, & Oyama, Ken. (2008). Variación morfológica foliar en el roble blanco *Quercus rugosa* Née (Fagaceae) a lo largo de un gradiente latitudinal en México: posibles implicaciones para el manejo y la conservación. Ecología y Manejo Forestal, Volumen 256, Número 12. Recuperado en 01 de junio de 2021, de (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112708006105>)
- Valencia A., Susana. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (75),33-53. ISSN: 0366-2128. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57707503>
- Velázquez R.J.M., Rodríguez T.D.A., & Bonilla B.R. (1996). Evaluación de *Quercus crassipes* Humb. et Bonpl. en vivero, bajo diferentes tipos de sustratos e intensidades de luz. Revista Chapingo. Serie de Ciencias Forestales 1:97-109.
- Wright, C.J., (2013). Manipulación de la fructificación. Elsevier Science. Recuperado en 17 de marzo de 2021, de <https://books.google.com.mx/books?id=TxPLBAAQBAJ>