



Nota de investigación / Research note

Enfermedades foliares del arbolado en el Parque Cultural y Recreativo Tezozómoc, Azcapotzalco, D.F.

Foliar diseases of the trees in the Tezozómoc Cultural and Recreational Park, Azcapotzalco, Distrito Federal

José Francisco Reséndiz Martínez¹, Lidia Guzmán Díaz², Ana Lilia Muñoz Viveros²,
Cecilia Nieto de Pascual Pola¹ y Lilia Patricia Olvera Coronel³

Resumen

Ante el interés por conservar al Parque Cultural y Recreativo Tezozómoc (PCyRT) a partir de los beneficios ecológicos que brinda a la sociedad y a la fauna que alberga, se realizó un diagnóstico fitosanitario de su arbolado, así como una revisión de las condiciones físicas y sanitarias para determinar su estado actual. Se muestreó 10 % del total de las especies dominantes, mientras que para las asociadas se consideraron todos los individuos. Se recolectó material botánico para su determinación mediante claves y para su análisis con base en sus signos y síntomas patológicos. Los patógenos se encontraron en árboles adultos. Se contabilizaron 3 758 árboles, que pertenecen a 30 especies o variedades agrupadas en 16 familias; 67 % (20) son perennifolias y 33 % (10) son caducifolias. Las especies más abundantes y de mayor cobertura fueron *Eucalyptus camaldulensis*, *Populus tremuloides*, *Pinus radiata* var. *binata*, *Fraxinus uhdei*, *Schinus molle* y *Cupressus lusitanica*, lo que indica la poca diversidad. De ellas, nueve presentaron daños en el follaje por diferentes hongos; y cinco, en particular, por *Fusarium*, que se identifica por manchados cloróticos. La necrosis observada en *Erythrina coralloides* y *Fraxinus uhdei* se relaciona con *Alternaria* sp. Los hongos con mayor incidencia en sus hospederos fueron *Phoma glomerata* en *Acacia retinoides* y *Alternaria alternata* en *Fraxinus uhdei*, ambas presentes en la totalidad de los ejemplares y *Melampsora epitea* en *Salix babylonica* en 90 %. Se tiene como nuevo registro de la posible asociación del eriódido de la flor *Aceria fraxiniflora* en *Fraxinus uhdei* con el micromiceto *Fusarium sporotrichioides*.

Palabras clave: Azcapotzalco, fitófagos, fitosanitario, *Fusarium*, Parque Cultural y Recreativo Tezozómoc, patógenos forestales.

Abstract

In view of the interest to preserve the Tezozómoc Cultural and Recreational Park (TCRP) due to the environmental benefits that it provides to the fauna that lives in it as well as to society, a phytosanitary diagnosis of its trees was performed and the physical and sanitary conditions of the trees were examined in order to determine their current status. 10 % of the total dominant species were sampled, and all the individuals of the associated species were considered. Botanical materials were collected for their determination and for their analysis based on pathological signs and symptoms. Pathogens were found in adult trees. 3 758 trees were counted, belonging to 30 species or varieties grouped into 16 families; 67 % (20) of these trees are evergreen, and the remaining 33 % (10) are deciduous. The most abundant species and those with the largest cover were *Eucalyptus camaldulensis*, *Populus tremuloides*, *Pinus radiata* var. *binata*, *Fraxinus uhdei*, *Schinus molle* and *Cupressus lusitanica*, which is indicative of little diversity. Nine of these species exhibited foliar damage from various fungi; five of these –particularly *Fusarium*– are characterized by chlorotic mottling. The necrosis observed in *Erythrina coralloides* and *Fraxinus uhdei* is related to *Alternaria* sp. The most prevalent fungi and their hosts were *Phoma glomerata* in *Acacia retinoides* and *Alternaria alternata* in *Fraxinus uhdei*, both present in all the individuals, and *Melampsora epitea*, occurring in 90 % of the *Salix babylonica* specimens. A potential association between the ash flower eriophyid *Aceria fraxiniflora* in *Fraxinus uhdei* and the *Fusarium sporotrichioides* micromycetes fungus has recently been reported.

Key words: Azcapotzalco, phytofagous, phytosanitary, *Fusarium*, Tezozómoc Cultural and Recreational Park, forest pathogens.

Fecha de recepción/date of receipt: 6 de marzo de 2014; Fecha de aceptación/date of acceptance: 20 de abril de 2015.

¹ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP. Correo-e: resendiz.franisco@inifap.gob.mx

² Laboratorio de Control de Plagas, Unidad de Morfología y Función. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.

