

## DIAGNÓSTICO FITOPATOLÓGICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES EN DIVERSAS ESPECIES DE ENCINOS Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA SIERRA FRÍA DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Onésimo Moreno-Rico<sup>1</sup>, Rodolfo Velásquez-Valle<sup>2</sup>, Guillermo Sánchez-Martínez<sup>2</sup>, María Elena Siqueiros-Delgado<sup>3</sup>, Margarita de La Cerda-Lemus<sup>3</sup> y Raúl Díaz-Moreno<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), Centro de Ciencias Básicas (CCB), Departamento de Microbiología, Av. Universidad No. 940, Col. Ciudad Universitaria, CP 20100, Ags., Ags. México. <sup>2</sup>INIFAP, Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 Carretera Ags.-Zac., Pabellón de Arteaga, Ags., CP 20660. <sup>3</sup>UAA, CCB, Depto. de Biología. <sup>4</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango, Escuela de Ciencias Forestales, Río Papaloapan y Prolongación Chihuahua S/N, Colonia Valle Sur, CP 34120, Durango, Dgo., México.

### RESUMEN

Los encinos (*Quercus* spp.) son un recurso natural muy importante para el ser humano. Desde hace varios años se ha observado la muerte de ellos en la Sierra Fría. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) Conocer los agentes que están causando la muerte de los encinos en la Sierra Fría de Aguascalientes, 2) Establecer la distribución de áreas afectada en la Sierra Fría, 3) Determinar las especies de encino afectadas y 4) Señalar su importancia como fitopatógenos. A través de transectos se muestrearon 28 localidades de la Sierra Fría, Ags. Cada transecto incluyó la revisión de 20 árboles para observar los síntomas y signos en los árboles afectados. Además, en cada sitio se revisaron 100 árboles con la finalidad de localizar ascomas y basidiomas de los fitopatógenos. La identificación de los fitopatógenos causantes de enfermedades se realizó con base en los síntomas y signos (ascomas, basidiomas) presentes en los encinos. Se encontró que los cancores fueron los síntomas más importantes observados en los encinos estando presentes

en el 92% de las localidades estudiadas y variando su incidencia de 15% a 75%. En encinos vivos, maduros, los fitopatógenos encontrados causantes de cancores fueron: *Phellinus robustus*, *P. gilvus*, *P. everhartii*. En encinos jóvenes y maduros se encontró a *Ganoderma lucidum*. También, identificamos a *Biscogniauxia atropunctata* e *Hypoxyylon thouarsianum*, hongos con baja patogenicidad y oportunistas, afectando a encinos debilitados por factores abióticos (sequía, heladas) y otros fitopatógenos. La especie de encino más distribuida y dañada fue *Q. potosina*. El hongo *Hypoxyylon thouarsianum* fue el más distribuido encontrándose en 12 de las 28 localidades estudiadas, seguido por *B. atropunctata* encontrado en ocho de 28 localidades.

**Palabras clave:** *Quercus* spp., muerte de encinos, *Phellinus robustus*, *Phellinus gilvus*, *Phellinus everhartii*, *Biscogniauxia atropunctata*, *Hypoxyylon thouarsianum*, *Ganoderma lucidum*.

## ABSTRACT

Oak trees (*Quercus* spp.) are a very important resource for mankind. For several years oak mortality has been observed on the Sierra Fría, Aguascalientes, Mexico. The objectives of this study were: 1) to know those agents causing oak mortality on the Sierra Fría, 2) to establish the distribution of affected areas on this sierra, 3) to determine oak species affected in the area of study and 4) to indicate their importance as a plant pathogens. Twenty-eight locations on the Sierra Fría were sampled by means of transects. Each transect comprised a visual inspection of 20 trees to observe symptoms and signs on affected trees. In addition, 100 trees were inspected at each location in order to detect ascomata and basidiomata of plant pathogens. The identification of plant pathogens was based upon the presence of symptoms and signs (ascomata, basidiomata) on the trees. Cankers were the most important observed symptom, being present in 92% of study locations and on 15 to 75% of trees. On living and mature oak trees, the plant pathogens causing the cankers were: *Phellinus robustus*, *P. gilvus* and *P. everhartii*. *Ganoderma lucidum* was found on both young and adult trees. *Biscogniauxia atropunctata* and *Hypoxylon thouarsianum*, opportunistic fungi of low pathogenic capacity, were also identified, affecting weak trees stressed by abiotic factors (drought, frost) and other plant pathogens. The most abundant oak species, and the one most affected, was *Q. potosina*. *Hypoxylon thouarsianum* was the most widespread fungus, being present in 12 out of the 28 study locations, followed by *B. atropunctata*, which was found in eight locations.

**Key words:** *Quercus* spp., oak mortality, *Phellinus robustus*, *Phellinus gilvus*, *Phellinus heverhartii*, *Biscogniauxia atropunctata*,

*Hypoxylon thouarsianum*, *Ganoderma lucidum*.

## INTRODUCCIÓN

De la Familia Fagaceae el género *Quercus* L. (encino, roble) es el que presenta mayor distribución de plantas leñosas en el mundo, formando parte importante de las masas arboladas de las regiones montañosas. Este género se distribuye ampliamente en el nuevo mundo desde el sur de Canadá hasta Colombia, incluyendo Cuba (Nixon, 1998; Valencia, 2004). Las especies del género *Quercus* son de excepcional valor por la calidad de su madera, así como por otros muchos de sus usos y productos, entre ellos: leña, carbón, artesanal, corcho, taninos y colorantes, alimento para el hombre y el ganado, además de que existen algunas especies ornamentales y que proporcionan hábitat para la fauna silvestre y espacios para recreación humana (Luna *et al.*, 2003; Nixon, 1998). El género *Quercus* está formado por aproximadamente 500 especies de árboles y arbustos distribuidos en el hemisferio norte, de las cuales, de 135 a 150 especies se encuentran en México (Nixon, 1998), número elevado si se compara con las aproximadamente 87 especies de Estados Unidos de América y Canadá. A nivel local, los encinos representan uno de los elementos más importantes de la reducida región montañosa del estado de Aguascalientes; al respecto, De la Cerda (1999) reportó 17 especies en esta entidad, mientras que Zavala (1989) reportó 16 especies.

Al igual que otros árboles forestales y plantas cultivadas, el encino puede ser afectado por factores bióticos y abióticos. Un problema importante es la declinación de encinos, misma que se ha descrito como una de las enfermedades del encino más destructivas

en la parte central de Texas (Appel *et al.*, 1995). Desde el año 1900 existen reportes de la muerte de encinos (Wargo *et al.*, 1983) en varias partes de Europa y Estados Unidos de América. Sin embargo, en la mayoría de los casos se reporta como un problema de etiología compleja, asociándolos a causas naturales que debilitan el árbol, el cual es atacado por varios fitopatógenos en varias partes del mundo, tales como *Armillaria* spp. (Bruhn *et al.*, 1998), *Brenneria quercina* (Biosca *et al.*, 2003), *Botryosphaeria corticola* (Alves *et al.*, 2004), *Ceratocystis fagacerum* (Appel *et al.*, 1995), *Ganoderma* spp. (Nasir, 2005), *Hypoxylon* spp. (Kliejunas, 2005), o *Phytophthora* spp. (Brummer *et al.*, 2002; Turco *et al.*, 2004).

En México, desde hace varios años se ha observado una muerte atípica de encinos en diferentes estados, principalmente en Colima, Guanajuato, Jalisco, Nayarit y Aguascalientes (Kliejunas, 2005; Tainter *et al.*, 2000). Entre los pocos reportes sobre este problema en México, Romero (1999) señala que *Ganoderma lucidum* es un hongo frecuentemente asociado a la muerte de los encinos en México. Tainter *et al.* (2000) mencionan a *Phytophthora cinnamomi* como el agente causal primario de la muerte de encinos (*Q. glaucooides*, *Q. peduncularis* y *Q. salicifolia*) en el estado de Colima. En el mismo estado, Alvarado *et al.* (2007) aislaron *P. cinnamomi* a partir de *Q. elliptica*, *Q. salicifolia* y *Q. acutifolia*. Además, Alvarado *et al.* (2008) confirmaron que *P. cinnamomi* fue el causante de muerte masivas de encinos en Teconapa, Guerrero, siendo los más dañados *Q. elliptica* y *Q. salicifolia*. Por otra parte, Vázquez *et al.* (2004) en la Sierra de Lobos, Gto., encontraron que la combinación *Nectria galligena* e *Hypoxylon thouarsianum* fueron los que

causaron más muerte en encinos, siendo *Q. eduardii* el más susceptible y *Q. nigra* el más tolerante. Alvarado *et al.* (2007) realizaron estudios sobre el declinamiento de encinos en Aguascalientes (Mesa del Águila y Rancho Piletas), Colima, Guanajuato, Jalisco y Nayarit. Para Aguascalientes reportaron la presencia de *Hypoxylon atropunctatum* y *Phoradendron villosum* afectando a encinos y a *Pythium* en el suelo. En los otros estados reportaron la detección de *Phytophthora cinnamomi*, *H. atropunctatum*, *Pythium*, *Ganoderma curtisii*, y *Armillaria* spp. Así mismo, señalaron que la sequía y las bajas temperaturas causan estrés en los árboles permitiendo que aumenten los daños en los encinos por la presencia de *H. atropunctatum*. Sin embargo, a pesar de que el problema de mortalidad atípica de encinos se detectó desde hace varios años, hasta la fecha se desconoce el o los agentes causales en la Sierra Fría de Aguascalientes.

