

PRIMER REPORTE DE *Phytophthora cinnamomi* Rands. ASOCIADO AL ENCINO (*Quercus* spp.) EN TECOANAPA, GUERRERO, MÉXICO

FIRST REPORT OF *Phytophthora cinnamomi* Rands. ASSOCIATED WITH OAK (*Quercus* spp.) IN TECOANAPA, GUERRERO, MÉXICO

Dionicio Alvarado-Rosales*, Luz de L. Saavedra-Romero y Alejandra Almaraz-Sánchez

Programa de Fitopatología. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Carretera México-Tezcoco. Montecillo, Estado de México (dionicio@colpos.mx)

RESUMEN

En el presente estudio se reporta la asociación primaria de *Phytophthora cinnamomi* Rands., con la mortalidad masiva de encinos (*Quercus* spp.) observado por primera vez en 2001 en el Municipio de Tecoanapa, Guerrero. Este pseudohongo fue aislado de tejido cortical (20 aislamientos) de árboles con muerte regresiva y exudado color oscuro en la base del tronco, y de suelo (18 aislamientos), en Barranca Colorada y Cerro del Amparo, en Xalpatláhuac; Plan de Palemón, en Magueyitos; y en la Huerta de Agustín, en San Francisco. Las características culturales cameliodes, micelio toruloso y la dimensión promedio de esporangios ($48.24 \times 31.47 \mu\text{m}$) fueron típicos de *P. cinnamomi*. El mayor daño se observó en *Q. salicifolia* y *Q. elliptica* y en menor grado en *Q. magnoliifolia*; *Q. glaucescens* es aparentemente resistente. El porcentaje de muerte regresiva de la copa en 189 árboles de encino evaluados fue: trazas (48.14%), ligero (17.4%) y moderado (10%). Un daño severo se presentó en 10% de los encinos. Éste es el primer reporte de la asociación de *P. cinnamomi* con las especies *Q. salicifolia*, *Q. elliptica* y *Q. magnoliifolia* en el Estado de Guerrero.

Palabras clave: *Phytophthora cinnamomi*, *Quercus* spp., Tecoanapa.

INTRODUCCIÓN

En México, los encinares han recibido poca atención silvícola a pesar de la diversidad biológica del género *Quercus* (Olvera y Figueroa, 2000) y de las 9 518 561 ha que ocupan (UACH y SEMARNAP, 1999). Aunque las funciones ecológicas de los encinos no están del todo comprendidas (Bello y Labat, 1987; Gómez *et al.*, 1993; Zavala, 1995), la pérdida de estos bosques lleva a la alteración del pH, nutrientes y materia orgánica del suelo; aumenta el riesgo a la erosión; afecta la densidad de hongos micorrícicos y se pierde la capacidad de contención de fuego por efecto de barrera (Reyes y Gama, 1995; Perry, 1991). La escasa importancia que se da a los

*Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Abril, 2007. Aprobado: Mayo, 2008.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 42: 565-572. 2008.

ABSTRACT

In our study it is reported the primary association of *Phytophthora cinnamomi* Rands. with massive death of oaks (*Quercus* spp.) first observed in 2001 in the municipality of Tecoanapa, Guerrero. This pseudo-fungus was isolated from cortical tissue (20 isolates) from trees with dieback and dark colored exudates at the trunk base, and from soil (18 isolates) in Barranca Colorada and Cerro del Amparo, Xalpatláhuac; Plan de Palemón, Magueyitos; and Huerta de Agustín, San Francisco. The camelloid cultural characteristics, torulose mycelia, and average sporangium dimensions ($48.24 \times 31.47 \mu\text{m}$) were typical of *P. cinnamomi*. The greatest damage was observed in *Q. salicifolia* and *Q. elliptica*, and lower degrees of damage in *Q. magnoliifolia*, while *Q. glaucescens* is apparently resistant. Percentage of dieback in crowns of 189 oaks were traces (48.14%), slight (17.4%), and moderate (10%). Severe damage was observed in 10% of the oaks. This is the first report of *P. cinnamomi* associated with *Q. salicifolia*, *Q. elliptica*, and *Q. magnoliifolia* in the state of Guerrero.

Key words: *Phytophthora cinnamomi*, *Quercus* spp., Tecoanapa.

