

Declinamiento y muerte de los encinos (*Quercus* spp.) en México, estado actual del conocimiento

Declination and death of oaks (*Quercus* spp.) in Mexico, current state of knowledge

MARÍA DOLORES URIBE-SALAS^{1,4}, VÍCTOR ROCHA-RAMÍREZ², ROSARIO GREGORIO-CIPRIANO¹, SYLVIA PATRICIA FERNÁNDEZ-PAVÍA¹ Y DIONICIO ALVARADO-ROSALES³

Recibido: Agosto 16, 2018

Aceptado: Diciembre 27, 2018

Resumen

México es el país con la mayor diversidad de especies de *Quercus* (encinos o robles) en el mundo. La perturbación de los bosques donde se encuentran ha ocasionado el deterioro de la salud forestal, en la que están implicados tanto agentes bióticos como abióticos. En varias entidades de México, los encinares han sido objeto de estudio desde un enfoque fitopatológico por presentar la sintomatología reconocida como declinamiento. Con el fin de atraer la atención hacia esta problemática, se llevó a cabo una revisión de literatura sobre el estado del arte en materia de salud. Se concluye que en México el entendimiento de la etiología del declinamiento y muerte del encino aún es incipiente, por lo que se requieren estudios a nivel local, principalmente. La colaboración entre los diferentes actores que tienen a su cargo el cuidado, estudio y manejo de los bosques es fundamental, de otra manera, enfrentaremos la perturbación en las interacciones bióticas, riesgos de pérdida de la riqueza de especies de encinos a nivel local, detrimento del valor comercial de los recursos maderables y efectos directos e indirectos sobre las comunidades humanas.

Palabras clave: *Quercus*, México, bosque, encinos, fitopatógenos, muerte regresiva.

Abstract

Mexico is the country with the greatest diversity of *Quercus* species (oaks) in the world. The disturbance of the forests where they are found has caused the deterioration of forest health, in which both biotic and abiotic agents are involved. In several Mexican entities, oaks have been the object of study from a phytopathological approach for presenting the symptomatology recognized as declination. In order to attract attention to this problem, a review of literature on the state of the art in health was carried out. It is concluded that in Mexico the understanding of the etiology of declination and death of the oak is still incipient, requiring studies primarily at the local level. The collaboration between the different actors in charge of the care, study and management of the forests is fundamental; otherwise, we will face the disturbance in the biotic interactions, risks loss of the species richness of oaks at the local level, detriment of the commercial value of timber resources and direct and indirect effects on human communities.

Keywords: *Quercus*, Mexico, forest, oaks, phytopathogen, regressive death.

¹ UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Km 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro, C.P. 58880, Tarímbaro, Mich. Tel. (443) 322-3500 Ext. 5219 y 5220.

² UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO CAMPUS MORELIA. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701, Ex-Hacienda de San José de La Huerta, C.P. 58190 Morelia, Mich. Tel. (443) 322-2777 Ext. 32819.

³ COLEGIO DE POSTGRADUADOS. Programa de Fitopatología. Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. Tel. (595) 952-0200. Ext. 1681 (Oficina) y 1668 (Lab).

⁴ Dirección electrónica del autor de correspondencia: mduribes@gmail.com

Introducción

Los bosques de México han sido clasificados por diversos autores; Miranda y Hernández (1963) y Rzedowski (1978) desarrollaron las clasificaciones más reconocidas y utilizadas, estos autores coinciden en ubicar las comunidades de encinos (*Quercus*, Fagaceae) en una clasificación especial: "bosque de encinos" y "bosque de pino-encino".

Los bosques de encino, salvo en condiciones muy áridas, se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2800 m de altitud; son parte importante en los bosques mesófilos de montaña (Rzedowski, 1978; Valencia, 2004) y pueden estar asociados a bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios (Rzedowski, 1978). Los bosques de encino alcanzan una cobertura de 6.87 millones de hectáreas, que corresponden a 3.5% de la superficie del país (Challenger y Soberón, 2008), son los bosques templados mexicanos de mayor extensión; si se suman las coberturas de los bosques de encino-pino y de pino-encino, alcanzan más del doble de superficie, con 15.66 millones de hectáreas. De acuerdo con el reporte más reciente, el número de especies de *Quercus* en nuestro país se estima en 161 especies (Valencia, 2004). En México los encinos han sido poco estudiados y, hasta cierto punto, poco valorados; hace aproximadamente tres décadas, varios grupos de investigación han puesto su atención en este grupo de plantas, abordando estudios desde los básicos de taxonomía, hasta aquellos de filogeografía. Ecológicamente, los encinares revisten gran importancia al formar parte fundamental de los sistemas captadores de bióxido de carbono y de agua, son productores de oxígeno, además de evitar la erosión; asimismo, conforman el hábitat de una gran diversidad de flora y fauna. Son de gran importancia económica, ya que se utilizan para la construcción de cabañas, obtención de vigas, mangos de herramientas y durmientes, así como para la elaboración de carbón y son fuente de leña a nivel local.

Desde la época colonial en México, la desatención de los bosques ha llevado a su degradación y mal uso, principalmente como resultado del cambio de uso de suelo a gran escala, pero también por causas de disturbio de la cubierta vegetal como: tala ilegal, mal manejo forestal, perturbación ambiental (incendios, contaminación, apertura de caminos, pastoreo) que inciden en la integridad y sanidad de la cobertura

forestal; sumado a lo anterior, en nuestro país prácticamente no hay reforestación con este grupo de plantas. En el ámbito de la salud forestal, el poco aprecio en que se tiene a los encinares redundando en un número incipiente de estudios, que, si bien han sido el resultado de un esfuerzo muy importante, es una de las causas del desconocimiento a gran escala geográfica en nuestro país, de los agentes causales de las enfermedades.