Por los motivos anteriores, el presente trabajo se realizó con los siguientes objetivos: 1) Identificar a los agentes causantes de la muerte de los encinos en la Sierra Fría, Aguascalientes, 2) Conocer la distribución de la enfermedad, 3) Determinar las especies de encinos hospederas y 4) Señalar su importancia como fitopatógenos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### A) Área de estudio

El presente estudio se realizó en la parte occidental del estado de Aguascalientes, entre los 22° 05' y 22° 15' de latitud norte y los 102° 32' y 102° 38' de longitud oeste. Esta área se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, en la subprovincia sierras y valles zacatecanos,

comprendiendo tres sistemas de topofor-  
mas: sierra con mesetas, mesetas y sierras  
bajas, dentro de un rango de alturas sobre el  
nivel del mar de 2 000 a 3 000 m (Alvarado  
*et al.* 2007; De la Cerda, 1999; anónimo,  
1981). La zona de estudio, incluyó las áreas  
ocupadas por encino en el estado de Aguas-  
calientes, y se localizan principalmente  
en la Sierra Fría, que se extiende hasta el  
estado de Zacatecas, formando bosques en  
asociación con *Pinus* spp., *Juniperus* spp. y  
escasamente con *Cupressus* spp.

### **B) Distribución de las enfermedades e identificación de los fitopatógenos**

Para cumplir con los objetivos, durante julio  
de 2007 a marzo de 2009 se realizaron reco-  
rridos de estudio en diferentes localidades de  
la Sierra Fría, Aguascalientes. En cada uno  
de los sitios visitados, mismos que fueron  
georeferenciados, se realizó un transecto  
de dimensiones variables en una dirección  
determinada al azar, que incluyó 20 árboles  
para revisar y estimar: *a*) el porcentaje de  
árboles sanos, enfermos y muertos, y *b*) la  
incidencia y severidad de los canchros causa-  
dos por diferentes enfermedades en el tallo  
de los árboles. La severidad de los canchros,  
en la base del tronco de los encinos, se  
realizó mediante una estimación visual del  
porcentaje de tejido destruido por los fitopa-  
tógenos. En razón a que los canchros fueron  
los síntomas más importantes causados por  
hongos fitopatógenos ascomicetos y basidio-  
micetos y a que es poco frecuente encontrar  
los basidiomas (signos) de los segundos,  
en cada localidad visitada se realizó una  
revisión, al azar, de aproximadamente 100  
árboles de encinos alrededor del área donde  
se realizó cada uno de los transectos con la  
finalidad de encontrarlos (Berry and Beaton,

1972; Berry y Lombard, 1978; Guglielmo *et  
al.*, 2007, 2008). Los ascomas y basidiomas  
(cuerpos fructíferos) que se encontraron,  
fueron recolectados y transportados al labo-  
ratorio del Departamento de Microbiología,  
Centro de Ciencias Básicas, Universidad  
Autónoma de Aguascalientes (UAA) y  
deshidratados para su conservación. Para  
la identificación de los hongos fitopatóge-  
nos poliporoides se emplearon las técnicas  
tradicionales propuestas por Gilbertson y  
Ryvarden (1986, 1987) y Ryvarden (1991).  
Se realizaron preparaciones temporales con  
KOH al 5% y reactivo de Melzer, realizando  
cortes transversales y longitudinales de las  
diferentes partes del basidioma tales como  
el píleo, contexto, himenio y estípite. Se  
tomaron las características de las estructuras  
microscópicas de importancia taxonómica  
tales como: tamaño, forma y color de las  
esporas, basidios, cistidios, setas e hifas.  
También se observó el tipo de sistema hifal  
y presencias de fibulas, además, reacciones  
microquímicas de éstas (Gilbertson y Ryvar-  
den, 1986). Para la ubicación taxonómica se  
utilizaron claves y literatura especializada  
como la de Gilbertson y Ryvarden (1986,  
1987), Ryvarden y Gilbertson (1994). Para  
la ubicación taxonómica de los hongos as-  
comicetos, se tomaron las características de  
los estromas y ascomas tales como: forma y  
tamaño de los peritecios, ascas y ascosporas  
(Ju-Ming y Rogers, 1996; Swiecki y Bern-  
hardt, 2006). La descripción de síntomas y  
signos (basidiomas y ascomas) encontrados  
en los encinos fueron comparados con los  
reportados en la bibliografía especializada  
para la identificación del agente causante  
de la enfermedad (Cibrián *et al.*, 2007; Gil-  
bertson y Ryvarden 1986, 1987; Ju-Ming  
y Rogers, 1996; Ryvarden, 1991, 2000;  
Swiecki y Bernhardt, 2006).

### C) Aislamiento de *Phytophthora cinnamomi*

En razón a que varios de los canchros fueron similares a las desarrolladas por *Phytophthora cinnamomi*, a partir de los canchros observados en 40 árboles, se tomaron muestras (0.5-1 cm<sup>2</sup>) de tejido vegetal del límite de avance de la enfermedad. Éstas fueron sembradas en el medio de cultivo jugo V8-Agar (200 ml de jugo V8, 15 g de agar, 800 ml de agua destilada, 1 gr de carbonato de calcio) y en el medio PARP (50 ml de jugo V8 clarificado, 15 g de Agar, 950 ml de agua destilada, 5 mg pimaricina, 0.25 g de ampicilina, 0.010 g de rifamicina, 0.05 g de PCNB), este último semiespecífico, con la finalidad de aislar a *Phytophthora* spp. Los cultivos fueron incubados a temperatura de laboratorio (20-25°C) por 5 a 7 días y fueron purificados en el medio V8-A (Erwin y Ribeiro, 1996).

### D) Identificación de las especies de encinos hospederas

A partir de los árboles donde se realizó cada uno de los transectos y/o donde se localizaron cuerpos fructíferos de los hongos, se tomaron muestras de ramitas con hojas, flores y frutos, mismas que fueron colocadas en bolsas de plástico y enviadas a Margarita de la Cerda Lemus, Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, UAA, para su identificación (De la Cerda, 1999; Zavala, 1989).

### E) Análisis de la información

Los datos se ordenaron para su análisis de una manera descriptiva. Los porcentajes de árboles dañados por los diferentes organismos fitopatógenos u oportunistas se obtuvieron contando el número de árboles afectados

a lo largo del transecto de dimensiones variables que tuvo como límite 20 árboles.

## RESULTADOS

### Identificación de los fitopatógenos, distribución de la enfermedad, hospedero e importancia

*Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. *et Galz.*

**Síntomas.** Este fitopatógeno fue encontrado en árboles maduros de *Q. potosina*, *Q. eduardii* y de *Q. sideroxylla*. En estas especies el hongo causó una pudrición blanca o clara en el corazón o duramen de los troncos, ramas y raíces de los encinos. La madera se transforma en una masa húmeda, suelta y esponjosa de color blancuzco a amarillo pálido, que contrasta con el color normal del duramen. En muchas ocasiones el árbol, por estar afectado internamente, sólo manifiesta muerte descendente de las ramas apicales, pérdida de vigor y muerte. Aunque el desarrollo del hongo principalmente ocurre en el duramen, también puede ocurrir en la albura y así formar canchros de diferentes dimensiones (cortas o alargadas) o cavidades en cualquier parte del tallo del árbol, aunque regularmente las forma en la base del mismo (Fig. 1A), con exudación o no de goma (Agrios, 2005; Dawner, 2001; Swiecki y Bernhardt, 2006). La madera afectada no tiene toda la consistencia ni fuerza para soportar los embates del viento por lo que las ramas dañadas, e inclusive los tallos de los árboles a nivel del suelo, se rompen causando la muerte del árbol o parte de él (Dawner, 2001).

**Signos.** Los basidiomas (Fig. 1A, B) recolectados fueron sésiles, leñosos y unguados cuyas dimensiones se encontraron en el

rango de 100 a 250 x 40 a 70 mm, perenes, solitarios o gregario. Píleo hemisférico convexo, superficie seca zonada, irregular, bastante agrietada con protuberancias. Al principio su superficie se encuentra recubierta de un tomento que después desaparece, esta de color marrón canela en los ejemplares jóvenes, toma después una coloración marrón rojiza. El margen es obtuso, de color rojizo durante el periodo de crecimiento, después gris. Los tubos están estratificados, midiendo cada capa de tubos de 4-7 mm; los poros son redondos de color café amarillento a café oscuro. El contexto es duro y leñoso, mide de 40-60 mm de grosor, leñoso, fibriloso y es de color canela a marrón rojizo. El sistema hifal es dimítico, las setas son escasas o están ausentes. Las esporas son subglobosas, de paredes hialinas, delgadas y lisas, miden de 6-8 x 5-8  $\mu\text{m}$  (Fig. 1C). Todas las características y síntomas anteriores concuerdan con las descripciones señaladas por diferentes autores para el hongo *Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz. (Cibrián *et al.*, 2007; Gilbertson y Ryvarden, 1986 y 1987; Ryvarden, 1991; Swiecki y Bernhardt, 2006).

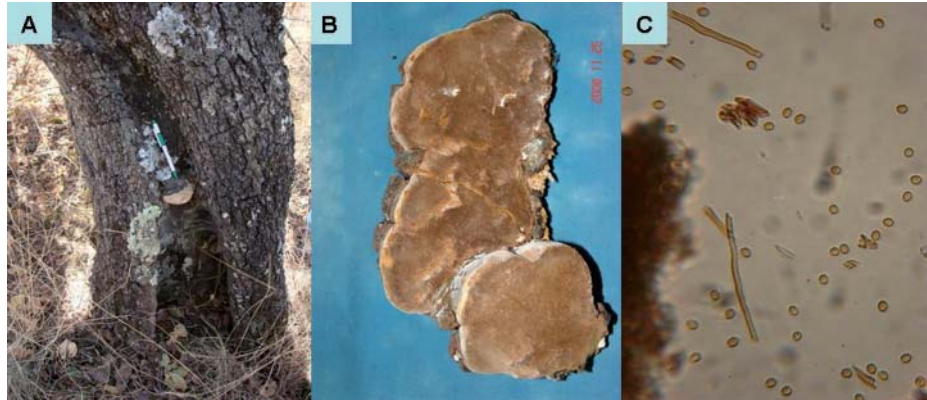
**Hospedero y distribución.** Los basidiomas de *P. robustus* fueron localizados en dos encinos de *Q. potosina* en la barranca de Juan Francisco, San José de Gracia, Ags. Cabe destacar que en uno de los árboles de *Q. potosina* se contaron 25 basidiomas. También fueron encontrados en dos árboles de *Q. eduardii* y en uno de *Q. sideroxylla* en Mesa del Águila 1 y 2, San José de Gracia, en un árbol de *Q. potosina* agonizando y caído, en el Huarache, Calvillo, Ags., y en un árbol de *Q. potosina* en Mesa de los Sapos, Rincón de Romos, Ags. (cuadro 1). Todos los árboles de encinos fueron maduros y estaban vivos.