INTRODUCTION

In Mexico, oak stands have received little attention from silviculturists, in spite of the biological diversity of the genus *Quercus* (Olvera and Figueroa, 2000) and the 9 518 561 ha they occupy (UACH and SEMARNAP, 1999). Although the ecological functions of oaks are not entirely understood (Bello and Labat, 1987; Gómez *et al.*, 1993; Zavala, 1995), loss of these forests leads to alteration of soil pH, nutrients and organic matter, and increases risk of erosion, affects the density of mycorrhizal fungus density, and the forest's ability to contain forest fires by acting as a barrier is lost (Reyes and Gama, 1995; Perry, 1991). The scarce interest in oak forests extends to limited attention on phytosanitary aspects resulting in epidemic outbreaks mostly (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007). In 2001,

bosques de encino se extiende a la limitada atención en aspectos fitosanitarios registrándose principalmente brotes epidémicos (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007). En el 2001 mediante pruebas de patogenicidad se demostró que el patógeno de la raíz *Phytophthora cinnamomi* Rands. fue el responsable de la muerte de 300 ha de bosque de encino (*Quercus* spp.) en el Estado de Colima (Tainter *et al.*, 2000), y en 2003 mediante PCR se confirmó su presencia en el Estado de Jalisco (Reserva de la Biosfera de Manantlán) causando una sintomatología similar a la encontrada dos años antes (Davidson *et al.*, 2003; Alvarado-Rosales *et al.*, 2007). En Colima la superficie afectada ha aumentado a 800 ha, por lo cual se hacen trabajos de saneamiento e incorporación de composta con hongos antagonistas (*Trichoderma* spp.) para mitigar el efecto de la enfermedad.

Una problemática similar a la de Colima y Jalisco se reportó para el Estado de Guerrero, con la muerte de aproximadamente 60 ha de bosque de encino en varios predios de la Costa Chica y Costa Grande (Cruz-García, 2004). Los encinos mostraban los siguientes síntomas: 1) secado de ramas tiernas en un corto tiempo; 2) el follaje maduro era el más afectado; 3) canchales con exudado oscuro en la corteza de los troncos; 4) daño por manchones y dispersión radial a partir del foco de infección.

Debido a la semejanza de los síntomas observados entre los encinos enfermos en Colima-Jalisco y los de Guerrero, y considerando que en este Estado hay 28 especies del género *Quercus* (Valencia *et al.*, 2002), concentrando 20% de las especies de encino reconocidas en México (Nixon, 1993; Zavala, 1998), en este estudio se propuso la hipótesis de que el patógeno *P. cinnamomi* está involucrado en la enfermedad y muerte del bosque de encino en la Costa Chica de Guerrero. Así, en 2005 se hizo el presente trabajo para contribuir al esclarecimiento de la etiología de la muerte del encino en los poblados El Charco, El Limón, Magueyitos, San Francisco y Xalpatláhuac del Municipio de Tecoaapa, Estado de Guerrero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Tecoaapa, con 776.9 km², se localiza en la Costa Chica en Guerrero; limita al norte con los municipios de Mochitlán, Quechultenango y Juan R. Escudero; al sur, con San Marcos; al oeste, con Ayutla y San Marcos (INFDM, 2005).

El municipio se ubica en terrenos con pendientes moderadas a fuertes, geología de rocas sedimentarias (calizas) y suelos arenosos, delgados y pedregosos (litosoles, rendzinas y regosoles) (Estudio de Re-Ordenamiento Territorial de Xalpatláhuac, 2004).

with pathogenicity tests, it was demonstrated that the root pathogen *Phytophthora cinnamomi* Rands. was responsible for the death of 300 ha of oak (*Quercus* spp.) forest in the State of Colima (Tainter *et al.*, 2000), and in 2003, with PCR, its presence was confirmed in Jalisco (Manantlán Biosphere Reserve) causing symptomology similar to that found two years before (Davidson *et al.*, 2003; Alvarado-Rosales *et al.*, 2007). In Colima the affected area has increased to 800 ha. This has motivated corrective works and incorporation of compost with antagonistic fungi (*Trichoderma* spp.) to mitigate the effects of the disease.

A situation similar to that in Colima and Jalisco was reported in the State of Guerrero: the death of approximately 60 ha of oak forest in several sites in Costa Chica and Costa Grande (Cruz-García, 2004). The oaks exhibited the following symptoms: 1) young branches dry out in a short time, 2) mature foliage is more affected, 3) cankers with dark exudates are seen on trunk bark; 4) damage in large spots radiate from the point of infection.