A nivel mundial la perturbación de los ambientes ha sido relacionada al cambio climático global, que en su conjunto ha favorecido la propagación de patógenos y brotes de plagas de organismos oportunistas (Ramsfield *et al.*, 2016; Milanés *et al.*, 2018; Wood *et al.*, 2018), razón por la cual se ha generado un interés creciente por entender la etiología de las enfermedades de *Quercus*, en las que intervienen factores abióticos (sequías, fríos extremos, nevadas, granizadas, vientos, inundaciones) que contribuyen a predisponer a los encinos a ser enfermos por los factores bióticos. Esta revisión tiene como objetivo analizar la información existente en materia de salud de los bosques de encino en México, en particular de aquella que trata las enfermedades causadas por oomicetes y hongos, principales causantes del declinamiento, con el fin de concentrar y resumir la información hasta ahora generada y dirigir la atención a un problema de dimensiones aún no entendidas, que de no ser atendido podría alcanzar un mayor impacto.

¿Qué entendemos por declinamiento?

Hace ya algunas décadas que se ha venido observando en algunos encinares la pérdida de vigor del arbolado, muerte progresiva de las ramas y posteriormente la muerte. En los primeros años en que se detectó, las causas de esta enfermedad eran desconocidas o difíciles de determinar; a la sintomatología observada los investigadores le asignaron

el nombre de «muerte por declinamiento» (Manion, 1991), que al ser multifactorial en origen fue considerada como un complejo de diferentes enfermedades (Führer, 1998). Declinamiento se entiende como el deterioro progresivo en salud y vigor del individuo, se manifiesta como disminución del crecimiento, clorosis, aclaramiento de la corona, invasión de la corteza y/o del xilema y floema, muerte de ramillas y ramas, canchales con exudado negro en el tronco. La etiología en general es compleja, y puede involucrar una variedad de agentes bióticos y abióticos (Manion, 1991). Si bien el «declinamiento de árboles» es multifactorial (ya que están involucrados hongos, oomicetes, plantas e insectos en una interacción aún poco clara con los factores abióticos), los síntomas de declinamiento pueden ser sorprendentemente similares entre sitios de diferentes puntos geográficos, en procesos que forman parte integral de la dinámica de los bosques (Ciesla y Donaubauer, 1994).

Declinamiento en los bosques de *Quercus* en México

A nivel mundial, el declinamiento en encinos ha sido ampliamente estudiado en algunos países (Keèa *et al.*, 2016; Romagnoli *et al.*, 2018; Sitz *et al.*, 2018), en México, sin embargo, después de haber realizado un escrutinio minucioso de la información disponible, encontramos que los estudios son escasos; a continuación, tratamos en orden cronológico los trabajos que han sido desarrollados.

Uno de los primeros reportes data de 1981, donde registran una nueva enfermedad para el encino *Quercus resinosa* Liebm. en el municipio de Taretán, Michoacán (Vázquez-Collazo *et al.*, 1981); la enfermedad por decaimiento fue ocasionada por el hongo *Eichleriella macrospora*, afectando al 60% de la población muestreada y causando una gran mortalidad de individuos. Tainter *et al.* (2000) mencionan al patógeno *Phytophthora cinnamomi* como la causa principal de la muerte de encinos en un superficie de 300 ha en el Arrayanal, Jalisco; esta enfermedad había sido detectada desde 1991 por los ejidatarios, los síntomas (canchales en los troncos) fueron corroborados y el patógeno identificado. En el 2003, O'Brien *et al.*, del Departamento de

Agricultura de Estados Unidos (USDA) reportaron un incremento en la mortandad de encinos en los últimos 15 años, siendo evidente en los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco y Nayarit. Los síntomas variaban, pero en general se observaba exudación de tinta, muerte regresiva, aclaramiento de la corona y muerte. A raíz de este reporte, se formó un equipo binacional de trabajo México-Estados Unidos, encontrando en Colima y Jalisco la presencia de *P. cinnamomi* en encinos enfermos y en suelo. Específicamente, *Q. peduncularis* Née fue la especie afectada en Telcruz, Jalisco (O'Brien *et al.*, 2003).

En Sierra de Lobos, Guanajuato, Vázquez-Silva *et al.* (2004) reportaron una incidencia por hectárea del 87.5% del bosque de encino, incluyendo árboles con diferente grado de afectación, desde daño mínimo ocasionado por «algún agente infeccioso», daño severo, afectando el 50% del individuo, hasta árboles muertos, siendo *Quercus eduardii* Trel. la especie más susceptible, seguida por *Q. potosina* Trel., *Q. laeta* Liebm. y *Q. obtusata* Bonpl., la especie encontrada como más tolerante fue *Q. rugosa* Née. La declinación de los encinos en el lugar fue explicado como el efecto sinérgico de *Nectria galligena* e *Hypoxyllon thouarsianum*.

En la Sierra de Tepetzotlán, Estado de México, García-Palacios (2005) aisló del follaje de tres especies de encino, seis géneros de hongos fitopatógenos: *Phyllosticta* sp., *Alternaria tenuissima*, *A. tenuis*, *Apiognomonia quercina*, *Cladosporium* sp., *Actinopelte (Leptothyrium)* sp. y *Oidium* sp. Las especies infectadas fueron *Quercus castanea* Née, *Q. mexicana* Bonpl. y *Q. obtusata*, esta última resultó la más susceptible presentando todos los hongos mencionados, mientras que *Phyllosticta* sp. se encontró en las tres especies de encino. Continuando con el trabajo de O'Brien y Kliejunas (2003), Alvarado-Rosales *et al.* (2007) encontraron a *Phytophthora cinnamomi*, *Pythium* sp., *Hypoxyllon antropunctatum*, *Ganoderma* sp., *Armillaria* sp. y *Apiognomonia quercina*, organismos asociados a la declinación y muerte de encinos. Las especies infectadas por alguno de estos agentes fueron: *Q. eduardii*, *Q. elliptica* Née, *Q. greggii*, *Q. magnoliifolia* Née, *Q. potosina*, *Q. rugosa*, *Q. salicifolia* × *acutifolia*, *Q. salicifolia* Née y *Q. sideroxyla* Bonpl.