**Importancia.** Aunque los encinos son los principales hospedantes de *P. robustus*, este fitopatógeno también puede afectar especies de árboles de los géneros *Abies*, *Acacia*, *Acer*, *Betula*, *Buxus*, *Cassinia*, *Castanea*, *Cereus*, *Eleagnus*, *Eucalyptus*, *Fagus*, *Hippophae*, *Juglans*, *Leptospermum*, *Nothofagus*, *Opuntia*, *Picea*, *Pinus*, *Pistacia*, *Pittosporum*, *Pseudotsuga*, *Robinia*, *Salix*, *Syringa*, *Taxus*, *Thuja* y *Tsuga* (Dawner, 2001; Pegler y Waterston, 1968). *Phellinus robustus* se encuentra en los bosques de encino en los EE. UU. La pudrición que causa este hongo también está asociada al declinamiento de los árboles (Dawner, 2001). Los basidiomas son producidos en la base del árbol o en las partes superiores del tallo (Swiecki y Bernhardt, 2006). En México se ha reportado su presencia en Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León y Veracruz (Cibrián *et al.*, 2007).

***Phellinus gilvus* (Schw.) Pat.**

**Síntomas.** Al igual que la especie anterior, *Phellinus gilvus* causa pudrición blanca del duramen, misma que puede extenderse hasta la albura originando muerte descendente de las ramas, canchales y cavidades (Dawner, 2001). En el presente estudio, *P. gilvus* formó una cavidad, de 115 x 60 cm y una profundidad de 50 cm, en la base del tallo de *Q. eduardii* (Fig. 2A), lo cual coincide con lo señalado por Mason *et al.* (2003). Los basidiomas fueron localizados en la base de una rama a la que el hongo causó muerte descendente y destruyó.

**Signos.** Los basidiomas recolectados (Fig. 2B) son perennes o bianuales, sésiles o levemente efuso-reflejado, píleo solitario o imbricado, dimidiado, de 55-130 x 30-60 x



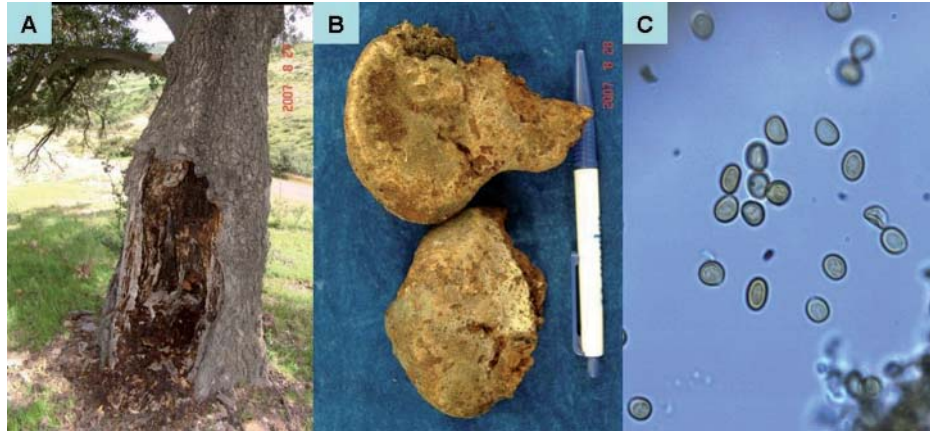
**Fig. 1.** *Phellinus robustus*. A) Basidioma en un cancro del tallo de un árbol de *Quercus potosina*. B) Detalle de dos basidiomas, desarrollados juntos y recolectados en otro árbol de *Q. potosina* adulto. C) Fotomicrografía de las basidiosporas (40x) de este fitopatógeno.

6-30 mm; superficie superior rojiza a marrón amarilloso, verrugoso o hasta hispido por partes, tomentoso o glabro, a menudo rugoso, zonado o azonado; margen concolor; superficie de poros marrón violáceo oscuro, poros circulares a angulares, de 6-8 por mm; contexto marrón amarillento brillante, zonado, fibroso, de hasta 2 cm de grosor; tramal concolor y continuo con el contexto, capa de tubos blancuzca, de hasta 1 cm de grosor. Sistema hifal dimítico, hifas generativas septadas simples, 3-5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Hifas esqueléticas marrón amarillentas, de paredes anchas, 3-5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Hifas tramales similares. Setas himeniales abundantes, tubuladas, afiladas, de paredes gruesas, marrón oscuro en KOH, 20-30 x 6-6  $\mu\text{m}$ . Setas himeniales de 20-35  $\mu\text{m}$ , basidias ampliamente claviformes, con cuatro esterigmas, 5-11 x 5-7  $\mu\text{m}$ , con septo simple en la base. Basidiosporas elipsoides a ovoides, hialinas, lisas, negativas en Melzer, 4-5 x 3-4  $\mu\text{m}$  (Fig. 2C). Todas las características y síntomas anteriormente descritos

conducen con las descripciones señaladas por diferentes autores para el hongo *Phellinus gilvus* (Schw.) Pat. (Cibrián *et al.*, 2007; Gilbertson y Ryvarden, 1986 y 1987; Ryvarden, 1991, 2000; Ryvarden y Gilbertson, 1994; Swiecki y Bernhardt, 2006).

**Hospedero y distribución.** Este hongo fue encontrado sobre un árbol maduro y vivo de *Q. eduardii* en el Ocoté, Aguascalientes, Ags.

**Importancia.** En México, este fitopatógeno ha sido reportado en los estados de Campeche, Chiapas, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Sonora, Veracruz y Tamaulipas. Comúnmente se encuentra afectando al encino, pero también en *Eucalyptus gracilis* (Cibrián *et al.*, 2007). En California, EE. UU. *Phellinus gilvus* afecta a *Q. agrifolia*, *Q. kelloggii* y a *Q. douglasii* y probablemente otras especies de encinos.



**Fig. 2.** *Phellinus gilvus*. A) Cancrosis profunda (cavidad) en la base del tallo de *Quercus eduardii*. B) Basidiomas que fueron localizados 3 metros encima de la cavidad. C) Fotomicrografía de las basidiosporas de este hongo fitopatógeno en un tubo (100x).

Este hongo también puede ser encontrado sobre otras especies de árboles en EE. UU (Dawner, 2001). En ese país, frecuentemente es encontrado en árboles de encino con síntomas avanzados de canchros causados por *Phytophthora ramorum* (Mason *et al.*, 2003; Swiecki y Bernhardt, 2006). Grand y Vernia (2004) realizaron estudios en Carolina del Norte y encontraron que *P. gilvus* fue el fitopatógeno más ampliamente distribuido afectando 37 diferentes especies de árboles, entre ellos nueve especies de encinos. Mason *et al.* (2003), estudiaron la relación de *Phytophthora ramorum* con otros fitopatógenos de *Q. agrifolia* en California, EE. UU. Encontraron que de 270 árboles que habían sido destruidos por *P. ramorum*, en el 57 % de ellos también estaba presente *P. gilvus*. Esto sugiere que ambos fitopatógenos actúan en sinergia contribuyendo en la destrucción de la madera y muerte de los encinos.

***Phellinus everhartii*** (Ell. & Gall.) A. Ames

**Síntomas.** Son similares a los que causan las dos especies anteriores. Este fitopatógeno se encontró causando una pudrición amarillo pálido del duramen de las ramas (Fig. 3A) y tallos de los encinos, así como canchros de diferentes dimensiones. El árbol de la Fig. 3B presentó un cancro pequeño de 8 cm de diámetro.

**Signos.** Los basidiomas encontrados (Fig. 3B) son sésiles o unguados, perenes, cuyas dimensiones se encontraron en el rango de 6 x 13 x 8 cm. Píleo café oscuro, algunas veces finamente tomentosa, llegando a ser lisa e incrustada con la edad, usualmente surcado, rimoso, con el margen redondeado. Superficie de los poros café amarillento a café oscuro, de circulares a angulares, de 6-8 por mm. Contexto café rojizo, maderable, finamente zonado de unos 5 cm de grueso distintamente estratificado. Contexto hifal



café en KOH, de paredes delgadas a gruesas, poco ramificados, con septos simples, algunas hialinas, de pared delgada y septos simples. Setas son abundantes, subuladas a ventricosas, de pared gruesa, café oscuras in KOH. Basidias ovoides a ampliamente elipsoides o subglobosas, con cuatro esterigmas. Basidiosporas ovoides a subglobosas, café rojizo, lisas, y negativas en Melzer de 4-5 x 3-4  $\mu\text{m}$  (Fig. 3C). Todas las características y síntomas anteriormente descritos concuerdan con las descripciones señaladas por diferentes autores para el hongo *Phellinus everhartii* (Ell. & Gall.) A. Ames. (Cibrián *et al.*, 2007; Gilbertson y Ryvarden, 1986 y 1987; Ryvarden, 1991, 2000).