³ Ex investigadora del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

El concepto de áreas verdes urbanas agrupa un conjunto de espacios libres de pavimento o construcción dentro de las ciudades y cuya vegetación es nativa o introducida; con ese concepto se denominan bosques, parques y jardines, así como barrancas, gloriets, camellones y espacios abiertos (Martínez, 2008). Los beneficios que otorgan están ligados a funciones como regulación del microclima, equilibrio y control de problemas ambientales, arquitectura del paisaje, hábitat, recreación y esparcimiento (González y García, 2007).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el óptimo para una buena calidad de vida en la ciudad es de 8 a 12.5 m² de áreas verdes por habitante. En el Distrito Federal existe una clara distribución desigual de las áreas verdes: mientras que delegaciones como Tlalpan y Miguel Hidalgo albergan 12.11 y 10.8 m² por habitante respectivamente, otras como Xochimilco y Azcapotzalco tienen apenas 0.77 y 0.97 m² (PAOT, 2010). El crecimiento acelerado de la ciudad ha ocasionado que estas extensiones disminuyan.

Las especies vegetales durante su crecimiento y desarrollo enfrentan diferentes tipos de presiones selectivas de naturaleza biótica y abiótica. En los primeros queda comprendido el daño causado por fitófagos y patógenos principalmente, mientras que entre los segundos se incluyen a las deficiencias nutricionales del suelo, la mala calidad del agua, las condiciones microclimáticas, el pH y la luz (Azcon-Bieto, 1993), que provocan lesiones de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o incluso la muerte, con las respectivas repercusiones negativas de tipo ecológico, económico y social (Semarnat, 2002).

Por lo anterior, es necesario proteger y conservar los espacios verdes de cualquier tipo de actividad que los deterioren, que restrinjan su desarrollo normal, o que conduzcan a su pérdida; es importante, entonces, realizar evaluaciones continuas de las áreas verdes, por medio de inventarios que proporcionen información para propósitos de inversión, administración y financiamiento.

Desde hace varias décadas se han realizado esfuerzos orientados al diagnóstico fitosanitario de las áreas verdes en la Ciudad de México con el fin de detectar los agentes causales de los síntomas de daño que ostentan, a fin de definir las bases para su eventual recuperación.

Así, por ejemplo, la condición patológica de *Pinus radiata* D. Don., en el sur de esta gran metrópoli se ha asociado con la infestación de *Alternaria* sp. y con menor frecuencia a *Helmithosporium* sp. y *Curvularia* sp.

Velasco *et al.* (2003) hicieron un diagnóstico sanitario de los bosques al sur del Distrito Federal y determinaron que entre 8.9 y 18.5 % están plagados, mientras que el de árboles enfermos está entre 4.2 y 13.7 %; identificaron a *Pinus hartwegii*

The concept of green urban areas groups together a variety of spaces located within the cities harboring native or introduced vegetation; this concept encompasses forests, parks and gardens, as well as ravines, roundabouts, median strips and open spaces (Martínez, 2008). The benefits they bring are linked to such functions as microclimate regulation, environmental balance and control of environmental problems, landscape architecture, habitat, recreation and leisure (González and García, 2007).

The World Health Organization (WHO) establishes 8 to 12.5 m² of green areas per inhabitant as the optimal proportion for a good life quality in the city. In the *Distrito Federal* there is evidently an unequal distribution of green areas: while such delegations as *Tlalpan* and *Miguel Hidalgo* have 12.11 and 10.8 m² per inhabitant, respectively, others like *Xochimilco* and *Azcapotzalco* have barely 0.77 and 0.97 m² (PAOT, 2010). The accelerated growth of the city has brought about the reduction of these areas.

During their growth and development, vegetal species face various types of selective pressures both biotic and abiotic in nature. The first include the damage caused mainly by phytofagous and pathogenic organisms, while abiotic factors include soil nutritional deficiencies, poor water quality, microclimatic conditions, pH and light intensity (Azcon-Bieto, 1993), which cause mechanical or physiological damage to the trees, such as deformations, growth reduction, weakening or even death, with the respective negative environmental, economic and social repercussions (Semarnat, 2002).

For the above reasons, it is necessary to protect and preserve green spaces from any type of activities that may cause them damage, restrict their normal development or cause their loss; it is important, then, to assess the green areas continually, by means of inventories that may provide information for investment, management and budgeting purposes.

During the last few decades efforts have been made to carry out a phytosanitary diagnosis of the green areas of Mexico City in order to detect the causal agents of the symptoms of damage that they exhibit and determine the bases for their eventual recovery.

Thus, for example, the pathological condition of *Pinus radiata* D. Don., in the south of this large metropolis has been associated to infestation by *Alternaria* sp. and, less frequently, by *Helmithosporium* sp. and *Curvularia* sp.

Velasco *et al.* (2003) made a sanitary diagnosis of the forests in the south of the *Distrito Federal* and found that between 8.9 and 18.5 % are infested, while the percentage of sick trees ranges between 4.2 and 13.7 %; they identified *Pinus hartwegii* Lindl. As the forest species most frequently attacked by pests

lindl. como la especie forestal más atacada por plagas (8.1 %) y enfermedades foliares (7.6 %) como *Lophodermium* sp., con 5.7 %. En virtud de que los porcentajes de enfermedades son relativamente bajos, se considera que no ejercen un impacto negativo sobre los recursos forestales.