En Tecoaapa, Guerrero, la mortandad masiva de encinos había sido observada desde el 2001, sin embargo, fue posteriormente cuando se detectó la asociación primaria de *Phytophthora cinnamomi* con la muerte regresiva y el exudado color oscuro en la base del tronco de estos árboles; en este caso, *Quercus salicifolia* y *Q. elliptica* fueron las más afectadas, y en menor grado *Q. magnoliifolia*, resultando resistente *Q. glaucescens* (Alvarado-Rosales *et al.*, 2008). Cabe señalar que la enfermedad de la tinta, como se conoce a la causada por *P. cinnamomi*, ha sido considerada de mayor importancia en los bosques de Colima, Jalisco y Guerrero (Almaraz-Sánchez *et al.*, 2013).

De acuerdo con Valdés *et al.* (2004), el género *Armillaria* (causante de pudrición de la raíz en encinos) «incrementó su presencia como resultado del disturbio silvícola y del aprovechamiento del bosque» en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Klopfenstein *et al.* (2015) aislaron al hongo (*Armillaria*) de las raíces de un individuo asintomático de *Quercus xalapensis* Bonpl.

No obstante que los hongos y oomicetes son considerados los más importantes agentes causales de enfermedades en encinos de bosques templados, algunas especies de plantas parásitas de diferentes géneros pueden *per se* llegar a causar la muerte del hospedante, pero también pueden contribuir con el declinamiento, debilitando a los individuos y favoreciendo la acción de otros organismos. En 2007, Alvarado-Rosales *et al.* reportaron para la Sierra Fría, en el estado de Aguascalientes, al hongo *Phoradendron villosum* como un agente asociado a la declinación y muerte del encino. De manera más específica, para la misma localidad, Díaz-Núñez *et al.* (2014) reportaron a *P. falcatum*, *P. bolleanum*, *P. shumani* y *P. villosum* sobre *Quercus potosina*; *P. shumani* sobre *Q. sideroxylla* y *Q. eduardii*; y *P. bolleanum* sobre *Q. chihuahuensis* Trel. y *Q. laeta*.

Para el estado de Michoacán la lista de plantas parásitas sobre especies de encino hospedantes es más extensa: *Phoradendron brachystachyum* sobre *Q. castanea*, *Q. crassipes* Bonpl. y *Q. obtusata*; *P. calyculatum* sobre *Q. castanea* y *Q. laurina* Bonpl.; *P. falcatum* sobre *Q. obtusata*; *P. longifolium* sobre *Q. candicans* Née y *Q. obtusata*; *P. rhipsalinum* sobre *Q. castanea*; *P. velutinum* sobre *Q. candicans*;

Psittacanthus calyculatus sobre *Q. obtusata*; *P. schiedeanus* en *Q. rugosa*. *Struthanthus hunnewellii* en *Quercus* spp.; *S. microphyllus* sobre *Q. crassipes*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*, *Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*; y *S. venetus* sobre *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. rugosa*, *Q. obtusata*, *Q. candicans*, *Q. resinosa* y *Quercus* sp. (Vázquez *et al.*, 2006).

En el estado de Querétaro, encontraron a *Phoradendron bolleanum*, *P. brachystachyum*, *P. forestierae*, *P. velutinum* en bosques de pino y encino, y a *P. galeottii*, *P. lanceolatum*, *P. longifolium*, *P. palmeri*, *P. reichenbachianum* y *P. robinsonii* en varias especies de *Quercus* como hospedantes principales (Rzedowski y Calderón de R., 2011).

Cibrián-Tovar *et al.* (2007), en un trabajo exhaustivo, recopilaron en un libro excepcional: «Enfermedades Forestales en México», las enfermedades y plagas que afectan a los bosques en nuestro país. En particular describen las enfermedades causadas por hongos, oomicetes y plantas parásitas que afectan al género *Quercus*, algunas de las cuales se mencionan en el Cuadro 1. Por otro lado, Fernández-Pavía *et al.* (2015) a su vez, realizaron una recopilación de las enfermedades en especies vegetales de México, entre las que se encuentran diferentes especies de *Quercus*. En el Cuadro 1 se enlistan hongos y oomicetes, así como plantas parásitas que afectan a especies de encino.

En los bosques templados de México se ha detectado la presencia de agentes infecciosos de origen fúngico principalmente (Moreno-Rico *et al.*, 2010), causantes de enfermedades en encinos; algunos son patógenos y otros son oportunistas que, ante el cambio climático global, podrían poner en riesgo la riqueza de *Quercus* a nivel local, toda vez que el cambio climático favorece la susceptibilidad de este grupo de plantas.

Cannon *et al.* (2007) en un reporte para USDA-APHIS-PPQ (United State Department of Agriculture-Animal and Plant Health Inspection Service-Plant Protection and Quarantine USDA-APHIS-PPQ) destacan la necesidad de colaboraciones estrechas entre México y Estados Unidos, debido a nuestra vecindad geográfica y a las investigaciones desarrolladas en común en el tema de fitopatología de bosques. Esta afirmación sigue vigente y es indispensable que sea considerada.

Cuadro 1. Especies de *Quercus*, agentes bióticos que las afectan y entidad de la República Mexicana* donde han sido reportados.