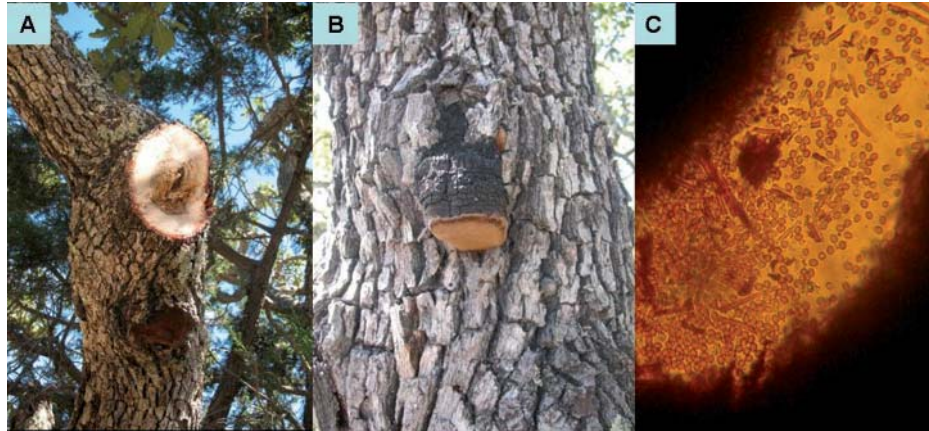
**Hospedero y distribución.** Este fitopatógeno fue localizado en la localidad Mesa del Águila 1 y 2, San José de Gracia, en tres árboles maduros, vivos de *Q. potosina* y uno de *Q. laeta* (cuadro 1). En México, este fitopatógeno ha sido reportado en los estados de Chihuahua, Durango, Nuevo León, y Sonora (Cibrián *et al.*, 2007).

**Importancia.** Cibrián *et al.* (2007) mencionan que *P. everhartii* es uno de los principales hongos que causan pudrición del corazón (duramen) en los encinares del norte de México. Berry y Beaton (1972), señalan que *P. everhartii* fue uno de los fitopatógenos más encontrados en los primeros estudios realizados sobre los basidiomicetos asociados a la pudrición del duramen de encinos en el Noreste de los EE. UU, incluyendo los estados de Illinois, Indiana, Kentucky, Missouri y Ohio. De igual manera, Fairweather *et al.* (2006) reportan que *P. everhartii* es uno de los fitopatógenos más importantes encontrados en los bosques de encinos de Arizona y Nuevo México causando una pudrición del duramen de los árboles.

Como se explicó anteriormente, las tres especies de *Phellinus* encontradas en este estudio fueron localizadas en árboles maduros. Al respecto, Swiecki y Bernhardt (1990) explican que el declinamiento de árboles maduros usualmente se asocia con la infección de diferentes hongos que pudren la madera, en el tronco, ramas principales y/o en el sistema radicular. Muchos de estos hongos entran a los encinos por varios tipos de heridas tales como las causadas por fuego, heladas, ramas rotas, poda, insectos y por daños ocasionados por otras enfermedades. Si el árbol es resistente y capaz de compartamentalizar la infección causada por el hongo, el patógeno puede ser detenido y la pudrición limitada. Si ocurre lo contrario, el hongo continúa la pudrición durante muchos años. Finalmente, desprovisto de su estructura y tejidos conductores de agua, el encino puede colapsar por su propio peso o deshidratarse en un periodo de alta demanda de agua. La presencia de ascomas y, sobre todo basidiomas, en los canchros de los árboles afectados es poco frecuente observarlos. El caso más extremo de esto fue la localización de tres basidiomas de *P. gilvus* en un árbol de *Q. eduardii* y en una localidad (El Ocote, Ags.), a pesar de que en este sitio se estimó un 55% de canchros en *Q. resinosa* (cuadro 1).

***Ganoderma lucidum*** (W. Curt. ex Fr.) Karst.

**Síntomas.** Los árboles afectados presentaron pudrición clara del duramen y principalmente de la albura por lo cual se presentan canchros de diversas dimensiones en la base del tallo (Fig. 4A) como las descritas por Schwarze and Ferner (2003) y pudrición de las raíces. Los árboles también presentaron muerte descendente de las ramas y defoliación, manifestando una pérdida de vigor lo



**Fig. 3.** *Phellinus everhartii*. A) Corte transversal de una rama de *Quercus potosina* donde se aprecia pudrición amarillo pálido del duramen, causada por este hongo. B) Detalle de un basidioma, debajo de un cancro pequeño, en el tallo de un árbol de *Q. laeta*. C) Fotomicrografía de basidiosporas de este fitopatógeno en el interior de un tubo (40x).

que los hacen más susceptibles a heladas y el viento (Pataký, 1999). Los basidiomas de *G. lucidum* fueron localizados en la base del tallo de árboles vivos afectados (Fig. 4A, B) en forma individual o en sinergia con *Hypoxylon thouarsianum*, en árboles muertos, en las raíces y en los tocones de encinos muertos por este fitopatógeno. Estos basidiomas son los signos más obvios de que un encino está enfermo o ha sido destruido por este hongo (Swiecki y Bernhardt, 2006; Schwarze y Ferner, 2003). Este fitopatógeno lo encontramos afectando tanto a árboles jóvenes como a maduros.

**Signos.** Los basidiomas (Fig. 4A, B) recolectados presentaron el cuerpo fructífero estipitado, con pie excéntrico o lateral, siendo éste el caso más frecuente. El cuerpo fructífero se encuentra recubierto, tanto lo que podemos denominar píleo como el pie, de una corteza barnizada cuyo color va del

amarillo-rojizo en los ejemplares jóvenes, en los adultos a marrón rojizo y llegando incluso a negro en los más viejos. La superficie de los poros está al principio recubierta por una pruina blanca que desaparece con la edad y el roce, tomando una coloración marrón grisácea. La carne, de color claro, va del crema al ocre. El sistema hifal es trimítico, siendo las hifas envolventes extraordinariamente ramificadas. Es característica la construcción de la corteza barnizada, que está formada en primer lugar por una capa de hifas claviformes que forman una empalizada, después una capa de hifas esqueléticas marrones e hifas generativas hialinas y por último, antes de llegar al contexto, una capa de hifas generativas. Las esporas (Fig. 4C) miden de 7-12 x 6-8  $\mu\text{m}$ , truncadas en el ápice y con la base obtusa. Todas las características y síntomas anteriormente descritos concuerdan con las descripciones señaladas por diferentes autores para el

hongo *Ganoderma lucidum* (W. Curt. ex Fr.) Karst (Cibrián *et al.*, 2007; Ryvardeen, 2000; Swiecki y Bernhardt, 2006).

**Hospedero y distribución.** Este fitopatógeno fue encontrado en árboles, jóvenes y maduros, vivos o muertos, de *Q. potosina* en La Angostura y Sierra Brava, Jesús María y en Los Alamitos y Mesa El Águila 2, San José de Gracia (cuadro 1). Cibrián *et al.* (2007) indican que este hongo se presenta en los estados de Chiapas, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Querétaro y Veracruz, y que es de amplia distribución en México, América, Europa, Asia y Oceanía.

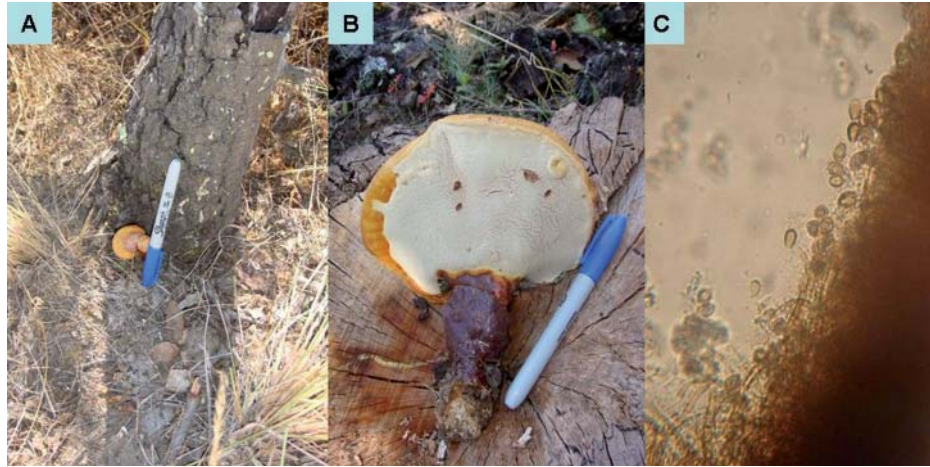
**Importancia.** Cibrián *et al.* (2007) mencionan que *G. lucidum* es un hongo de importancia en huertos comerciales de durazno matando árboles jóvenes y obligando a tomar medidas de control. También mencionan que este hongo afecta a coníferas y latifolias en los bosque naturales, pero que su importancia es reducida. A pesar de lo anteriormente señalado, Swiecki y Bernhardt (1990) mencionan que *G. lucidum* no sólo es un fitopatógeno importante sino letal de encinos maduros, tanto en áreas silvestres como en las zonas urbanas de California, EE. UU. Al respecto, en este estudio *G. lucidum* fue encontrado tanto en árboles maduros como en jóvenes de *Q. potosina*. En California, Hickman y Perry (2003) señalan que este fitopatógeno puede afectar al género *Acacia* spp. manzano, fresno, abedul, Cerezo, *Citrus* spp., olmo, magnolia, maple, olivo, durazno, pino, álamo, pimienta y sauce, entre otros, a los cuales inclusive puede matar en un periodo de tres a cinco años. Downer (2006) menciona que las pudriciones del duramen más comunes en *Q. agrifolia* y *Q. lobata* en California, son

los causados por *G. lucidum* y *G. applanatum*. Ambas especies están asociadas con un declinamiento y defoliación de encinos, especialmente *G. lucidum*. Además, indica que *G. lucidum* típicamente afecta a la base del tallo y con frecuencia emerge del suelo a partir de las raíces enfermas. Este último aspecto lo observamos en Los Alamitos 1 y en Mesa El Águila 2. Olsen (1999) describe a *G. lucidum* como un hongo fitopatógeno, junto con otros hongos, en encinos y otros árboles de zonas urbanas de Arizona. Este hongo también fue encontrado en árboles de *Q. nigra* y *Q. phellus*, muertos, secos, con pudrición radicular, en los estados de Arkansas, Mississippi y Florida, mismos que fueron debilitados por periodos de sequía en los años 1978 y 1980 (Lewis, 1981).