Con base en lo anterior se juzgó importante llevar a cabo un estudio sobre los patógenos foliares en el Parque Cultural y Recreativo Tezozómoc (PCyRT), Azcapotzalco, México, D.F., cuyos objetivos consistieron en localizar y describir la sintomatología en el arbolado ocasionado por los organismos identificados, así como detectar y determinar los organismos micro y macroscópicos que afectan al arbolado de la zona de estudio.

El Parque Cultural y Recreativo Tezozómoc (PCyRT) fue diseñado en 1978 por el arquitecto Mario Schjetman de Garduño e inaugurado el 21 de marzo de 1982 como un espacio cultural-recreativo, en una zona densamente poblada del noroeste de la Ciudad de México, donde escasean las áreas verdes; el propósito de este proyecto fue recrear la topografía-orografía del Valle de México y sus cinco lagos de finales del siglo XV, para ofrecer a través de un recorrido cultural, una visión histórica y ecológica de manera fácil y atractiva.

El PCyRT se ubica al noroeste de la delegación Azcapotzalco, en el Distrito Federal; sus coordenadas son 19°29'05" norte y 99°12'38" oeste a 2 250 msnm (Figura 1) y abarca una superficie de 270 000 m² (González y Moctezuma, 2000). Hacia el norte colinda con el municipio Tlalnepantla, al oeste con el municipio Naucalpan, al sur con las delegaciones Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo y al oriente con la Gustavo A. Madero.

(8.1 %) and foliar diseases (7.6 %) such as *Lophodermium* sp., with 5.7 %. Because the percentages of diseases are relatively low, they are not considered to have a negative impact on forest resources.

Based on these data, it was considered important to carry out a study on foliar pathogens in the Tezozómoc Cultural and Recreational Park (TCRP) in Azcapotzalco, Mexico, D.F., with the purpose of locating and describing the symptoms caused in the trees by the identified organisms, as well as to detect and determine the micro and macroscopic organisms that affect the trees in the study area.

The Tezozómoc Cultural and Recreational Park (TCRP) was designed in 1978 by architect Mario Schjetman de Garduño and inaugurated on March 21, 1982, as a cultural-recreational space in a densely populated area of northeast Mexico City, where green areas are scarce; the purpose of this project was to recreate the topography-orography of the Valley of Mexico and its five lakes at the end of the 15th century, in order to offer, by means of a cultural tour, an easy and attractive view of its history and ecology.

The TCRP is located in the northeast of the Azcapotzalco delegation in Mexico City; its coordinates are 19°29'05" north and 99°12'38" west, at an altitude of 2 250 masl (Figure 1) and it covers a surface area of 270 000 m² (González and Moctezuma, 2000). To the north it borders with the municipality of Tlalnepantla; to the west, with the municipality of Naucalpan; to the south with the Cuauhtémoc and Miguel Hidalgo delegations, and to the east, with the Gustavo A. Madero delegation.



Fuente: <https://www.google.com.mx/maps/@19.49858,-99.2059035,1462m/data=!3m1!1e3>

Source: <https://www.google.com.mx/maps/@19.49858,-99.2059035,1462m/data=!3m1!1e3>

Figura 1. Vista aérea del Parque Cultural y Recreativo Tezozómoc.

Figure 1. Aerial view of the Tezozómoc Cultural and Recreational Park.

De acuerdo con la estación meteorológica de Azcapotzalco, el clima corresponde al tipo C (w_o), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, según la clasificación de Köppen modificado por García (Delegación Azcapotzalco, 2000).

En la actualidad los suelos que existen en el Parque Tezozómoc son rellenos sanitarios compuestos principalmente por escombros y basura, por lo que dada su influencia antrópica este tipo de suelo se le conoce como Andosol (DEA, 2014).

Actividades de campo

Se realizó un recorrido preliminar en el parque Tezozómoc, con ayuda de un mapa local. Se exploraron las diferentes zonas del parque, y se definieron la distribución y tipo de agregación que presenta el arbolado. Con esta información se llevó a cabo un muestreo de 10 % de la frecuencia total de las especies dominantes, mientras que para aquellas especies con poca frecuencia se consideró el total de los individuos.

Colecta de material botánico y patológico

Las especies botánicas fueron determinadas con el apoyo de la bibliografía especializada en arbolado y vegetación urbana (Rodríguez y Cohen, 2003; Martínez, 2008), en el caso de los pinos que no se pudieron identificar en el área de muestreo se realizaron colectas, las cuales fueron prensadas y desecadas para su herborización (Vela *et al.*, 1979).