Because the symptoms observed in Guerrero were similar to those in Colima and Jalisco, and considering that Guerrero has 28 species of the genus *Quercus* (Valencia *et al.*, 2002), concentrating 20% of the oak species recognized in México (Nixon, 1993; Zavala, 1998), this study proposed the hypothesis that the pathogen *P. cinnamomi* is involved in the disease and death of oak forests in the Costa Chica, Guerrero. This study was thus conducted in 2005 to contribute to knowledge of the etiology of dying oaks in the towns of El Charco, El Limón, Magueyitos, San Francisco, and Xalpatláhuac, Municipality of Tecoaapa, State of Guerrero.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The municipality of Tecoaapa, covering 776.9 km², is located in Costa Chica, Guerrero. It is bounded on the north by the municipalities of Mochitlán, Quechultenango, and Juan R. Escudero, on the south by San Marcos, and on the west by Ayutla and San Marcos (INFDM, 2005).

The terrain of the municipality is moderately to steeply sloped; its geology is sedimentary (calcareous) rock and sandy, shallow, rocky soils (lithosols, rendzines, and regosols) (Estudio de Re-ordenamiento Territorial de Xalpatláhuac, 2004). The climate is Aw₂ hot subhumid with rains in the summer from June to October; annual precipitation is 1300 to 1500 mm, and maximum and minimum temperatures are 30 °C and 15 °C (Estudio de Re-ordenamiento Territorial de Xalpatláhuac, 2004).

El clima es Aw₂ cálido subhúmedo con lluvias en verano de junio a octubre, con una precipitación de 1300 a 1500 mm anuales; la temperatura máxima y mínima es 30 °C y 15 °C (Estudio de Re-Ordenamiento Territorial de Xalpatláhuac, 2004).

Fase de campo

Establecimiento de los sitios de muestreo

Para recolectar muestras de tejidos vegetales y suelo, se establecieron seis sitios de muestreo dentro de los bosques de encino en las localidades de El Limón (El Amazquite), San Francisco (Huerta de Agustín), Xalpatláhuac (Barranca Colorada y Cerro del Amparo), Magueyitos (Plan de Palemón) y El Charco (Cerrito Pelón). Los sitios se seleccionaron considerando presencia de encinos de bajo vigor, canchros con exudado color negro en el fuste y muerte regresiva. Los nombres y características geográficas de cada sitio están en el Cuadro 1.

Recolección de muestras

Para determinar la presencia de *P. cinnamomi*, en cada sitio de muestreo se tomaron cinco muestras compuestas de 1 kg de suelo de 30 árboles de encino con canchros (cinco por paraje). Las muestras se tomaron alrededor del tronco en tres puntos distintos, para lo cual se retiró el horizonte orgánico y el suelo se recolectó a una profundidad de 5 a 15 cm. Cada muestra fue etiquetada y transportada dentro de una hielera para su análisis en laboratorio. Además se recolectaron muestras de tejido enfermo ocasionados por agentes bióticos asociados al arbolado y se registró aspectos de manejo que podrían contribuir a disminuir la salud del encino en cada uno de los sitios permanentes. Se hizo un muestreo del 21 al 24 de septiembre 2005 y el segundo el 28 de octubre.

Aislamientos de tronco

Se hicieron siembras *in situ* de tejido localizado en la corteza interna de encinos con canchros y exudado color oscuro. Piezas de 1 a 2 mm² de tejido enfermo y asintomático fueron sembradas en cajas petri con medio de cultivo selectivo PARPH (Erwin y Ribeiro, 1996; Alvarado-Rosales *et al.*, 2007) (Figura 1). Se sembraron 34 canchros con al menos dos réplicas de cada uno. Después de cada siembra, el equipo de disección se desinfectó con alcohol absoluto.

Evaluación de la condición de copa

En cuatro sitios de muestreo: Huerta de Agustín, Barranca Colorada, El Amazquite y Cerrito Pelón, todos los árboles (189) se evaluaron para determinar el porcentaje de muerte regresiva, con la siguiente escala: 1) trazas de muerte regresiva (0-10%); 2) ligero (11-33%); 3) moderado (34-66%); 4) severo (67-99%) y 5) muerto (100%) (Starkey *et al.*, 1989).

Field phase

Sampling site establishment

For collection of plant tissue and soil samples, six sampling sites were established in the oak forests of the towns of El Limón (El Amazquite), San Francisco (Huerta de Agustín), Xalpatláhuac (Barranca Colorada, and Cerro del Amparo), Magueyitos (Plan de Palemón), and El Charco (Cerrito Pelón). Sites were selected considering the presence of oaks with little vigor, cankers with black exudates on the trunk, and dieback. The geographic names and characteristics of each site are found in Table 1.