***Hypoxylon thouarsianum* (Lèveillé) Lloyd.**

**Síntomas.** Este hongo causa una pudrición blanquecina de la albura y con ello canchales de diferentes dimensiones en los encinos afectados, sobre todo en la base del tallo (Fig. 5A, B). La madera al inicio presenta manchas húmedas, posteriormente son secas y en los márgenes se observan líneas oscuras (Fig. 5B). También, causa el amarillamiento, marchitamiento y caída de las hojas, muerte descendente de las ramas y finalmente, declinamiento y muerte del árbol, principalmente los que se encuentran debilitados por sequía u otros factores abióticos y bióticos (Downer, 2006; Swiecki y Bernhardt, 2006).

**Signos.** Los estromas (Fig. 5A, C, D) de *H. thouarsianum*, que emergen a través de la corteza de la madera colonizada, son inicialmente redondeados, negros, lisos, brillantes cubiertos por una frágil y delgada membrana. Esta membrana se rompe y

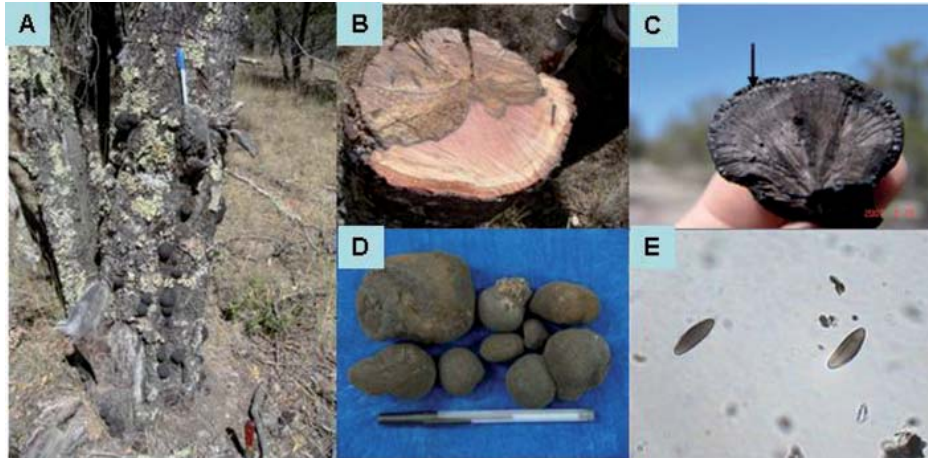


**Fig. 4.** *Ganoderma lucidum*. A) Árbol joven de *Quercus potosina* destruido por *G. lucidum*. Se observa un basidioma y un cancro en la base del tallo. B) Detalle de un basidioma que muestra la parte fértil del basidioma, los poros, y el estípote laqueado. C) Basidiosporas con el ápice truncado (40x) en el interior de un tubo (poro).

deja en exposición una capa polvorienta de esporas asexuales, de color verde olivoso-oscuro, en la superficie del nuevo estroma. Las conidias son subglobosas de cerca de 6  $\mu\text{m}$  de diámetro, y se forman en conidióforos formados en empalizada. Los estromas maduros son duros, hemisféricos a casi esféricos, 1-4 cm de diámetro, café-oscuro a negro, pueden encontrarse solos o en grupos sobrepuestos. Inicialmente, los estromas maduros son carbonáceos con una ligera zona concéntrica. Los peritecios (Fig. 5C) se encuentran arreglados en una capa sencilla justo por debajo de la superficie externa del estroma. Las ascosporas (Fig. 5E) son café oscuras, lisas, elipsoides, y de 14-24 por 4-5.5  $\mu\text{m}$ . Todas las características y síntomas descritos anteriormente concuerdan con las descripciones señaladas por diferentes autores para el hongo *Hypoxylon thouarsianum* (Léveillé) Lloyd (Swiecki y Bernhardt, 2006; Ju-Ming y Rogers 1996).

**Hospedero y distribución.** Este hongo fue localizado sobre árboles jóvenes, maduros, vivos y muertos de *Q. potosina*, *Q. rugosa*, *Q. sideroxyla* y *Q. eduardii*, en Los Alamos 1 y 2, La Congoja 1 y 3, Barranca de Juan Francisco, Mesa del Águila 2 y Barranca Piletas del municipio de San José de Gracia; Mesa Tendida, Monte Grande del municipio de Rincón de Romos, y La Angostura 1 y 2, Barranca Verde, La Angostura, La Ciénega 1 y El Huarache del municipio de Calvillo, Ags. (cuadro 1).

**Importancia.** Poco se conoce sobre la actividad de este hongo relacionado con la muerte de encinos en México. En la sierra fría de Aguascalientes, Romo *et al.* (2007) reportaron la presencia de ascomas de *Hypoxylon* spp., en los tallos de *Q. obtusata* y *Q. potosina*. Sin embargo, no identificaron la especie del hongo y no relacionaron su presencia con síntomas en los árboles. En



**Fig. 5.** *Hypoxylon thouarsianum*. A) Ascomas y cancro en el tallo de *Q. potosina* B) Corte transversal del tallo de un árbol de *Q. eduardii*, a nivel de un cancro y a 1 m del nivel del suelo, donde se aprecia pudrición de albura y duramen por este hongo. C) Peritecios (flecha) en la periferia de un ascoma seccionado longitudinalmente. D) Ascomas de diferentes tamaños recolectados en el árbol de la foto A. E) Fotomicrografía de dos ascosporas (100 x).

un estudio realizado en la Sierra de Lobos, Gto., por Vázquez *et al.* (2004), encontraron que los principales agentes biológicos responsables de la declinación de los bosques de encino son el efecto combinado de *Nectria galligena* y *H. thouarsianum*, quienes actúan en sinergia causando una fuerte micosis en los encinos con un comportamiento agresivo. De manera similar, pero en California, Mason *et al.* (2003) estudiaron la relación de *Phytophthora ramorum* con otros fitopatógenos de *Q. agrifolia*. Encontraron, por los ascomas, que *H. thouarsianum* estuvo presente en el 91% de los árboles enfermos con *P. ramorum* y en el 39% de los árboles sin *P. ramorum*. *Hypoxylon thouarsianum* actúa en sinergia con *P. ramorum* para ocasionar más daño y muerte en los encinos. Al respecto, en este estudio se encontró que los encinos afectados por *G. lucidum* también presentaron

los ascomas de *H. thouarsianum*. Esto nos hace pensar que, al igual que las interacciones de los fitopatógenos anteriormente señalados, *G. lucidum* y *H. thouarsianum* complementan su acción destructiva de la madera para causar una mayor pudrición y muerte de los encinos.

***Biscogniauxia atropunctata*** (Schwein.: Fr.) Pouzar

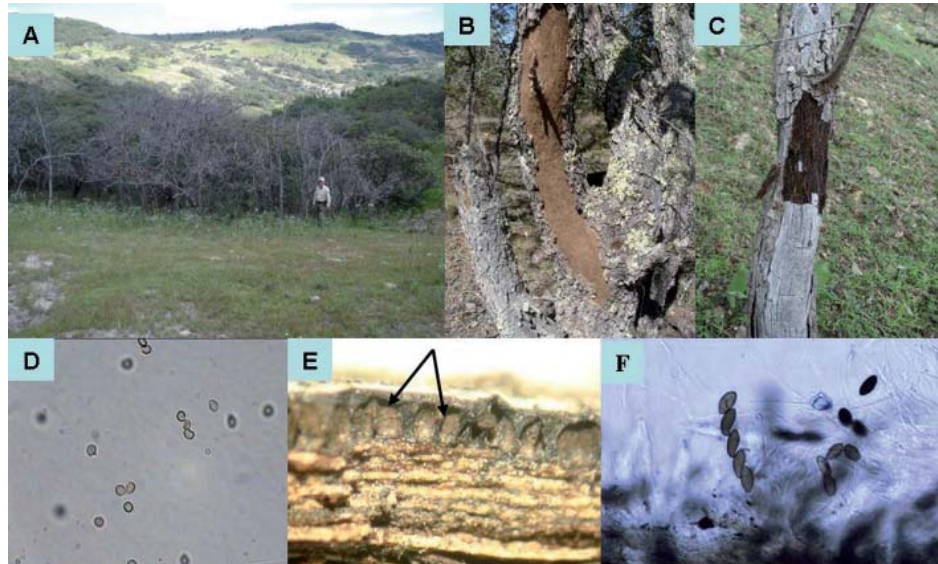
**Síntomas.** *Biscogniauxia atropunctata* (Syn. *Hypoxylon atropunctatum*) lo encontramos en árboles, vivos y aparentemente sanos, creciendo a partir de heridas ocasionadas por los clavos usados para colocar mensajes en los caminos de terracería que conducen a Mesa Tendida, Monte Grande, Rincón de Romos. Al inicio las lesiones son relativamente pequeñas, 10 cm<sup>2</sup>, pero crecen con el tiempo, pierden la corteza y presentaron los

tejidos conductores cubiertos por una masa polvorienta de conidias, de la fase asexual *Periconiella atropunctatum* Sacc., color café (Fig. 6B, D). Doce semanas después se observó que el hongo dejó de producir las conidias café, observando sólo la presencia de un estroma de color gris-plateado sobre el cambium descompuesto y fibroso (Fig. 6C). Posteriormente, el estroma desarrolló puntuaciones diminutas que corresponden a los ostiolos de los peritecios (fase sexual) inmersos en él (Fig. 6C, E). Cuando el estroma está viejo, es parcial o completamente negro. Este hongo se desarrolla por debajo de la corteza y produce una pudrición blanca del xilema y floema e interrumpe el flujo de agua y nutrientes del árbol. Como consecuencia de esto último los árboles presentan hojas amarillentas y pequeñas, muerte descendente de las rama y debilitamiento y muerte (Fig. 6A) de los árboles afectados (Cibrián *et al.*, 2007; Conway y Olson, 2007).