<i>Quercus</i> spp.	Agente biótico causal y entidad*
<i>Quercus acutifolia</i> Née	<i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago
<i>Quercus affinis</i> M. Martens & Galeotti	<i>Ophiostoma piceae</i> . Mancha azul. <i>Ophiostoma pluriannulatum</i> . Mancha azul. (Nuevo León) [2].
<i>Quercus agrifolia</i> Née	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus aristata</i> Hook. & Arn.	<i>Cladocolea mcvaughii</i> . Muérdago.
<i>Quercus arizonica</i> Sarg.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus candicans</i> Née	<i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron purpusii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron velutinum</i> . Muérdago.
<i>Quercus castanea</i> Née	<i>Phoradendron brachystachyum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron rhipsalinum</i> . Muérdago. (Michoacán) [6]. <i>Psittacanthus macrantherus</i> . Muérdago. (Sinaloa) [7].
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	<i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago.
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl.	<i>Cronartium quercuum quercuum</i> . Roya esférica. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. <i>Phoradendron brachystachyum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Podosphaera</i> sp. Cenicilla.
<i>Quercus eduardi</i> Trel.	<i>Phellinus gilvus</i> . Pudrición de corazón. (Aguascalientes) [9]. <i>Phellinus robustus</i> . Pudrición de corazón. (Aguascalientes) [9, 10]. <i>Hypoxyton thouarsianum</i> . <i>Biscogniauxia atropunctata</i> [9, 10, 13]. <i>Nectria galligena</i> (Guanajuato) [13] <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago.
<i>Quercus emoryi</i> Torr.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus elliptica</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Guerrero) [1, 2].
<i>Quercus germana</i> Schltld. & Cham.	<i>Psittacanthus schiedanus</i> . Muérdago.
<i>Quercus glaucescens</i> Bonpl.	<i>Phytophthora cinnamomi</i> muerte regresiva (Guerrero)
<i>Quercus glaucooides</i> M. Martens & Galeotti	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago. <i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Colima) [2, 11].
<i>Quercus gravesii</i> Sudw.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus grisea</i> Liebm.	<i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus laeta</i> Liebm.	<i>Phellinus everhartii</i> [9, 10]. <i>Nectria galligena</i> . <i>Hypoxyton thouarsianum</i> (Guanajuato) [13]. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago.
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	<i>Botryosphaeria dothidea</i> . Cancro. (<i>Botryosphaeria rhodina</i> . Cancro. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. (Hidalgo) [2]. <i>Phoradendron falcatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron falcifer</i> . Muérdago. <i>Phoradendron purpusii</i> . Muérdago. <i>Psittacanthus schiedanus</i> . Muérdago. <i>Rhizobium radiobacter</i> (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>). Tumor bacteriano.
<i>Quercus leiophylla</i> A:DC.	<i>Psittacanthus schiedanus</i> . Muérdago.
<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Guerrero) [1]. <i>Pestalotia</i> sp. (Jalisco) [3].
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl.	<i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago
<i>Quercus oblongifolia</i> Torr.	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.

Cuadro 1. Especies de *Quercus*, agentes bióticos que las afectan y entidad de la República Mexicana* donde han sido reportados (Cont.).

<i>Quercus</i> spp.	Agente biótico causal y entidad*
<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	<i>Apiognomonía errabunda</i> (<i>Apiognomonía quercina</i>). Antracnosis. <i>Botryosphaeria rhodina</i> . Cancro. <i>Cronartium quercuum quercuum</i> . Roya esférica. <i>Diplodina</i> sp. Pudrición de las bellotas. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. <i>Nectria galligena</i> . <i>Hypoxylon thouarsianum</i> (Guanajuato) [13]. <i>Pestalotiopsis funerea</i> . Mancha foliar. <i>Phoradendron brachystachyum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron falcifer</i> . Muérdago. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Psittacanthus calyculatus</i> . Muérdago.
<i>Quercus peduncularis</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Colima) [2, 11].
<i>Quercus potosina</i> Trel.	<i>Phellinus robustus</i> . Pudrición del corazón. <i>Phellinus everhartii</i> . <i>Ganoderma lucidum</i> . <i>Hypoxylon thouarsianum</i> . <i>Biscogniauxia atropunctata</i> . (Aguascalientes) [9, 10]. <i>Nectria galligena</i> (Guanajuato) [13]. <i>Phoradendron bolleanum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago.
<i>Quercus resinosa</i> Liebm.	<i>Eichleriella macrospora</i> . Muerte regresiva. (Michoacán) [12]. <i>Pestalotia</i> sp. (Jalisco) [3]. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Cladocolea mcvaughii</i> . Muérdago.
<i>Quercus rugosa</i> Née	<i>Apiognomonía errabunda</i> (<i>Apiognomonía quercina</i>). Antracnosis. <i>Botryosphaeria rhodina</i> . Cancro. <i>Cronartium quercuum quercuum</i> . Roya esférica. <i>Diplodina</i> sp. Pudrición de las bellotas. <i>Nectria cinnabarina</i> . Cancro. <i>Nectria galligena</i> [13]. <i>Pestalotiopsis funerea</i> . Mancha foliar. <i>Hypoxylon thouarsianum</i> [9, 10, 13]. <i>Phoradendron galeottii</i> . Muérdago. <i>Phoradendron lanceolatum</i> . Muérdago. <i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron reichenbachianum</i> . Muérdago. (Aguascalientes, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Tlaxcala, Zacatecas) [2]. <i>Phoradendron velutinum</i> . Muérdago.
<i>Quercus salicifolia</i> Née	<i>Phytophthora cinnamomi</i> . Muerte regresiva. (Colima, Guerrero) [1, 2, 11].
<i>Quercus sideroxylla</i> Bonpl.	<i>Phellinus robustus</i> . Pudrición del corazón. <i>Hypoxylon thouarsianum</i> . (Aguascalientes) [9, 10]. <i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus turbinella</i> Greene	<i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus viminea</i> Trel.	<i>Phoradendron longifolium</i> . Muérdago. <i>Phoradendron serotinum</i> subsp. <i>tomentosum</i> . Muérdago.
<i>Quercus</i> spp.	<i>Alternaria</i> sp. Mancha foliar. <i>Apiognomonía errabunda</i> (<i>Apiognomonía quercina</i>). Antracnosis. <i>Armillaria gallica</i> . Pudrición de la raíz. <i>Armillaria mellea</i> . Pudrición de la raíz. <i>Biscogniauxia atropunctata</i> . Cancro. <i>Botryosphaeria</i> sp. Tizón foliar. (Estado de México) [4]. <i>Cladocolea andrieuxii</i> . Muérdago. <i>Cladocolea diversifolia</i> (<i>Struthanthus diversifolius</i>). Muérdago. (Ciudad de México, Estado de México, Michoacán) [2]. <i>Cladocolea grahami</i> (<i>Struthanthus grahami</i>). Muérdago. (Guerrero Jalisco, Michoacán, Morelos) [2]. <i>Cladocolea hintonii</i> . Muérdago. (Guerrero) [2]. <i>Cladocolea loniceroides</i> (<i>Struthanthus hunnewellii</i> , <i>S. loniceroides</i> , <i>S. mexicanus</i>). Muérdago. <i>Cladocolea mcvaughii</i> . Muérdago. <i>Cladocolea microphylla</i> (<i>Struthanthus microphyllus</i>). Muérdago. <i>Cladocolea pedicellata</i> . Muérdago. <i>Cladocolea pringlei</i> . Muérdago. (Michoacán, Oaxaca) [2]. <i>Cronartium conigenum</i> . Roya. <i>Cronartium quercuum</i> . Roya. (Ciudad de México, Guerrero, Morelos, Oaxaca, San Luis Potosí) [4, 5, 8]. <i>Erysiphe penicillata</i> (<i>Microspheera penicillata</i>). Cenicilla. (Estado de México) [5]. <i>Ganoderma australe</i> . Pudrición del cuello. (Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Puebla) [2].