Sample collection

To determine the presence of *P. cinnamomi*, five compound samples of 1 kg of soil were taken from 30 oaks with cankers (five per site). The samples were taken around the trunk at three different points; the organic horizon was removed and soil was collected at a depth of 5 to 15 cm. Each sample was labeled and transported in an ice chest for analysis in the laboratory. In addition, samples were collected of tissue exhibiting the disease caused by biotic agents associated with the stand, and aspects of management that might contribute to reduce oak health were recorded in each of the permanent sites. One sampling was carried out from September 21 to 24, 2005, and a second on October 28.

Trunk isolates

In situ sowing of tissues located in the inner bark of oaks with cankers and dark bleeding were carried out. Pieces of diseased and asymptomatic tissue 1 to 2 mm² were cultivated in Petri dishes with PARPH selective culture medium (Erwin and Ribeiro, 1996; Alvarado-Rosales *et al.*, 2007) (Figure 1). Thirty-four cankers were planted with at least two replications of

Cuadro 1. Características de los sitios de muestreo en el Municipio de Tecomanapa, Guerrero.

Table 1. Characteristics of sampling sites, Municipality of Tecomanapa, Guerrero.

Poblado	Paraje	Coordenadas	Altitud (m)
El Limón	El Amazquite	N 16° 59' 49.1" O 99° 23' 43.9"	692
San Francisco	Huerta de Agustín	N 17° 02' 4.9" O 99° 16' 59.8"	843
Xalpatláhuac	Barranca Colorada	N 17° 01' 16" O 99° 18' 4.3"	902
	Cerro del Amparo	N 17° 01' 00" O 99° 20' 56"	1100
Magueyitos	El Plan de Palemón	N 17° 04' 5.3" O 99° 15' 56"	880
El Charco	Cerrito Pelón	N 17° 03' 14.3" O 99° 17.7' 8"	996



Figura 1. A: diferentes niveles de daño en la copa de encinos infectados por *P. cinnamomi*. B: síntomas en tronco (cancro con exudado color oscuro). C: aislamientos *in situ* en medio selectivo PARPH.

Figure 1. A: different degrees of damage in the crowns of oaks infected by *P. cinnamomi*. B: symptoms on trunk (canker with dark exudates). C: isolations *in situ* in PARPH selective medium.

Fase de laboratorio

Análisis de suelo e identificación

Para aislar a *P. cinnamomi* de suelo se empleó la técnica de trapeo con discos flotantes. Se usaron discos de hoja (0.6 mm diámetro) de dos especies susceptibles al patógeno: azalea (*Rhododendron indicum* L. Sweet) y camelia (*Camellia japonica*). Un promedio de 20 discos por caja se embebieron en una suspensión de suelo-agua (2:3.5) por 24 y 48 h y se sembraron en medio de cultivo PARPH (pimaricina-ampicilina-rifampicina-PCNB e himexazol) (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007). Al observar crecimiento fungoso atribuido al patógeno en los discos, se transfirió a PDA (Papa-Dextrosa-Agar) para purificar la colonia (Figura 2). La identificación se hizo mediante características del cultivo y morfología (Erwin y Ribeiro, 1996). Para verificar que los aislamientos pertenecían a *P. cinnamomi*, se midió el largo y ancho de 100 esporangios de tres sitios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Agentes bióticos y abióticos identificados en las diferentes áreas

Los factores bióticos y abióticos identificados en las áreas estudiadas se resumen en el Cuadro 2. Aunque todos pueden contribuir en la reducción de vigor del árbol, la presencia de *P. cinnamomi*, organismo con amplio intervalo de hospedantes y capacidad patogénica de especies forestales (Shearer y Tippett, 1986; Tainter *et al.*, 2000; Tainter y Alvarado, 2007; Cibrián *et al.*, 2007), condujo a profundizar en la asociación de este hongo con la muerte del encino.

Presencia de *Phytophthora cinnamomi*

El patógeno se aisló de canchales y suelo en cuatro parajes (Cuadro 2). El mayor número de aislamientos

each. After planting, dissection equipment was disinfected with pure alcohol.

Assessment of crown condition

In four sampling sites, Huerta de Agustín, Barranca Colorada, El Amazquite, and Cerrito Pelón, all of the trees 189 were assessed to determine percentage of dieback. The following scale was used: 1) traces of dieback (0-10%), 2) slight (11-33%), 3) moderate (34-66), 4) severe (67-99), and 5) dead (100%) (Starkey *et al.*, 1989).