**Signos.** Los estromas que forma este hongo son aplanados o ligeramente ondulados, usualmente multiperiteciados (Fig. 6C, E), cuando son frescos con la parte interna carbonosos y no tienen una organización similar a *Daldinia*. Los peritecios (Fig. 6E) se encuentran rodeados de tejido fúngico de consistencia carbonosa a dura, son ovoideos de 200-300  $\mu\text{m}$  de diámetro x 300-500  $\mu\text{m}$  de longitud. Las ascas son cilíndricas 150-170 x 16-18  $\mu\text{m}$ , con un anillo apical amiloide. Las ascosporas son elipsoides, unicelulares, café-claro, 23-30 x 12-14  $\mu\text{m}$ , con una línea germinal (Fig. 6F), anomorfo de tipo *Periconiella*. Los conidióforos de *Periconiella* son hialinos a amarillentos, lisos, frecuentemente naciendo sobre una hifa aérea, compuesta de un eje principal, 2.5- 4  $\mu\text{m}$  de ancho, y algunas veces una o

más ramas principales, las ramas terminado en dos o tres células conidiógenas. Conidias hialinas, lisos, globosos a subglobosos, 4-5.5 x 3- 4.5  $\mu\text{m}$ , con la base aplanada (Fig. 6D) indicando el punto de unión a las células conidiógenas apicales del conidióforo. Todas las características y síntomas descritos anteriormente concuerdan con las descripciones señaladas por diferentes autores para el hongo *Biscogniauxia atropunctata* (Schwein.: Fr.) Pouzar (Edwards *et al.*, 2003; Vasilyeva *et al.*, 2007; Ju-Ming y Rogers 1996).

**Hospedero y distribución.** Este hongo se encontró en árboles jóvenes, maduros, vivos o muertos, principalmente, de *Q. potosina* en La Sauda I y II de Jesús María, en Barranca Piletas y La Congoja de San José de Gracia, en El Tejamanil y El Pilar de Calvillo y Mesa de los Sapos de Rincón de Romos. Además, en menor grado, en árboles adultos de *Q. eduardii* (cuadro 1). En este estudio se localizaron cerca de 60 árboles jóvenes de *Q. potosina* muertos por *B. atropunctata*, en una área de una hectárea, en La Sauda II, Jesús María. En El Tejamanil, Calvillo, se estimó una incidencia de 80% de *Q. potosina* dañados y muertos por este hongo, mientras que en El Pilar, Calvillo, se estimó una incidencia de 35% de *Q. eduardii* y *Q. potosina* afectados y muertos. Sin embargo, los árboles en esta última localidad, por estar sanos y maduros sólo presentaron al hongo en la parte superficial de la corteza sin causar graves daños. Además, en la Mesa de Los Sapos, Rincón de Romos, se estimó una incidencia de 30% de *Q. potosina* afectados y muertos. En otras localidades estudiadas el porcentaje de incidencia de *B. atropunctata* en los encinos fue menor.



**Fig. 6.** *Biscogniauxia atropunctata*. A) Grupo de árboles jóvenes de *Quercus potosina*, destruidos por el hongo. B) Cancro presentando un polvo café de la fase asexual *Periconiella atropunctatum*. C) Tallo cubierto con un estroma gris, fase sexual del hongo. Además se observa el xilema y floema destruido y fibroso. D) Conidias de *P. atropunctatum* (100x). E) Peritecios (40x, flechas). F) Ascosporas maduras e inmaduras (100 x).

**Importancia.** Cibrián *et al.* (2007) señalan que este hongo se ha encontrado asociado con la muerte de encinos atribuida, en algunos casos a *Phytophthora cinnamomi*, en Aguascalientes, Colima, Guerrero, Nayarit y Puebla. Alvarado *et al.* (2007) reportaron por primera ocasión en Aguascalientes (Rancho Piletas, San José de Gracia) la presencia de *B. atropunctata* y mencionan que este hongo coloniza los árboles debilitados por las bajas temperaturas y falta de agua, factores que están participando como agentes causantes de estrés y muerte en algunos casos. Por otra parte, Tainter *et al.* (1983) señalan que en las costas de Carolina del Sur se presentaron sequías durante 1978 y 1980 y, como consecuencia de ello,

murieron muchos árboles de *Q. phellus*, *Q. laurifolia*, *Q. nigra* y *Q. falcata*. Ellos observaron a *B. atropunctata* colonizando tanto a árboles debilitados como muertos. Edwards *et al.* (2003) señalan que *B. atropunctata* es un hongo que es favorecido por las condiciones de sequía, mismas que debilitan a los encinos. Este hongo también se encuentra afectando árboles de encino en Iowa, Georgia y Oklahoma (Conway y Olson, 2007; Edwards *et al.*, 2003; Price, 2008; Wegulo y Gleason, 2001).

En este trabajo se encontró que los daños más frecuentes que presentan los encinos fueron daños o lesiones conocidas como canchros. Los canchros son lesiones necróticas.

ticas (tejido muerto o pudrición) hundidas en las ramas, tallos o raíces de los encinos causadas por la acción de enzimas que poseen los organismos fitopatógenos (Agrios, 2005). Estas lesiones pueden ser poco profundas y de pequeñas dimensiones, como las causadas por *B. atropunctata* en forma incipiente, o pueden ser profundas y grandes, como las causadas por las tres especies de *Phellinus* (Agrios, 2005; Gilbertson y Ryvarden, 1986 y 1987; Ryvarden, 1991, 2000; Ryvarden y Gilbertson, 1994; Swiecki y Bernhardt, 2006). En general, los canchros estuvieron presentes en 26 de 28 (92.5 %) localidades estudiadas, su incidencia varió de 15% a 74% y la severidad varió de 3% a 27% (cuadro 1). Estas lesiones fueron causadas por diferentes hongos fitopatógenos y oportunistas. Los primeros, tales como *P. robustus*, *P. gilvus*, *P. everhartii* y *G. lucidum*, evolutivamente han adquirido la habilidad (patogenicidad) para afectar a los encinos sin necesidad de que éstos se encuentren debilitados o estresados. Los oportunistas, con moderada o baja patogenicidad, como *H. thouarsianum* y *B. atropunctata*, afectan a los encinos que se encuentran debilitados por algún factor abiótico, sequía, heladas, daños por incendios o granizo, o biótico tal como enfermedades causadas por otros fitopatógenos o daños por insectos (Alvarado *et al.*, 2007; Cibrián *et al.*, 2007; Swiecki y Bernhardt, 2006).

#### Aislamiento de *Phytophthora cinnamomi*

No se aisló a *P. cinnamomi* a partir de las muestras sembradas en los medios de cultivo PDA y PARP. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Alvarado *et al.* (2007), quienes tampoco aislaron a este organismo fitopatógeno en las locali-

dades Mesa del Águila y Rancho Piletas, San José de Gracia, Ags. De las muestras sembradas se aislaron y purificaron hongos como *Aspergillus* sp., uno similar a *Verticillium* sp. y otros hongos que no fueron identificados por no presentar esporulación. Sin embargo, no hubo consistencia en el aislamiento de algún fitopatógeno.

#### CONCLUSIONES

Los canchros, en los tallos y ramas de los encinos fueron los síntomas más importantes observados en el 92% de todas las localidades estudiadas, variando su incidencia de 15% a 75%. En encinos vivos y maduros los fitopatógenos identificados y que causaron canchros fueron: *Phellinus robustus*, *P. gilvus* y *P. everhartii*. En encinos vivos, muertos, jóvenes o maduros se identificó a *G. lucidum*. Además, se identificaron a los hongos oportunistas *Hypoxylon thouarsianum* y *Biscogniauxia atropunctata* en árboles debilitados por factores abióticos o bióticos. Se observó una posible interacción en sinergia entre *G. lucidum* y *H. thouarsianum*, misma que, al parecer, causa mayor daño a los árboles afectados. *Hypoxylon thouarsianum* fue el hongo con mayor distribución encontrándose en 12 de las 28 localidades estudiadas, seguido por *B. atropunctata* (ocho localidades) y *G. lucidum* (cinco localidades). Sin embargo, *B. atropunctata* fue el hongo relacionado a una incidencia de hasta 80% de árboles afectados y muertos de *Q. potosina* en una de las localidades estudiadas. La especie de encino más frecuentemente dañada y distribuida fue *Q. potosina*. La presencia de ascomas y, sobre todo basidiomas, en los canchros de los árboles afectados es poco frecuente observarlos. Por esta razón, para futuros trabajos, es recomendable utilizar



técnicas moleculares, como PCR, para la detección e identificación de los fitopatógenos que causan canchales en los encinos de la Sierra Fría de Aguascalientes. El manejo de las especies de hongos fitopatógenos de los encinos aquí reportados es difícil en razón a que ellos se introducen a los tejidos de los encinos por heridas causados por factores bióticos y abióticos. Sin embargo, es necesario realizar estudios de reforestación para sustituir a los encinos afectados. Se da a conocer, por vez primera en los encinos de Aguascalientes, México, la presencia de los hongos fitopatógenos *Phellinus gilvus*, *P. robustus*, *P. everhartii* y *Ganoderma lucidum*. De igual manera se da a conocer la presencia de *Hypoxylon thouarsianum*, un hongo parásito poco agresivo de los encinos.

#### AGRADECIMIENTOS

A los Fondos Mixtos (FOMIX), CONACyT, del estado de Aguascalientes, por el apoyo brindado para la realización del proyecto intitulado "Ecología, fitopatología y filogenia del género *Quercus* en la Sierra Fría de Aguascalientes", con la Clave: AGS-2005-C01-15087. Al IMAE, a la Asociación Sierra Fría A.C. y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por los apoyos brindados para la realización del presente estudio. A Francisco Juárez Reyes, guardabosques del IMAE, por el apoyo, interés, entusiasmo y dedicación al trabajo que desempeñó en todas las salidas de campo.

#### LITERATURA CITADA

Agrios, N.G., 2005. *Plant Pathology*. Fifth edition. Elsevier Academic Press. U.S.A. 922 p.