Para la colecta de material patológico se tomaron estructuras de los hospedantes que presentaron algún síntoma, utilizando navajas y tijeras para podar de uso convencional, posteriormente se colocó en bolsas de plástico previamente etiquetadas con la fecha y lugar de colecta; se mantuvieron en refrigeración para evitar su desecación y preservarlas en condiciones óptimas para su análisis. Todas las colectas de este tipo se llevaron al Laboratorio de Entomología y Fitopatología Forestal del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid-Comef) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Determinación botánica y patológica

Para la identificación de los pinos se realizaron cortes transversales de las acículas y se colocaron con unas gotas de glicerina en un porta objetos, para ser observados en el microscopio óptico y ver la disposición de los canales resiníferos, utilizando las claves de Farjon *et al.* (1997) y Martínez (1948).

Las muestras con síntomas patológicos fueron observadas en el microscopio estereoscópico (Carl Zeiss, Stemi 2000-C) con el fin de detectar estructuras fúngicas, se hicieron

Based on the reports of the Azcapotzalco meteorological station, the climate is C (w_o) type, sub-humid temperate with summer rains and a medium humidity, according to Köppen's classification modified by García (Delegación Azcapotzalco, 2000).

The soils existing today in the Tezozómoc Park are sanitary landfills consisting mainly of waste and debris; because of the anthropic influence on this soil, it is known as androsol (DEA, 2014).

Field activities

A preliminary tour of the Tezozómoc Park was carried out, with the aid of a local map. The various areas of the park were explored to determine its distribution and the type of aggregation of its trees. With this information, a sampling of 10 % of the total frequency of the dominant species was selected, while all individuals of the species with a low frequency were considered.

Collection of botanical and pathological materials

The botanical species were determined with the support of the specialized bibliography on urban trees and vegetation (Rodríguez and Cohen, 2003; Martínez, 2008). Samples were taken from those pine species that could not be identified and subsequently pressed and dried for herborization (Vela *et al.*, 1979).

For the collection of pathological materials, structures of hosts exhibiting a symptom were taken, using knives and conventional pruning scissors; the samples were then placed in plastic bags previously labeled with the collection date and site and were kept refrigerated in order to avoid their desiccation and to maintain them in optimal conditions for analysis. All the samples thus collected were taken to the Laboratory of Entomology and Forest Phytopathology of the *Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid-Comef) of Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)*.

Botanical and pathological assessment

In order to identify the pines, transversal cuts of the needles were made and placed on a slide, with a few drops of glycerine, for observation under the optical microscope and in order to see the arrangement of the resiniferous canals, using the codes of Farjon *et al.* (1997) and Martínez (1948).

Samples exhibiting pathological symptoms were observed under the stereoscopic microscope (Carl Zeiss, Stemi 2000-C); scraping was carried out in order to detect fungal structures, and adhesive tape was used to collect detected powdery mildew. In both cases, the material was placed on slides and stained with lactophenol cotton blue for its assessment and observation under the optic microscope. 1 cm dissections were carried

raspados y para las cenicillas detectadas se utilizó una cinta adhesiva. En ambos casos, el material se colocó sobre laminillas y se tiñó con azul-lactofenol-algodón, para su determinación y observación en el microscopio óptico. De los ejemplares que no presentaron alguna estructura fúngica, se realizaron disecciones aproximadamente de 1 cm de la parte afectada, enseguida se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1 %, durante 1 minuto para asepticizarlos, se enjuagaron 3 veces en agua destilada esterilizada y se colocaron en cajas Petri con papel filtro estéril. Una vez secadas las muestras se sembraron en medio PDA (Papa-Dextrosa-Agar) y se incubaron a una temperatura de 28 °C, hasta que se observó crecimiento fúngico.

Con los micromicetos ya desarrollados se hicieron preparaciones semipermanentes, para lo cual se colocaron en laminillas con el colorante azul-lactofenol algodón para su observación y se identificaron con ayuda de las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1972), Ellis (1971), Ainsworth (1973), Domsch y Anderson (1980), Cummins e Hiratsuka (1983); posteriormente se tomaron fotografías con una cámara *Canon PowerShot A640*, adaptada al microscopio óptico *Carl Zeiss Axiostar Plus*.

Análisis patológico

Para procesar los datos obtenidos de las muestras patológicas se utilizó la frecuencia relativa, la cual se considera como el número de estaciones en las que una especie aparece registrada cuando menos una vez y se expresa en porcentaje (Dix, 1959), cuya fórmula es:

$$F = (mi/M) 100$$

Donde:

mi = Número de muestras en las que aparece una especie

M = Total de las muestras

Composición arbórea

Con base en el censo realizado en el Parque Tezozómoc se registró un total de 3 758 árboles, conformado por 30 especies y variedades, de las cuales 15 son nativas y 15 exóticas; 67 % (20) son perennifolias y 33 % (10) caducifolias, que se agrupan en 16 familias botánicas (Cuadro 1).



out in the affected parts of those specimens that did not exhibit fungal structures, and they were subsequently disinfected and aseptitized using a sodium hypochlorite solution at 1 %, after which they were rinsed 3 times in sterile distilled water and placed in Petri dishes with sterile filter paper. Once the samples were dried, they were sown in a potato dextrose agar medium and incubated at a temperature of 28 °C until fungal growth could be observed.