Fuente: Fernández-Pavía *et al.*, 2015.

Nota: Las autoridades de las especies están referidas siguiendo los criterios del International Plant Names Index (IPNI, 2012).

* Cuando esta información está disponible.

- [1] Alvarado-Rosales, D., Saavedra-Romero, L.L. y Almaraz-Sánchez, A. 2008. Primer reporte de *Phytophthora cinnamomic* Rands. Asociado al Encino (*Quercus* spp.) en Tecoaapa, Guerrero, México. *Agrociencia* 42:565-572.
- [2] Cibrián-Tovar, D., Alvarado-Rosales, D. y García-Díaz, S.E. (Eds.) 2007. Enfermedades forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 587pp.
- [3] Claudio García, L. E., F. Góngora Rojas, S. L. Toledo González, R. J. Granados y E. García Quiñones. 2012. Evaluación de daños por patógenos fúngicos en *Pinus* y *Quercus* del área de protección de flora y fauna «La Primavera» Jalisco, México. *Acta Universitaria* 22(4): 5-12.
- [4] García-Álvarez, M. 1976. Primer catálogo de enfermedades de plantas mexicanas. *Fitofilo* 71:45-168.
- [5] García-Álvarez, M. 1981. *Enfermedades de las plantas en la República Mexicana*. Limusa. México, D.F. 93pp.
- [6] Geils, B.W., Cibrián-Tovar, J. y Moody, B. (Coord). 2002. *Mistletoes of North American conifers*. Ogden, UT US, Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 123pp.
- [7] Howell, B., Kenaley, S. y Mathiasen, R. 2006. First report of *Psittacanthus macrantherus* on *Pinus devoniana* and *Quercus castanea* in Mexico. *Plant Disease* 90:1461.
- [8] León-Gallegos, M.L. y Cummins, G.B. 1981. *Uredinales (royas) de México, Vol. I*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Culiacán, Sinaloa. 492pp.
- [9] Moreno-Rico, O., Velásquez-Valle, R., Sánchez-Martínez, G., Siqueiros-Delgado, M.E., De La Cerda-Lemus, M. y Díaz- Moreno, R. 2010. Diagnóstico fitopatológico de las principales enfermedades en diversas especies de encinos y su distribución en la Sierra Fría de Aguascalientes, México. *Polibotánica* 29:165-189.
- [10] Sosa-Ramírez, J. Moreno-Rico, O., G. Sánchez-Martínez, M.E., Siqueiros-Delgado y V. Díaz-Núñez. 2011. Ecología y Fitosanidad de los encinos (*Quercus* spp.) en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Maderas y Bosques* 17(3):49-63.
- [11] Tainter, F.H., O'Brien, J.G., Hernández, A., Orozco, F. y Rebolledo, O. 2000. *Phytophthora cinnamomic* as a cause of oak mortality in the state of Colima, Mexico. *Plant Disease* 84:394-398.
- [12] Vázquez-Collazo, I., Sánchez-Ramírez, R. y Martínez Barrera, R. 1981. Una nueva enfermedad del Encino Colorado (*Quercus resinosa* Liebm.) 1989. En el municipio de Taretan, Mich. *Ciencia Forestal* 6:19-24.
- [13] Vázquez-Silva, L., J. C. Tamarit-Urias y J. Quintanar-Olguín. 2004. Caracterización de la declinación de bosques de encino en «Sierra de Lobos» Guanajuato, México. *Polibotánica* 17:1-14.

Conclusiones

Las comunidades de encino desarrollan funciones ecológicas y económicas fundamentales, sin embargo, la perturbación de la naturaleza -y su repercusión en la calidad del suelo, del agua, del aire y en el cambio climático- estresan y debilitan a los árboles favoreciendo la acción de los organismos patógenos, oportunistas y/o parásitos, resultando en detrimento de la salud forestal. En México, el declinamiento en encinos aún es poco entendido, a nivel local se desconoce cuáles son los factores abióticos y bióticos que inciden, y el orden y la magnitud en que se desarrolla el proceso. Uno de los riesgos que se pronostican a mediano y largo plazo, ante la susceptibilidad de algunas especies de encino hacia los agentes infecciosos a nivel local, es su eventual eliminación y, como consecuencia, cambios en la composición de la comunidad forestal que podrían tener un efecto profundo en la dinámica de los ecosistemas, que finalmente terminarán afectando directamente a nuestras sociedades. Con base en la revisión realizada, se concluye que la conservación integral de los bosques de encino deberá contemplar el desarrollo de estudios, tanto de la