Alvarado, R.D.; Saavedra, R.L.L.; Almaraz, S.A.; Tlapal, B.B.; Trejo, R.O.; Davidson, J.M.; Kliejunas, J.T.; Oak, S.; O'Brien, J.G.; Orozco, T. F. y Quiroz, R.D., 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.

Alvarado, R.D.; Saavedra, R.L.L. y Almaraz, S.A., 2008. "Primer Reporte de *Phytophthora cinnamomi* Rands. asociado al encino (*Quercus* spp.) en Teconapa, Guerrero, México". *Agrociencia*, **42**: 565-572.

Alves, A.; Correia A.; Luque J. and Phillips A., 2004. "*Botryosphaeria orticola*, Sp. Nov. on *Quercus* species, with notes and description of *Botryosphaeria stevensii* and its anamorph, *Diplodia mutila*". *Micologia*, **96**: 598-613.

Anónimo, 1981. *Síntesis Geográfica de Aguascalientes*. Secretaría de Programación y Presupuesto. Mexico, DF. 98 Pp.

Appel, D.N., R. Scott Cameron, A. Dan Wilson and Jerral D. Johnson, 1995. "How to identify and manage oak wilt in Texas". <http://800oakwilt.com/spanish/snglish.html>.

Berry, H.F. and Beaton, A.J., 1972. *Decay in oak in the central hardwood region*. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Res. Pap. NE-242. 11 p.

Berry, H.F. and Lombard, F.F., 1978. *Basidiomycetes associated with decay of*

- Living oak trees*. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Res. Pap. NE-413. 8 p.
- Biosca, E.G., R. González, M.J. López-López, S. Soria, C. Montón, E. Pérez-Laorga and M.M. López, 2003. "Isolation and Characterization of *Brenneria quecina*, causal agent for bark canker and drippy nut of *Quercus* spp. In Spain". *Phytopathology*, **93**(4): 485-492.
- Bruhn, N.J.; Thomas E.J.; Arthur L.K.; James J.W. and Theodor D.L., 1998. Identification of *Armillaria* field isolates using isozymes and micelial growth characteristics. *Mycopathologia*, **142**: 89-96.
- Brummer, M., M. Arend, J. Fromm, A. Schlenzig and W.F. Obwald, 2002. "Ultrastructural changes and immunocytochemical localization of the *Elicitor quercinin* in *Quercus robur* L. roots infected with *Phytophthora quercina*". *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **61**: 109-120.
- Cibrián, T.D.; Alvarado, R.D. y García, D.S.E., 2007. *Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in Mexico*. UACH; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- Conway, E.K. and Olson B., 2007. *Hypoxylon canker of oaks*. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets EPP-7620. 2 p.
- Dawner, J., 2001. *Landscape notes*. University of California Cooperative Extension. Vol. XXI Number 1. 4 p.
- De la Cerda, L.M., 1999. *Encinos de Aguascalientes*. 2a ed. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. 88 p.
- Downer, J., 2006. Diagnosing your oak tree: Part 1 "Diseases". *Landscapes Notes*. University of California. vol. 19, Núm. 4. 12 p.
- Edwards, L.R.; Jonglaeka, N.; Kshirsagar, A.; Maitland, J.D.; Mekkamol, S.; Nugent, K.L.; Phosri, C.; Rodtong, S.; Ruchichachorn, N.; Sangvichien, E.; Sharples, P.G.; Silhanonth, P.; Suwanasai, N.; Thienhirun, S.; Whalley, J.S.A. and Whalley, A.M., 2003. "The xylariaceae as phytopathogens". *Recent Res. Devel. Plant Sci.*, **1**: 1-19.
- Erwin, C.D. and Ribeiro, K.O., 1996. *Phytophthora diseases worldwide*. APS Press. St. Paul Minesota, EUA. 562 p.
- Fairweather, L.M.; McMillin, J.; Rogers, T. and Conklin, D., 2006. *Field guide to insect and diseases of Arizona and New Mexico*. USDA, Forest Service, Southwestern Region. Document MR-R3-16-3. 271 p.
- Gilbertson, R.L. and Ryvarden, L., 1986. *North American Polypores*. vol. 1 *Abortiporus-Lidtneria*, Fungoflora Oslo. Norway, 433 pp.
- , 1987. *North American Polypores*. vol. 2 *Abortiporus-Lidtneria*, Fungoflora Oslo. Norway, 452 pp.

- Guglielmo, F.; Bergemann, S.E.; Gonthier, P.; Nicolotti, G. and Garbelotto, M., 2007. "A multiplex PCR-based method for the detection and early identification of wood rotting fungi in standing trees". *Journal of Applied Microbiology*, **103**: 1490-1507.
- Guglielmo, F.; Gonthier, P.; Garbelotto, M. and Nicolotti, G., 2008. "A PCR-based method for the identification of important wood rotting fungal taxa within *Ganoderma*, *Inonotus* s.l. and *Phellinus* s.l.". *FEMS Microbiol. Lett.* **282**: 228-237.
- Grand, L.F. Grand and Vernia, C.S., 2004. "Biogeography and hosts of poroid wood decay fungi in North Carolina: species of *Phellinus* and *Schizopora*. Department of Plant Pathology, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina". *Mycotaxon*, **89**: 181-184.
- Hickman, W.G. and Perry, E.J., 2003. *Wood decay fungi in landscape trees*. Pest Notes. University of California, UC-IPM. USA. Publication 74109. 4 p.
- Ju-Ming, J. and Rogers, D.J., 1996. *A revision of the genus Hypoxylon*. The Mycological Society of America. Memoir No. 20. APS Press. St.Paul, Minnesota, USA. 382 pp.
- Kliejunas, J., 2005. "Oak decline investigations in Mexico. A cooperative effort". USDA Forest Service, Forest Health Protection. Pacific Southwest Region, Vallejo. Internet. <http://www.google.com.mx/search?hl=es&site=Search&q=Oak+decline+investigations+in+Mexico.+A+cooperative+effort.+USDA+Forest+Service%2C+&btnG=Buscar&meta=>
- Lewis, R., Jr., 1981. "*Hypoxylon* spp., *Ganoderma lucidum* and *Agrilus bilineatus* in association with drought related oak mortality in the South. (Abstr.)", *Phytopathology*, **71**(8): 890.
- Luna, J. A. de L.; Montalvo, E. L. y Rendón, A.B., 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, **72**: 107-117.
- Mason, G.; Swiecki, J.T. and Bernhardt, E., 2003. "Relationships between *Phytophthora ramorum* (sudden oak death) and failure potential in coast live oak". USDA Forest service and Phytosphere research. *Phytosphere research project* Num. 2002-0802. 57 pp.
- Nasir, N., 2005. "Diseases caused by *Ganoderma* spp. on perennial crops in Pakistan". *Mycopathologia*, **159**: 119-121.
- Nixon, C.K., 1998. "El género *Quercus* en México". En: *Diversidad biológica de México orígenes y distribución*. UNAM. México. 792 p.
- Olsen, M., 1999. *Diseases of urban plants in Arizona. Cooperative extension*, College of agriculture and life sciences, The University of Arizona. AZ1124. 28 p. [ag.arizona.edu/pubs/diseases/az1124.pdf](http://ag.arizona.edu/pubs/diseases/az1124.pdf)
- Pataký, N.R., 1999. *IPM: Report on plant disease: Wood rots and decays*. Universi-

- ty of Illinois at Urbana. Department of crop sciences. RPD No. 642. 9 p.
- Pegler, D.N. and Waterston, J.M., 1968. *Phellinus robustus*. [Descriptions of fungi and bacteria]. IMI descriptions of fungi and bacteria, (No. 20) Sheet 197.
- Price, S.T., 2008. *Forest Health Guide for Georgia*. 3rd ed. Georgia Forestry Commission 1-800-GA-TREES. USDA - Forest Service. USA. 161 p.
- Romero, C.S., 1999. *Hongos fitopatógenos*. Segunda reimpresión. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 347 p.
- Romo, D.B.; Velázquez, V.R.; Siqueiros, D.M.E.; Sánchez, M.G.; De la Cerda, L.M.; Moreno, R.O. y Pérez, M.B.E., 2007. "Organismos con efecto potencial en el declinamiento de encinos de la Sierra Fría, Aguascalientes, México". *Investigación y Ciencia*, **15**: 11-19.
- Ryvarden, L., 1991. "Genera of Polypores. Nomenclature and taxonomy". *Sinopsis Fungorum*, 5. Fungoflora, Oslo, Norway, 349 pp.
- Ryvarden, L., 2000. "Studies in neotropical polypores 2: a preliminary key to neotropical species of *Ganoderma* with a laccate pileus". *Mycologia*, **92**: 180-191.
- Ryvarden, L. and Gilbertson, R.L., 1994. *Europan Polypores*. Part 1 "Abortiporus – Lindeteria". Fungiflora, Oslo. 387 p.
- Schwarze, F. and Ferner, D., 2003. "Ganoderma on Trees - Differentiation of species and studies of invasiveness". *Arboricultural Journal*, **27**: 59-77.
- Swiecki, T.J. and Bernhardt, E.A., 1990. "A Delicate balance: Impacts of diseases and insects on the health of California oaks". *Fremontia*, **18**: 58-63.
- , 2006. *A field guide to insects and diseases of California oaks*. Gen. Tech Rep. PSW-GTR-197. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 151 p.
- Tainter, F.H.; Willimas, T.M. and Cody, J.B., 1983. "Drought as a cause of oak decline and death on the South Carolina coast". *Plant disease*, **67**: 195-197.
- Tainter, F.H.; O'Brien, J.G.; Hernández, A.; Orozco, F. and Rebolledo, O., 2000. "*Phytophthora cinnamomi* as a cause of oak mortality in the state of Colima, Mexico". *Plant Dis.*, **84**(4): 394-398.
- Turco, E., T.J. Close, R.D. Fenton and A. Ragazzi, 2004. "Síntesis of Dehydrin-like proteins in *Quercus ilex* L. and *Quercus ceris* L. seedlings subjected to water stress and infection with *Phytophthora cinnamomi*". *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **65**: 137-144.
- Valencia, A.S., 2004. "Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México". *Bol. Soc. Bot., Méx.*, **75**: 33-53.
- Vasilyeva, L.N.; Stephenson, S.L. and Miller, A.N., 2007. "Pyrenomycetes of

Moreno-Rico, O. et al.: Diagnóstico fitopatológico de enfermedades de encinos y su distribución en Ags., Méx.