Semipermanent preparations were made with the already developed micromycetes, which were placed on slides and stained with lactophenol cotton blue for observation and were identified with the aid of the taxonomic codes of Barnett and Hunter (1972), Ellis (1971), Ainsworth (1973), Domsch and Anderson (1980), and Cummins and Hiratsuka (1983); photographs were taken subsequently with a *Canon PowerShot A640* camera adapted to the *Carl Zeiss Axiostar Plus* optic microscope.

Pathological analysis

The data obtained from the pathological samples were processed using the relative frequency, defined as the number of seasons in which the occurrence of a species is registered at least once and expressed as a percentage (Dix, 1959); its formula is:

$$F = (si/S) 100$$

Where:

si = Number of samples in which a species appears

S = Total samples

Tree composition

Based on the census carried out in the Tezozómoc Park, a total of 3 758 trees were registered, pertaining to 30 species and varieties, 15 of which are native and 15 are exotic; 67 % (20) are evergreen, and 33 % (10) are deciduous, grouped into 16 botanical families (Table 1).



Cuadro 1. Frecuencia total y relativa de las especies arbóreas.

Familia	Especie	Nombre común	Lugar de origen	Follaje	Frecuencia total	Frecuencia relativa (%)
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Miller	Cedro blanco	Centroamérica y México	Perennifolio	214	90
	<i>Thuja orientalis</i> L.	Tuja	Canadá y Estados Unidos	Perennifolio	150	3.99
	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartwey ex Gordon.	Cedro limón	California, Estados Unidos	Perennifolio	30	0.80
	<i>Pinus patula</i> Schltd. & Cham.	Pino lacio, ocote	México, oeste de Estados Unidos	Perennifolio	15	0.40
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Pino piñonero	México, Texas, Nuevo México y Arizona	Perennifolio	27	0.72
	<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i> Engelman	Pino Monterrey	Baja California Norte, México	Perennifolio	370	9.85
	<i>Pinus radiata</i> D. Don	Pino	México	Perennifolio	11	0.29
	<i>Populus tremuloides</i> Michx.	Álamo temblón, chopo	Canadá, Estados Unidos, México	Caducifolio	680	18.09
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i> Bartr. ex Marsh	Chopo americano, álamo de Canadá	Canadá, Estados Unidos, México	Caducifolio	20	0.53
	<i>Salix babylonica</i> L.	Sauce llorón	China	Caducifolio	60	1.60
	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth.	Ahuejote	Desde Arizona hasta Guatemala	Caducifolio	145	3.86
	<i>Erythrina coralloides</i> Mill.	Colorín	Arizona, México	Caducifolio	175	4.66
Fabaceae	<i>Acacia retinodes</i> Schltdl.	Mimosa, acacia	Australia	Perennifolio	49	1.30
	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	Nispero	China y Japón	Perennifolio	2	0.05
	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	Durazno	China	Caducifolio	6	0.16
	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulli</i> (Cav.) McVaug.	Capulín	Desde Canadá hasta Guatemala	Caducifolio	2	0.05
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalipto	Australia	Perennifolio	1142	30.39
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto alcanfor	Australia	Perennifolio	5	0.13
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i> L.	Laurel benjamín	India, Australia	Perennifolio	30	0.80

Continúa Cuadro 1...

Continúa Cuadro 1...

Familia	Especie	Nombre común	Lugar de origen	Follaje	Frecuencia total	Frecuencia relativa (%)
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Aile, aliso	México y Centroamérica	Caducifolio	2	0.05
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	México.	Caducifolio	150	3.99
	<i>Ligustrum japonicum</i> Trunb.	Trueno	China, Corea y Japón.	Perennifolio	4	0.11
Fagaceae	<i>Quercus acutifolia</i> Neé.	Encino	México.	Caducifolio	1	0.03
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Pirul	Sudamérica, principalmente Perú.	Perennifolio	380	10.11
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Miller.	Aguacate	México y Guatemala.	Perennifolio	1	0.03
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck.	Naranja	India, Pakistán, Vietnam.	Perennifolio	1	0.03
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> J. R. Forst & G. Forst	Pino falso	Australia.	Perennifolio	4	0.11
Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i> Hort. ex Chabaud.	Palma canaria	Islas Canarias	Perennifolio	27	0.72
	<i>Washingtonia robusta</i> Wendl.	Palmera abanico	México, California	Perennifolio	27	0.72
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i> Regel.	Yuca, izote	México y Guatemala	Perennifolio	28	0.75

Table 1. Total and relative frequency of tree species.