etiología (agentes causales), identificando a nivel local aquellos factores que ocasionan y/o contribuyen con el declinamiento de los encinares, para determinar la evolución del problema, así como de los cambios que operan en el individuo durante el proceso de declinamiento, y que en conjunto, sirvan de apoyo para desarrollar acciones con el fin de mitigar los efectos de la perturbación, planteando prácticas silvícolas adecuadas y eficientes para el control de enfermedades. En este sentido, existen estudios con el propósito de generar estrategias de control del declinamiento, de esta manera, se ha explorado la posibilidad de aprovechar la variabilidad genética inter e intraespecífica responsable de la resistencia o tolerancia de especies de encino hacia patógenos; el uso de hongos antagonistas para contrarrestar el desarrollo de aquellos; el empleo de cápsulas de inyección a presión con material antifúngico aplicado a encinos con síntomas de declinamiento (Fernández-Escobar *et al.*, 1999; Tapias *et al.*, 2006; Almaraz-Sánchez *et al.*, 2013), sin embargo, aún no hay resultados concluyentes, sea porque el tratamiento puede tener un costo elevado o porque no hay certeza en el camino que seguirá la selección de individuos

resistentes a patógenos. Con fines de prevención, algunos países están anticipando la presencia de enfermedades, por ejemplo, en Estados Unidos y en algunos países europeos, se estudia y se modela la presencia de las enfermedades en encinos (Serrano *et al.*, 2015; Swanston *et al.*, 2018).

Finalmente, con la certeza de que la prevención es lo más eficaz, se recomienda: limpiar con esmero las herramientas utilizadas en el corte y tala de árboles sintomáticos, de lo contrario será un factor de contaminación; evitar el traslado de madera contaminada, lo mismo aplica para la tierra de sitios contaminados; eliminar mediante fuego a los individuos infectados para evitar la diseminación del patógeno. Si después de identificar y diagnosticar la enfermedad el trato es múltiple, lo más eficaz es formar barreras de contención de raíces aislando los árboles infectados, removiéndolos del sitio y eliminarlos mediante fuego (Wilson, 2001; Cumings *et al.*, 2010). Es importante subrayar la necesidad de acciones de coordinación entre los diferentes actores que tienen a su cargo el cuidado de los recursos forestales (gubernamentales y particulares) y los generadores del conocimiento, para permitir el diseño de las estrategias metodológicas más adecuadas encaminadas a hacer un uso responsable de los recursos forestales.

Agradecimientos

A los revisores anónimos por sus observaciones para mejorar el escrito.

Literatura citada

ALMARAZ-SÁNCHEZ, A., D. Alvarado-Rosales y L. de L. Saavedra-Romero. 2013. Trampeo de *Phytophthora cinnamomi* en bosque de encino con dos especies ornamentales e inducción de su esporulación. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 19:5-12.

ALVARADO-ROSALES, D., L. de L. Saavedra-Romero y A. Almaraz-Sánchez. 2008. Primer reporte de *Phytophthora cinnamomi* Rands. asociado al encino (*Quercus* spp.) en Tecoaapa, Guerrero, México. *Agrociencia* 42:565-572.

ALVARADO-ROSALES, D., L. de L. Saavedra-Romero, A. Almaraz-Sánchez, B. Tlapal-Bolaños, O. Trejo-Ramírez, J. Davidson, J. Kliejunas, S. Oak, J. O'Brien, F. Orozco-T y D. Quiroz-Reygadas. 2007. Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (*Quercus*, Fagaceae) en el centro-oeste de México. *Polibotánica* 23:1-21.

CANNON, P., N. B. Klopfenstein, M-S. Kim, J. W. Hanna, R. Medel and D. Alvarado-Rosales. 2007. An *Armillaria* survey in Mexico: A basis for determining evolutionary relationships, assessing potentially invasive pathogens, evaluating future impacts of climate change, and developing international collaborations in forest pathology. In: M. G. McWilliams, P. Palaciou, S. J. Quinney and J. E. Quinney (eds.). *Proceedings of the 55th Annual Western International Forest Disease Work Conference*; Sedona, AZ. Salem, OR: Oregon Department of Forestry. p. 29-39.

CHALLENGER, A. y J. Soberón. 2008. *Los ecosistemas terrestres*. En: J. Soberón, G. Halffter y J. Llorente-Bousquets (eds.). *Capital Natural de México. Vol I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio. México. p. 87-108.

CIBRIÁN-TOVAR, D., D. Alvarado-Rosales y S. E. García-Díaz. 2007. Enfermedades forestales en México. Forest diseases in Mexico. Universidad Autónoma de Chapingo: CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service, USDA, EUA; Canadian Forest Service, NRCAN, Canada y Comisión Forestal de América del Norte, FAO. Chapingo, México. 587 p.

CIESLA, W. M. and E. Donaubauer. 1994. Decline and dieback of trees and forest. A global overview. FAO, Rome. 103 p.

CUMINGS, C. J., A. J. Martin and K. Scanion. 2010. Oak wilt management-what are the options? Cooperative Extension, University of Wisconsin. G3590, 1-6.

DÍAZ-NÚÑEZ, V., J. Sosa-Ramírez y I. P. Macías-Medina. 2014. Diagnóstico fitosanitario de la vegetación en ecosistemas prioritarios de Aguascalientes, México. Comisión Nacional Forestal-Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes. 84 p.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R., F. J. Gallego, M. Benloch, J. Membrillo, J. Infante and A. Pérez de Algaba. 1999. Treatment of oak decline using pressurized injection capsules of antifungal materials. *European Journal of Forestry Pathology* 29:29-38.

FERNÁNDEZ-PAVÍA, S. P., R. Gregorio-Cipriano, G. Rodríguez-Alvarado, Y. L. Fernández-Pavía, A. Mondragón-Flores, N. Gómez-Dorantes y J. Herrera-Camacho. 2015. Enfermedades de Especies Vegetales en México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 425 p.