Laboratory phase

Soil analysis and identification

To isolate *P. cinnamomi* from the soil, a floating disc trap technique was used. Discs of leaves (0.6 mm in diameter) from two susceptible species were used: azalea (*Rhododendron indicum* L. Sweet) and camellia (*Camellia japonica*). An average of 20 discs per dish were soaked in a suspension of soil-water (2:3.5) for 24 and 48 h and they were seeded in PARPH (pimaricin-ampicillin-rifampicin-PCNB) and hymexazol culture medium (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007). When the fungus growth attributed to the pathogen was observed on the discs, they were transferred to PDA (potato-dextrose-agar) to purify the colony (Figure 2). The fungus was identified by culture characteristics and morphology (Erwin and Ribeiro, 1996). To verify that the isolates were *P. cinnamomi*, the length and width of 100 sporangia from three sites were measured.

RESULTS AND DISCUSSION

Biotic and abiotic agents identified in the different sites

The biotic and abiotic factors identified in the areas studied are summarized in Table 2. Although all

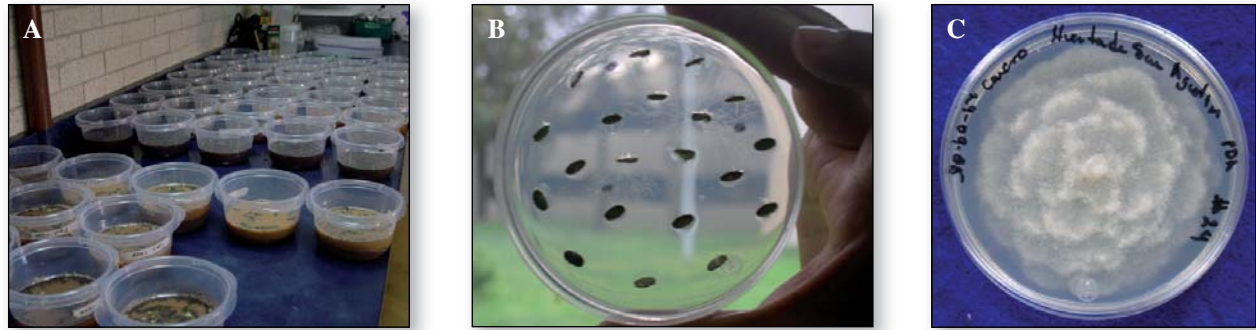


Figura 2. A: técnica de discos flotantes. B: siembra de discos en medio PARPH 24 h después. C: típico crecimiento de una colonia de *P. cinnamomi* en PDA.

Figure 2. A: floating disc technique. B: discs in PARPH medium 24 h after seeding. C: typical growth of a *P. cinnamomi* colony in PDA.

ocurrió en Huerta de Agustín, en San Francisco (Cuadro 3), con las siguientes características: 1) antecedentes de monocultivo de piña (*Ananas* sp.), hospedante susceptible a *P. cinnamomi* (Erwin y Ribeiro, 1996), y de mango (*Mangifera* sp.), supuesto hospedante, donde aparentemente se presentaron los primeros síntomas de mortalidad en el 2001 (Cruz-García, 2004); 2) presencia de encinos rojos (*Quercus salicifolia*), los cuales son más susceptibles que los blancos (Tainter *et al.*, 2000); 3) tránsito continuo de pobladores y presencia de ganado de pastoreo. En esta localidad fue frecuente la presencia de encinos jóvenes con numerosos canchales en su base, de los cuales también se aisló al patógeno.

En Xalpatláhuac, una posible explicación de la dispersión del patógeno es mediante extracciones continuas de leña para consumo doméstico.

Aunque en Magueyitos el número de aislamientos fue menor, encinos de regeneración presentaron síntomas severos de muerte regresiva y varios canchales en un sólo individuo.

En El Charco no se logró aislar al patógeno, pero se sospecha su presencia por la sintomatología y una

these factors may contribute to reducing tree vigor, the presence of *P. cinnamomi*, an organism with a broad spectrum of hosts and pathogenic capacity in forest species (Shearer and Tippet, 1986; Tainter *et al.*, 2000; Tainter and Alvarado, 2007; Cibrián *et al.*, 2007), led to a detailed study of the association of this fungus with the death of the oaks.

Presence of *Phytophthora cinnamomi*

The pathogen was isolated from cankers and soil in four sites (Table 2). The highest number of isolations occurred in the Huerta de Agustín, in San Francisco (Table 3), with the following characteristics: 1) previous monocropping of pineapple (*Ananas* sp.), a susceptible host of *P. cinnamomi* (Erwin and Ribeiro, 1996), and mango (*Mangifera* sp.), a suspected host, where apparently the first symptoms of dieback were observed in 2001 (Cruz-García, 2004); 2) presence of red oak (*Quercus salicifolia*), which is more susceptible than white oak (Tainter *et al.*, 2000); 3) continuous traffic of local population and presence

Cuadro 2. Principales factores bióticos y abióticos identificados en seis sitios de muestreo del Municipio de Tecoaapa, Guerrero, 2005.