- the Great Smoky Mountains National Park. IV. *Biscogniauxia, Camaropella, Camarops, Camillea, Peridoxylon* and *Whalleya*". *Fungal Diversity*, **25**: 219-231.
- Vázquez, S. L.; Tamarit, U.J.C.; Quintanar, O.J. y Varela, F.L., 2004. "Caracterización de la declinación de bosques de encino en "Sierra de Lobos" Guanajuato, México". *Polibotánica*, **17**: 1-14.
- Wargo, P.M., David R. Houston and Leon A. Lamadeleine, 1983. *Forest Insect & Disease Leaflet* 165. USDA. 8 pp.
- Wegulo, S. and Gleason, M., 2001. *Sustainable urban landscapes: Fungal cankers of trees*. Iowa State University. University extension. 8 p.
- Zavala, Ch.F., 1989. *Identificación de encinos de México*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 150 p.

Recibido: 22 mayo 2009. Aceptado: 1 diciembre 2009.

**Cuadro 1.** Estimación de daños por enfermedades en diferentes localidades de la Sierra Fría, Aguascalientes, obtenida mediante el muestreo en transectos de dimensiones variables que incluyó la revisión de 20 árboles cada uno.

Lugar y fecha	Coordenadas geográficas Latitud N y Longitud W	Frecuencia especies encino	Árboles (%)			Cancros (%) Basal/ Severidad media %	Fitopatógeno %	
			S	E	M		Transecto (20 árboles)	100 árboles
Los Alamitos 1, Sn. José de Gracia. 23-VII-07	22° 10' 28.8" y 102° 35' 16"	<i>Q. potosina</i> 20	25	70	5	40/M = 17		H.t. (10) G.l. (5)
La Angostura 1, Calvillo. 23-VII-07	22° 05' 56.5" y 102° 41' 48.5"	<i>Q. potosina</i> 20	25	75	0	50/M = 27	—	G.l. (1) H.t. (4)
La Ciénega, Calvillo. 6-VIII-07	22° 09' 03" y 102° 39' 28"	<i>Q. potosina</i> 20	80	20	0	20	H.t. (5)	H.t. (5)
Los Alamitos 2, Sn. José de Gracia. 20-VIII-07	22° 10' 28.8" y 102° 35' 16"	<i>Q. potosina</i> 20	65	35	0	30/M = 8	—	G.l. (5) H.t. (6)
La Angostura 2, Calvillo. 20-VIII-07	22° 05' 56.5" y 102° 41' 48.5"	<i>Q. rugosa</i> 20	35	65	0	40 /M = 17	H.t. (5)	H.t. (5)
La Congoja 1, Sn. José de Gracia. 20-VIII-07	22° 09' 45" y 102° 33' 54"	<i>Q. potosina</i> 20	45	50	5	50/M = 15	—	G.l. (1) H.t. (3) B.a (4)
Gracias a Dios, Jesús María. 27-VIII-07	21° 56' 15" y 102° 29' 53"	<i>Q. resinosa</i> 20	25	75	0	75/ M = 8	—	—
El Ocote, Ags. 27-VIII-07	21° 45' 06.6" y 102° 33' 18.5"	<i>Q. resinosa</i> 19 <i>Q. eduardii</i> 1	40	60	0	55/M = 21	—	— P.g. (1)
Barranca Verde, La Angostura, Calvillo, 3-IX-07	22° 05' 52" y 102° 41' 44.8"	<i>Q. potosina</i> 16 <i>Q. eduardii</i> 3 <i>Q. resinosa</i> 1	20	80	0	65/M = 12	H.t. (20) — —	H.t. (20) — —

Cuadro 1. Continuación.

Lugar y fecha	Coordenadas geográficas Latitud N y Longitud W	Frecuencia especies encino	Árboles (%)			Cancros (%) Basal/ Severidad media %	Fitopatógeno %	
			S	E	M		Transecto (20 árboles)	100 árboles
La Sauda I, Jesús María. 17-IX-07	21° 58' 51" y 102° 34' 07.7"	<i>Q. potosina</i> 20	35	60	5	50/M = 17	—	B.a. (4)
La Sauda II, Jesús María. 17-IX-07	21° 58' 34" y 102° 32' 13"	<i>Q. potosina</i> 20	10	85	5	70/M = 7	—	B.a. (30)
El Colorín, Jesús, María. 17-IX-07	21° 58' 55" y 102° 32' 08.1"	<i>Q. potosina</i> 20	55	35	10	30/5.4	—	—
Barranca Juan Fco., Sn. José de Gracia. Cara NE. 1-X-07	22° 12' 46.8" y 102° 38' 33.3"	<i>Q. rugosa</i> 19 <i>Q. sideroxyla</i> 1	40	60	0	40/M = 11	— —	— —
Barranca Juan Fco., Sn. José de Gracia Cara SE. 1-X-07	22° 12' 47.4" y 102° 38' 38.6"	<i>Q. potosina</i> 13 <i>Q. eduardii</i> 7	50	45	5	45/M = 14	H.t. (5) —	H.t. (5) P.r. (1)
Mesa Tendida, Montegrande, Rincón de Romos. 15-X-2007	22° 17' 94" y 102° 36' 17"	<i>Q. sideroxyla</i> 18 <i>Q. potosina</i> 2	70	30	0	30/M = 4.6	H.t. (15)	H.t. (15)
Barranca Oscura, Calvillo. 12-XI-07	21° 46' 00.4" y 102° 43' 12.4"	<i>Q. resinosa</i> 13 <i>Q. potosina</i> 7	45	55	0	45/M = 5.5	—	—
Los Alisos, Calvillo. 12-XI-07	21° 45' 21.5" y 102° 42' 36"	<i>Q. obtusata</i> 9 <i>Q. gentryi</i> 6	25	75	0	15/M = 26	—	—
Mesa El Águila 1, Sn. José de Gracia. 3-XII-07	22° 12' 22" y 102° 35' 52"	<i>Q. potosina</i> 20	45	55	0	40/M = 16	P.r. (10)	P.r. (10) P.e. (2)

Cuadro 1. Continuación.

Lugar y fecha	Coordenadas geográficas Latitud N y Longitud W	Frecuencia especies encino	Árboles (%)			Cancros (%) Basal/ Severidad media %	Fitopatógeno %	
			S	E	M		Transecto (20 árboles)	100 árboles
Mesa El Águila 2, Sn. José de Gracia. 11-II-08	22° 12' 36" y 102° 35' 58"	<i>Q. potosina</i> 20	5	90	5	70/M = 5	G.l. (10)	G.l. (10) P.e. (1)
El Huarache, Calvillo. 3-III-08	21° 52' 08" y 102° 50' 59"	<i>Q. potosina</i> 12 <i>Q. eduardii</i> 8	20	80	0	40/M = 17		P.r. (1) H.t. (3)
La Ciénega 2, Calvillo. 4-VIII-08	22° 09' 03" y 108° 39' 28"	<i>Q. potosina</i> 15 <i>Q. eduardii</i> 4 <i>Q. sideroxyla</i> 1	75	25	0	25/M = 3	—	—
La Congoja 2, Sn. José de Gracia. 20-X-08	22° 09' 29" y 102° 32' 30"	<i>Q. potosina</i> 20	75	15	10	0	—	B.a. (4)
La Congoja 3, Sn. José de Gracia. 20-X-08	22° 9' 39" y 102° 33' 00"	<i>Q. grisea</i> 14 <i>Q. potosina</i> 6	10 0	0	0	0	— H.t. (5)	— H.t. (6)
Peñón Blanco, La Congoja, Sn. José de Gracia. 20-X-08	22° 10' 12" y 102° 31' 13"	<i>Q. resinosa</i> 15 <i>Q. eduardii</i> 5	90	10	0	10/M = 20	—	—
Barranca Piletas, Sn. José de Gracia. 29-X-08	22° 12' 16" y 102° 36' 23"	<i>Q. sideroxyla</i> 13 <i>Q. rugosa</i> 7	35	65	0	60/M = 6.2	H.t. (5) —	B.a. (3) —
El Tejamanil, Calvillo. 3-III-09	22° 05' 11" y 102° 43' 03"	<i>Q. potosina</i> 20	75	25	0	15/M = 5	B.a. (80)	P.r. (1) B.a. (80)



**Cuadro 1.** Continuación.

Lugar y fecha	Coordenadas geográficas Latitud N y Longitud W	Frecuencia especies encino	Árboles (%)			Cancros (%) Basal/ Severidad media %	Fitopatógeno %	
			S	E	M		Transecto (20 árboles)	100 árboles
El Pilar, Calvillo. 3-III-09	22° 04' 40" y 102° 43' 37"	<i>Q. eduardii</i> 15 <i>Q. potosina</i> 5	50	45	5	35/M = 6	B.a. (35)	B.a. 35%
Mesa de los Sapos, Rincón de Romos. 19-III-2009	22° 14' 43" y 102° 29' 11"	<i>Q. potosina</i> 19 <i>Q. grisea</i> 1	50	50	0	30/M = 4	B.a. (30)	B.a. (30) P.r. (1)

P.g. = *Phellinus gilvus*; P.r. = *Phellinus robustus*; P.e. = *Phellinus everhartii*; H.t. = *Hypoxylon thouarsianum*; B.a. = *Biscogniauxia atropunctata*, G.l. = *Ganoderma lucidum*; M = Media.