FÜHRER, E. 1998. Oak decline in Central Europe: a synopsis of hypotheses. In: M. L. McManus and A. M. Liebhold (eds.). *Proceedings: Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects*. USDA Forest Service General Technical Report. USA. p. 7-24.

GARCÍA-PALACIOS, J. 2005. Algunas enfermedades foliares de tres especies de *Quercus* en el parque estatal Sierra de Tepetzotlán, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Ingeniero Forestal, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 60 p.

INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX (IPNI, 2012). <http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do> (consultado enero de 2019).

KEËA, N., I. Koufakis, J. Dietershageng, J. A. Nowakowska and T. Oszako. 2016. European oak decline phenomenon in relation to the climatic changes. *Folia Forestalia Polonica, Series A-Forestry* 58(3):170-177.

KLOPFENSTEIN, N. B., J. W. Hanna, P. G. Cannon, R. Medel-Ortiz, D. Alvarado-Rosales, L. F. Hernández, R. D. Elías-Román and M. S. Kim. 2015. First Report of the *Armillaria* Root-Disease Pathogen, *Armillaria gallica*, Associated with Several Woody Hosts in Three States of Mexico. *Plant Disease* 98:1280.

- MANION, P. 1991. Tree diseases concepts. 2nd Ed. Prentice Hall New Jersey. 416 p.
- MIRANDA, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- MILANES, C., T. Kadir, B. Lock, L. Monserrat, N. Pham y K. Randles. 2018. Indicators of Climate Change in California. Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Protection Agency. Sacramento, California U.E. 236 p.
- MIRANDA, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.
- MORENO-RICO, O., R. Velásquez-Valle, G. Sánchez-Martínez, M. A. Siqueiros-Delgado, M. de La Cerda-Lemus y R. Díaz-Moreno. 2010. Diagnóstico fitopatológico de las principales enfermedades en diversas especies de encinos y su distribución en la Sierra Fría de Aguascalientes, México. *Polibotánica* 29:165-189.
- O'BRIEN, D. S. W. Oak and J. T. Kliejunas. 2003. Report on a site visit to Mexico-Muerte del encino. Forest Service U.S.A y Comisión Nacional Forestal, SEMARNAT.
- ROMAGNOLI, M., S. Moroni, F. Recanatesi, R. Salvati and G. S. Mugnozza. 2018. Climate factors and oak decline base on tree-ring analysis. A case study of peri-urban forest in the Mediterranean area. *Urban Forestry and Urban Greening* 34:17-28.
- RAMSFIELD, T. D., B. J. Bentz, M. Faccoli, H. Jactel and E. G. Brockerhoff. 2016. Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry* 89:245-252.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. D.F., México. 432 p.
- RZEDOWSKI, J. y G. Calderón de R. 2011. Principales hospederos y algunos otros datos ecológicos de las especies de Viscaceae en el estado de Querétaro. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fasc. Complement. XXVI. Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Mich. 7 p.
- SERRANO, M. S., M. A. Romero, J. J. Jiménez, P. De Vita, A. Ávila, A. Traperó and M. E. Sánchez. 2015. Preventive control of *Botryosphaeria canker* affecting *Quercus suber* in southern Spain. *Forestry* 88:500-507.
- SITZ, R. A., M. M. Zerillo, J. Snelling, J. I. Caballero, K. Alexander, K. Nash, N. A. Tisserat, W. S. Cranshaw and J. E. Stewart. 2018. Drippy blight, a disease of red oaks in Colorado, U. S., produced from the combined effect of the scale insect *Allokermes galliformis* and the bacterium *Lonsdalea quercina* subsp. *quercina*. *Arboriculture and Urban Forestry* 44(3):146-153.
- SWANSTON, C., L. Brandt, M. Janowiak, S. Handler, P. Buttlar-Leopold, L. Iverson, F. Thompson III, T. Ontl and D. Shannon. 2018. Vulnerability of forests of the Midwest and Northeast United States to climate change. *Climatic Change* 146:103-116.
- TAINTER, F. H., J. G. O'Brien, A. Hernández, F. Orozco and O. Rebolledo. 2000. *Phytophthora cinnamomi* as a cause of oak mortality in the state of Colima, Mexico. *Plant Disease* 84:394-398.
- TAPIAS, R., M. Fernández, A. C. Moreira, E. Sánchez y A. Cravador. 2006. Posibilidades de la variabilidad genética de encinas y alcornoques en la conservación y recuperación de bosques amenazados por la «seca». *Bol. Info CIDEU* 40:11-16.
- VALDÉS, M., J. Córdova, R. Valenzuela y A. M. Fierros. 2004. Incremento del fitopatógeno *Armillaria mellea* (Vahl.:Fr.) Karsten en bosques de pino-encino, en relación al grado de disturbio por tratamiento silvícola. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 10:99-103.
- VALENCIA, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53.
- VÁZQUEZ-COLLAZO, I., R. Sánchez-Ramírez y R. Martínez-Barrera. 1981. Una nueva enfermedad del encino colorado (*Quercus resinosa* Liebm.) en el municipio de Taretan, Michoacán. *Ciencia Forestal* 6:19-24.
- VÁZQUEZ, C. I., R. A. Villa y H. S. Madrigal. 2006. Los muérdagos Loranthaceae en Michoacán. SAGARPA. INIFAP, División Forestal Uruapan, Michoacán. Libro Técnico No. 2. 93 p.
- VÁZQUEZ-SILVA, L., J. C. T. Urias-Fragoso, J. Quintanar-Olguín y L. Varela-Fragoso. 2004. Caracterización de la declinación de bosques de encinos en «Sierra de Lobos» Guanajuato, México. *Polibotánica* 17:1-14.
- WILSON, A. D. 2001. Oak wilt. A potential threat to southern and western oak forest. *Journal of Forestry* 99(5):4-11.
- WOOD, J. D., B. O. Knapp, R. Muzika, M. C. Stambaugh and I. Gu. 2018. The importance of drought-pathogen interactions in driving oak mortality events in the Ozark Border Region. *Environmental Research Letters*. 13:1-11. 