Table 2. Principal biotic and abiotic factors identified in six sampling sites, Municipality of Tecoaapa, Guerrero.

Agente causal	El Amazquite	Barranca Colorada	Cerro del Amparo	Huerta de Agustín	Plan de Palemón	Cerrito Pelón
<i>P. cinnamomi</i>	-	+	+	+	+	-
<i>Hypoxyton</i> sp.	+	+	+	-	-	+
<i>Ganoderma</i> sp.	-	-	+	+	-	-
Daño por defoliadores [†]	+	+	+	-	-	-
Daño por barrenadores [†]	+	-	+	-	-	-
Muérdago (<i>Phoradendron</i> sp.)	-	-	+	-	-	-
Pastoreo	+	+	+	+	+	+
Incendios	+	+	+	+	-	+
Tala	-	+	+	-	+	+

[†] No se observaron los insectos. + Presencia. - Ausencia.

Cuadro 3. Características de la vegetación, número de aislamientos de *P. cinnamomi* obtenidos de suelo y canchros de *Quercus* spp. y porcentaje de muerte regresiva en cinco sitios de muestreo del Municipio de Tecoaapa, Guerrero. 2005.
Table 3. Characteristics of vegetation, number of *P. cinnamomi* isolations obtained from soil and cankers on *Quercus* spp., and percentage of dieback in five sampling sites, Municipality of Tecoaapa, Guerrero. 2005.

Localidad	Paraje	<i>Quercus</i>	Densidad árboles/ha	# Aislamientos de suelo	# Aislamientos de cancro	% Muerte regresiva			
						Trazas	Ligero	Moderado	Severo
Sn. Francisco	Huerta de Agustín	<i>Q. salicifolia</i>	230	10	14	73.91	21.73	†	4.36
Xalpatláhuac	Cerro del Amparo	<i>Q. magnoliifolia</i>	-	5	2	-	-	-	-
	Barranca Colorada	<i>Q. salicifolia</i> , <i>Q. elliptica</i> , <i>Q. glaucescens</i>	380	2	3	1.84	20.51	34.00	26.31
Magueyitos	Plan de Palemón	<i>Q. elliptica</i> , <i>Q. salicifolia</i>	-	1	1	-	-	-	-
El Limón	El Amazquite	<i>Q. magnoliifolia</i>	1060	0	0	50.94	27.35	16.03	5.66
El Charco	Cerrito Pelón	<i>Q. salicifolia</i> , <i>Q. elliptica</i> , <i>Q. glaucescens</i>	190	0	0	68.42	5.26	15.78	10.52

† Ausencia de árboles con muerte regresiva moderada. - No se determinó.

gran cantidad de focos de infección típica de la enfermedad. Esta localidad tiene una de las altitudes mayores, pendientes pronunciadas y numerosas escorrentías, lo que pudo contribuir a lavar parte del inóculo e impidió su detección.

Los intervalos de longitud y anchura de los esporangios y los promedios (Cuadro 4) son similares a los reportados por Erwin y Ribeiro (1996) en aguacate y piña. El micelio toruloso, crecimiento camelioide *in vitro*, y ausencia de papila fueron otras características que confirmaron la identidad de *P. cinnamomi*.

Condición de copa

De 189 árboles de encino evaluados, 48.14% presentaron síntomas mínimos de muerte regresiva (trazas) e incluso algunos mostraron una salud y vigor aceptable; 17.46% presentó daño ligero y 22.75%,

of grazing livestock. At this site, numerous cankers were frequently found at the base of young oaks, from which the pathogen was also isolated.

In Xalpatláhuac, a possible explanation of the dispersion of the pathogen is continuous extraction of firewood for domestic use.

Although the number of isolates was lower in Magueyitos, regeneration oaks had severe dieback symptoms and several cankers on each individual.

In El Charco we were not able to isolate the pathogen, but its presence is suspected because of the symptomatology and a large number of infection points typical of the disease. This site has one of the highest altitudes, with steep slopes and numerous gullies, which may have contributed to washing out part of the inoculum and impeded its detection.

Ranges of length and width of the sporangia and their averages (Table 4) are similar to those reported

Cuadro 4. Dimensión promedio (μm) de 100 esporangios de *P. cinnamomi* para tres de los parajes muestreados en Tecoaapa, Guerrero.