Family	Species	Common name	Place of origin	Foliage	Total frequency	Relative frequency (%)
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Miller	White cedar	Central America and Mexico	Evergreen	214	90
	<i>Thuja orientalis</i> L.	Thuja	Canada and United States	Evergreen	150	3.99
	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartweg ex Gordon.	Lemon cedar	California, United States	Evergreen	30	0.80
Pinaceae	<i>Pinus patula</i> Schltd. & Cham.	Smooth-bark Mexican pine, ocote pine	Mexico, western United States	Evergreen	15	0.40
	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Pinyon pine	Mexico, Texas, New Mexico and Arizona	Evergreen	27	0.72
	<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i> Engelmam	Monterrey pine	North Baja California, Mexico	Evergreen	370	9.85
	<i>Pinus radiata</i> D. Don	Pine	Mexico	Evergreen	11	0.29
	<i>Populus tremuloides</i> Michx.	Aspen, black poplar	Canada, United States, Mexico	Deciduous	680	18.09
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i> Bartr. ex Marsh	American poplar, Canadian poplar	Canada, United States, Mexico	Deciduous	20	0.53
	<i>Salix babylonica</i> L.	Weeping willow	China	Deciduous	60	1.60
	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth.	Bonpland willow	From Arizona to Guatemala	Deciduous	145	3.86

Continued Table 1...

Continued Table 1...

Family	Species	Common name	Place of origin	Foliage	Total frequency	Relative frequency (%)
Fabaceae	<i>Erythrina coralloides</i> Mill.	Flame coral tree	Arizona, Mexico	Deciduous	175	4.66
	<i>Acacia retinodes</i> Schltdl.	Mimosa, acacia	Australia	Evergreen	49	1.30
	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	Louquat	China and Japan	Evergreen	2	0.05
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	Peach	China	Deciduous	6	0.16
	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capulli</i> (Cav.) McVaug.	Chokecherry	From Canada to Guatemala	Deciduous	2	0.05
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalyptus	Australia	Evergreen	1142	30.39
	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Camphor eucalyptus	Australia	Evergreen	5	0.13
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Benjamin's fig	India, Australia	Evergreen	30	0.80
Moraceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Alder, Andean alder	Mexico and Central America	Deciduous	2	0.05
Betulaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Ash	Mexico	Deciduous	150	3.99
	<i>Ligustrum japonicum</i> Trunb.	Japanese privet	China, Korea and Japan.	Evergreen	4	0.11
	<i>Quercus acutifolia</i> Née.	Holm oak	Mexico	Deciduous	1	0.03
Fagaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Peruvian peppertree	South America, mainly Peru.	Evergreen	380	10.11
Anacardiaceae	<i>Persea americana</i> Miller.	Avocado	Mexico and Guatemala.	Evergreen	1	0.03
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck.	Orange tree	India, Pakistan, Vietnam.	Evergreen	1	0.03
	<i>Casuarina equisetifolia</i> J. R. Forst & G. Forst	Australian pine	Australia.	Evergreen	4	0.11
Casuarinaceae	<i>Phoenix canariensis</i> Hort. ex Chabaud.	Canary Island date palm	Canary Islands	Evergreen	27	0.72
Arecaceae	<i>Washingtonia robusta</i> Wendl.	Mexican fan palm	Mexico, California	Evergreen	27	0.72
Agavaceae	<i>Yucca elephantipes</i> Regel.	Spineless yucca, soft-tip yucca	Mexico and Guatemala	Evergreen	28	0.75



Micromicetos

A partir de los cultivos obtenidos de las muestras que mostraban algún síntoma ocasionado por un patógeno y de aquellas partes en las cuales se observaron los cuerpos fructíferos, se tienen los resultados que se indican en el Cuadro 2; la frecuencia se obtuvo conforme a los cultivos y a la presencia de cuerpos fructíferos en los árboles muestreados.

Los micromicetos obtenidos pertenecen a siete familias, nueve géneros y 14 especies, de los cuales 10 son patógenos obligados y cuatro saprobios facultativos; los primeros necesitan otro organismo para desarrollar su ciclo, mientras que los segundos tienen la capacidad de vivir de materia orgánica muerta o de infectar a otro organismo vivo, según las condiciones ambientales (Ulloa, 1991).

Patógenos obligados

Melampsora epitea Thümes, micromiceto común en *Salix babylonica* L. (90 %) perteneciente al grupo de las royas; su principal síntoma son las pústulas (Uredinios) de color amarillo-naranja sobre la superficie de las hojas de sauce (Figura 2A), de preferencia en el envés, en donde ocasiona el rompimiento de su epidermis y el aumento del volumen de la hoja y en ciertos casos la formación de agallas (Agrios, 1995); al impedir que se realice efectivamente la fotosíntesis y el paso de nutrientes, provoca defoliación prematura. Las esporas (uredosporas) son de color amarillo brillante o naranja cuando fresco y pared con espinas o púas (Figura 2B) (Cummins e Hiratsuka, 1983).