Este artículo es citado así:

Uribe-Salas, M. D., V. Rocha-Ramírez, R. Gregorio-Cipriano, S. P. Fernández-Pavía y D. Alvarado-Rosales. 2019. Declinamiento y muerte de los encinos (*Quercus* spp.) en México, estado actual del conocimiento. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 13(1):50-59.

Resumen curricular del autor y coautores.

MARÍA DOLORES URIBE SALAS. Grado de licenciatura en 1990 por la Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Maestría en Ciencias (Biología Experimental) en 1997 por la Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato con la tesis "Análisis Genético Molecular de Árboles de Encino *Quercus*". Doctorado en Ciencias Biológicas realizado en colaboración UMSNH-CIEco, Universidad Nacional Autónoma de México, en el área de Ecología molecular en 2009 con la tesis "Variación morfológica y estructura genética en poblaciones naturales de *Quercus rugosa* Née (Fagaceae) en México". En 2011 participó en el programa de retención apoyada por el CONACyT. Desde 2012 labora en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la UMSNH con la categoría de Académico Asociado C. Es Profesor con Perfil Deseable. Ha dirigido 5 tesis de licenciatura, participado en 4 comités de programas de maestría de la UMSNH, autora de 4 artículos científicos y uno de divulgación, más de 20 ponencias nacionales e internacionales y 6 conferencias. Ha dirigido proyectos de investigación con apoyo interno en el área de Ecología de *Quercus*, ha participado como revisor anónimo de proyecto de investigación externo y de artículo sometido en revista internacional y ha formado parte de consejo consultivo para desarrollar políticas públicas para el cuidado de los bosques templados en Michoacán.

VÍCTOR ROCHA RAMÍREZ. Estudios de licenciatura en Biología Marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (1981-1985). Estudios de maestría en el Instituto de Investigación en Biología Experimental de la Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato (1990-1992). Doctorado en el Departamento de Ingeniería Genética de Plantas, CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato (1993-2002). Fue profesor-investigador en la carrera de Biología Marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (1988-1990). Fue candidato a Investigador Nacional nombrado por el SNI (1997-2000). Actualmente trabaja como Técnico Académico Titular "C" en el Instituto de Investigación en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM-Campus Morelia. Ha impartido 24 cursos desde nivel licenciatura a doctorado. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura, asesorado 2 tesis de doctorado, es reconocido en agradecimientos en 40 tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Revisor para la revista *Biología Tropical/International Journal and Conservation*, evaluador de proyecto para la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. Posee 21 artículos en revistas nacionales e internacionales en temas de taxonomía de algas marinas, transformación genética y expresión en hongos filamentosos y estudios de genética de poblaciones de plantas domésticas y silvestres y otros organismos, utilizando marcadores genético-moleculares. Ha participado con 20 ponencias en congresos y simposios nacionales e internacionales.

MARÍA DEL ROSARIO GREGORIO CIPRIANO. Egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en 2007. Obtuvo su título de Licenciatura en Biología en 2008. Obtuvo el grado de Maestra en Ciencias Biológicas por parte del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas de la UMSNH en 2011. Actualmente cursa el Programa de Doctorado en Ciencias en el Instituto de Ecología A.C. (2017-2021). Su área de especialización es el estudio (taxonomía y sistemática) de hongos patógenos de plantas de interés agrícola y ornamental. Es autora de 6 artículos científicos, 30 ponencias en congresos, 2 capítulos de libros científicos y un libro.

SYLVIA PATRICIA FERNÁNDEZ PAVÍA. Terminó su licenciatura en 1982, año en que le fue otorgado el título de Biólogo por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó su posgrado en el Estado de México donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Fitopatología en 1985 por el Colegio de Postgraduados (CP) y el grado de Doctor en Filosofía lo obtuvo en 1997, en Las Cruces, Nuevo México en el área Agronomía por la Universidad Estatal de Nuevo México (NMSU). Realizó dos estancias postdoctorales, una por NMSU y otra por la Universidad de Cornell. Laboró en el CP y en la Universidad de California Riverside. Desde 2001 labora en Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y posee la categoría de Profesor investigador titular C. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (candidato 1986-1989; Nivel I: 2005-2015, Nivel II: 2016-2019). Su área de especialización es el estudio de oomicetes y hongos fitopatógenos. Ha dirigido 25 tesis que incluyen de licenciatura, maestría y doctorado. Es autora de 65 artículos científicos y de divulgación, más de 100 ponencias en congresos, 1 libro y 3 capítulos de libro y ha dirigido 18 proyectos de investigación financiados por fuentes internas y externas. Es editor adjunto de la Revista Mexicana de Fitopatología y ha sido árbitro de revistas nacionales e internacionales. Actualmente es presidente de la Sociedad Mexicana de Fitopatología.

DIONICIO ALVARADO ROSALES. Terminó su licenciatura en 1985, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques por la Universidad Autónoma Chapingo. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de Fitopatología en 1989 por el Colegio de Postgraduados y el grado de Doctor en Filosofía también en el área de Fitopatología en 1996 por la Universidad de Minnesota. Desde 1985 labora en el Colegio de Postgraduados, donde actualmente es Profesor Investigador Adjunto de tiempo completo. Su área de especialización es la fitopatología forestal. Bajo su dirección se han concluido 6 tesis de doctorado y 9 de maestría, ha participado como asesor en 22. Es autor de 25 artículos en revistas especializadas con arbitraje, 2 libros como editor y 3 como autor, 2 capítulos de libro y más de 70 resúmenes o artículos en extenso en memorias de congresos. Ha participado como responsable y/o colaborador en al menos 30 proyectos con financiamiento externo. Es árbitro de la Revista Ciencia Forestal desde 1999 y de la Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. Ha participado en 29 estancias de investigación y cursos-taller dentro de su área de investigación.