Table 4. Average dimension (μm) of 100 *P. cinnamomi* sporangia for three of the sampling sites in Tecoaapa, Guerrero.

Localidad	Paraje	Largo		Ancho	
		Intervalo (media)	(media)	Intervalo (media)	(media)
Xalpatláhuac	Cerro del Amparo	31.08 - 66.6	(48.24)	22.2 - 37.24	(31.47)
	Barranca Colorada	44.4 - 68.2	(55.36)	26.64 - 37.74	(32.87)
San Francisco	Huerta de Agustín	26.64 - 66.6	(50.10)	17.76 - 44.4	(33.61)
	Media general	34.04 - 67.13	(51.23)	22.2 - 39.79	(32.65)

daño moderado; sólo 10.05% mostró daño severo (<69% de muerte regresiva) (Cuadro 3).

El Limón tuvo 20% de los árboles con daño moderado y severo. Se identificaron 16 árboles con canchros en la base del tronco debido al daño previo ocasionado por la aplicación de fuego, pero no por *P. cinnamomi*. Se identificó como especie dominante a *Quercus magnoliifolia* Neé.

San Francisco tuvo el más bajo porcentaje de daño severo, aunque su condición de sotobosque húmedo y sombreado es ideal para el desarrollo de la enfermedad. Esto puede explicar que árboles maduros y jóvenes presentaran canchros de diferentes dimensiones a no más de 1 m de altura del cuello.

Xalpatláhuac tuvo el mayor porcentaje de árboles con daño severo a pesar de no predominar la especie de *Quercus* considerada más susceptible (Tainter *et al.*, 2000).

En El Charco la enfermedad se distribuyó en pequeños manchones posiblemente debido a la incidencia diferencial en las tres especies de encino identificadas en el área: *Quercus elliptica* y *Q. salicifolia* (subgénero *Erytrobalanus*) y *Q. glaucescens* (subgénero *Lepidobalanus*); en esta última especie fue evidente una mejor sanidad. En esta localidad se observó la mayor cantidad de canchros (>20) en un solo individuo.

CONCLUSIONES

El patógeno *Phytophthora cinnamomi* fue aislado de tejido cortical y de suelo de áreas con muerte de encino en el Municipio de Tecoanapa, Guerrero, y se demostró su asociación con la enfermedad.

Las especies más susceptibles fueron *Quercus salicifolia* y *Q. elliptica*, en menor grado *Q. magnoliifolia*, y *Q. glaucescens* es aparentemente resistente.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Gerencia Regional V. Pacífico Sur, Oaxaca-Guerrero, a los Ing. Antonio Marín y Alejandra G. Cruz García (Enlace de Sanidad Forestal Gro.) y a las autoridades del Municipio de Tecoanapa, Guerrero, y a FIRCO por el interés mostrado en nuestro trabajo y por el apoyo logístico, así como por compartir su información.

LITERATURA CITADA

Alvarado-Rosales, D., L. de L. Saavedra-Romero, A. Almaraz-Sánchez, B. Tlapal-Bolaños, O. Trejo-Ramírez, J. M. Davidson, J. T. Kliejunas, S. W. Oak, J. G. O'Brien, F. Orozco-Torres, 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.

by Erwin and Ribeiro (1996) in avocado and pineapple. Torulose mycelia, *in vitro* camelloid growth, and absence of papillae were other characteristics that confirmed identification of *P. cinnamomi*.

Crown condition

Of 189 oak trees evaluated, 48.14% had minimal symptoms (traces) of dieback and even exhibited acceptable health and vigor; 17.47% had slight damage, and 22.75% moderate damage. Only 10.05% was severely damaged (>69% dieback) (Table 3).

At the El Limón, 20% of the trees had moderate and severe damage. Sixteen trees were found with cankers at the trunk base; these had been damaged previously by fire and not by *P. cinnamomi*. *Quercus magnoliifolia* Neé was identified as the dominant species.

San Francisco had the lowest percentage of severe damage, even though the shaded, humid undergrowth is ideal for development of the disease. This may explain that mature and young trees have cankers of different dimensions no higher than 1 m on the trunk.

Xalpatláhuac had the highest percentage of severely damaged trees, even though the *Quercus* species, considered most susceptible (Tainter *et al.*, 2000), was not dominant.

In El Charco, the disease was distributed in small patches, possibly due to the differential incidence in the three oak species identified in the area: *Quercus elliptica* and *Q. salicifolia* (subgenus *Erytrobalanus*), and *Q. glaucescens* (subgenus *Lepidobalanus*), which was evidently healthier than the first two. In this site, the largest number of cankers (>20) on a single individual was found.