Tranzschelia discolor Tranz & Lity es otro género de royas que se detectó en *Prunus persica* (L.) Batsch (100 %); su sintomatología se caracteriza por la presencia de pústulas amarillas o cobrizas que aparecen en el envés de las hojas (Figura 2A), mientras que en el haz se observa un moteado clorótico que ocasiona defoliación temprana, aunque en hojas viejas se pueden reconocer pústulas de color negro (Cibrián *et al.*, 2007). Las esporas, elipsoidales (uredosporas), son de color amarillo pálido, de 18-32 x 11-18 µm, con 3 a 4 poros germinales ecuatoriales, con la pared más gruesa en el ápice y espinosa para 2/3 de la superficie (Figura 3B) (Cummins e Hiratsuka, 1983). Otro síntoma de *T. discolor* es la formación de canchales en la rama, es el primero que se identifica en la primavera después de la caída de los pétalos durante el desarrollo de los frutos iniciales (Adaskaveg *et al.*, 2000); todos los síntomas antes mencionados coinciden con lo que se advirtió en el campo para ambas especies.



Micromycetes

The cultures obtained from the samples exhibiting symptoms caused by a pathogen and from those parts where fruiting bodies were observed yielded the results shown in Table 2; the frequency was estimated based on the cultures and on the presence of fruiting bodies in the sampled trees.

The micromycetes thus obtained belong to seven families, nine genera and 14 species, 10 of which are obligate pathogens and 4 are facultative saprobes. The former require another organism in order to develop their cycle, while the latter have the ability to live on dead organic matter or infect another living organism, according to the environmental conditions (Ulloa, 1991).

Obligate pathogens

Melampsora epitea Thüm is a micromycete commonly occurring in *Salix babylonica* L. (90 %) and belongs to the rust fungi group; its main symptom is the presence of orange-yellow pustules (uredinales) on the surface of the willow leaves (Figure 2A), preferably on the underside of the willow leaves (Figure 2A), where they break the epidermis and increase the volume of the leaf and in certain cases cause galls to form (Agrios, 1995). Since they prevent adequate photosynthesis and the passage of nutrients, they cause premature defoliation. The spores (uredospores) have a bright yellow or orange color when fresh, and their walls have thorns or spikes (Figure 2B) (Cummins and Hiratsuka, 1983).

Tranzschelia discolor Tranz & Lity is another genus of rust detected in *Prunus persica* (L.) Batsch (100 %); it is characterized by the presence of yellow or copper-colored pustules on the leaf undersides (Figure 2A), while a chlorotic mottling may be observed on the top of the leaves, causing early defoliation; also, black pustules can be seen in older leaves (Cibrián *et al.*, 2007). 18-32 x 11-18 µm ellipsoid spores (uredospores) of a pale yellow color, having 3 or 4 equatorial germinal pores, a thicker wall in the apex and thorns on 2/3 of their surface are also present (Figure 3B) (Cummins and Hiratsuka, 1983). Another symptom of the presence of *T. discolor* is the formation of cankers on the branch -the first symptom identifiable in the spring after the fall of the petals during the development of the first fruits (Adaskaveg *et al.*, 2000); all the symptoms mentioned above agree with those observed in field on both species.



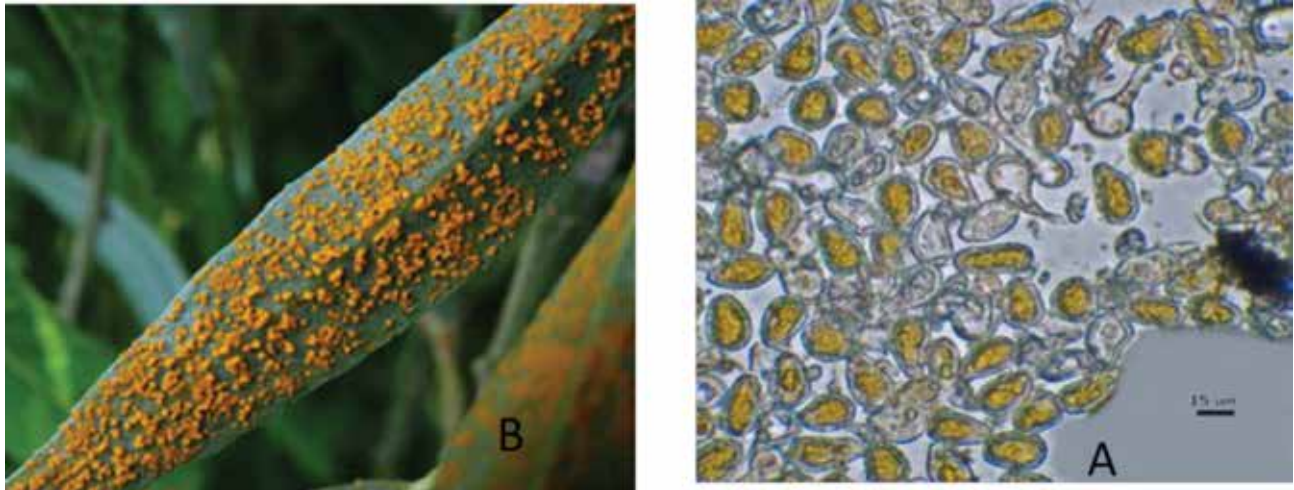


Figura 2. A) Pústulas en hojas de *Salix babylonica* L.; B) Uredosporas de *Melapsora epitea* Thümes (10x).
Figure 2. A) Pustules observed in *Salix babylonica* L. leaves; B) *Melapsora epitea* Thümes uredospores (10x).