CONCLUSIONS

The pathogen *Phytophthora cinnamomi* was isolated from bark tissue and soil in areas where dieback in oak was observed in the Municipality of Tecoanapa, Guerrero, and its association with the disease was demonstrated.

The most susceptible species were *Quercus salicifolia* and *Q. elliptica*; *Q. magnoliifolia* was less so, and *Q. glaucescens* is apparently resistant.

—End of the English version—



Bello G. M. A., y J. N. Labat. 1987. Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México, INIFAP. CAMCA. Cuaderno de Estudios Michoacanos. Serie 11-9. México. 98 p.

- Cibrián T. D., Alvarado R. D., y D. S. García. 2007. Enfermedades forestales en México/Forest diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Cruz-García, A. 2004. Plan de control y combate de enfermedades, en encinos del ejido Xalpatláhuac, Municipio de Tecoaapa, Guerrero. Gerencia Regional V. Pacífico Sur, Oaxaca-Guerrero. Sanidad Forestal, Gro. 23 p.
- Davidson, J. M., J. G. O'Brien., S. W. Oak., and J. Kliejunas. 2003. Report on a site visit to Mexico-Muerte del Encino. USDA Forest Service. 9 p.
- Erwin, D. C., and O. K. Ribeiro. 1996. *Phytophthora* diseases worldwide. APS Press. Minnesota, USA. 562 p.
- Estudio de Reordenamiento Territorial de Xalpatláhuac. 2004. GEA. AC/PROCYMAF II. 12 p.
- Gómez C. M., A. Bello M., y X. Madrigal S. 1993. Patrón general de distribución de los encinos en la región Centro-Occidente de Guerrero. *In:* Sociedad Mexicana de Recursos Forestales (ed). I Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Saltillo, Coah. pp: 8.
- INFDM (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Guerrero). 2005. (<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/guerrero/municipios/12056a.htm>) [Fecha de consulta: 08 diciembre 2005].
- Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico. *In:* Ramammorthy, T. R., R. Bye., A. Lot., and J. Fa. 1993. Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press. New York, USA. 812 p.
- Olvera V. M., y L. Figueroa R. B. 2000. Inventario forestal en bosques dominados por encino (*Quercus*, Fagaceae) en la sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México: descripción de los patrones de respuesta al medio físico y biológico. Informe final del proyecto L015. Universidad de Guadalajara. Depto. de Ecología y Recursos Naturales. 73 p.
- Perry, K. P. 1991. The Pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland Oregon, USA. 231 p.
- Reyes J. I., y J. E. Gama C. 1995. Revaloración de la importación de los encinos. *In:* Facultad de Ciencias Forestales-UANL (ed). Reporte Científico Número Especial. III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. 4-6 de noviembre, Linares, N. L. México. pp: 44-55.
- Shearer, B. L., and J. T. Tippet. 1986. Jarrah dieback: the dynamics and management of *Phytophthora cinnamomi* in the Jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest of south-western Australia. Research Bulletin No. 3. Department of Conservation and Land Management. Australia. 76 p.
- Starkey, D. A., S. W. Oak., G. W. Ryan., F. H. Tainter., C. Redmond., and H. D. Brown. 1989. Evaluation of oak decline areas in the South. USDA Forest Service Southern Region. Protection Report R8-PR 17. Atlanta, GA. 36 p.
- 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 Dis. 84(4): 394-398.
- Tainter, F. H., y Alvarado, R. D. 2007. La enfermedad de la "tinta" del encino/Ink disease of oak *Phytophthora cinnamomi* Rands. (Pythiales, Pythiaceae). Cibrián, T. D., R. D. Alvarado, y S. E. García (eds). Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in México. pp: 176-177.
- Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service Canada y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO, Chapingo, México. pp: 244-246.
- UACH y SEMARNAP. 1999. Atlas Forestal de México. Universidad Nacional Autónoma Chapingo y Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México. 101 p.
- Valencia A. S., M. Gómez-Cárdenas., y F. Becerra-Luna. 2002. Catálogo de Encinos del Estado de Guerrero, México. Libro Técnico No. 1. INIFAP. México. 180 p.
- Zavala C. F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Polibotánica 8: 47-64.
- Zavala C. F. 1995. Algunos efectos de los aprovechamientos forestales sobre la vegetación en el suroeste de Durango, con énfasis en encinos. *In:* Marroquín de la F. J. (ed). Memorias del III Seminario Nacional sobre utilización de encinos. Tomo I. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., pp: 220-223.