Fusarium es un micromiceto común en el suelo, que penetra e infecta a las plantas directamente o a través de heridas en sus raíces; tan pronto como llega a la raíz de la planta, el micelio del hongo se extiende hasta los vasos xilémicos y se propaga a través de ellos en el tallo y el resto de la planta. A veces las infecta por otros vectores como el viento o el agua, siempre y cuando esté viable la espóra; los síntomas principales se manifiestan como un amarillamiento que se extiende con rapidez hacia la nervadura central y hacia las hojas más jóvenes de la parte superior de la planta, por lo que todas las hojas se marchitan, se debilitan y se tornan grisáceas. En la mayoría de los casos, mueren sin haber presentado una decoloración previa (Agris, 1995). Cabe mencionar que los síntomas anteriores no

Fusarium is a micromycete commonly present in the soil; it penetrates and infects the plants directly or through root wounds; as soon as it reaches the root of the plant, the mycelium of this fungus extends to the xylem vessels and propagates through these to the stem and the rest of the plant. It sometimes infects plants through other vectors such as the wind or water; as long as the spore is viable, the main symptoms manifest as a yellowing that extends rapidly toward the central nervation and toward the younger leaves of the upper part of the plant; therefore, all the leaves wither, become weak and turn grayish. In most cases, the leaves die suddenly, without having undergone previous yellowing (Agris, 1995). It is worth mentioning that the above symptoms are not the only ones

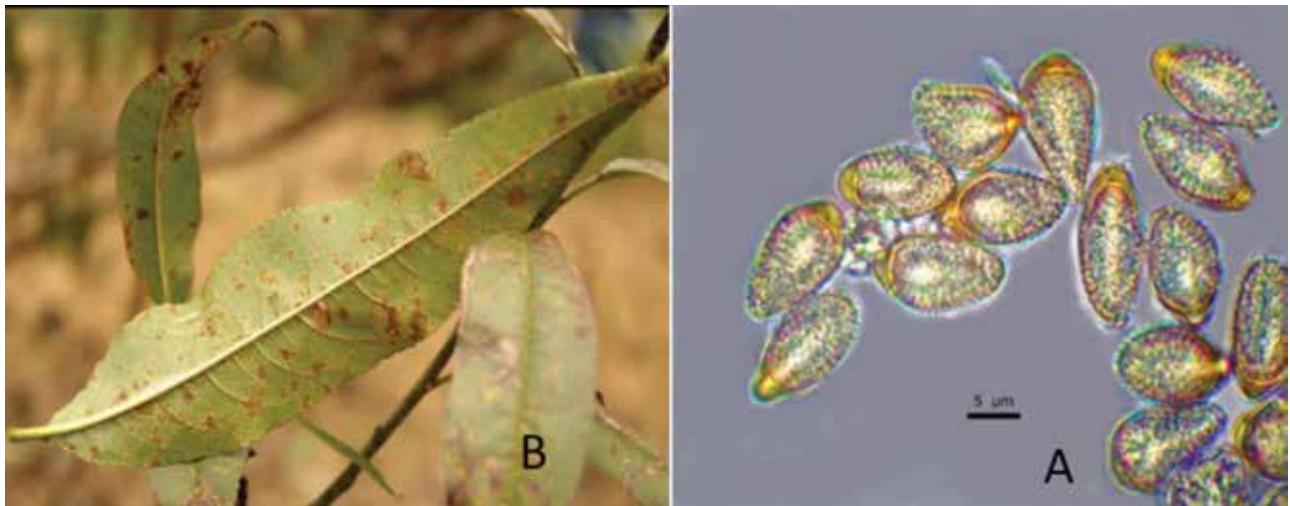


Figura 3. A) Síntomas ocasionados por la roya en el envés de las hojas de *Prunus persica* (L.) Batsch, B) Uredosporas de *Tranzschelia discolor* Tranz & Lity (40x).
Figure 3. A) Symptoms caused by rust on the underside of *Prunus persica* (L.) Batsch leaves, B) *Tranzschelia discolor* Tranz & Lity uredospores (40x).

Cuadro 2. Patógenos y frecuencia relativa presente en los hospederos.

Hospedera			Patógenos			
Especie	Nombre común	Familia	Especie	Forma de vida	Localización del daño	Frecuencia (%)
<i>Salix babylonica</i> L.	Sauce llorón	Melampsoraceae	<i>Melampsora epitea</i> Thümes	Patógeno obligado	Follaje	90
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	Durazno	Nectriaceae	<i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheld.	Patógeno obligado	Follaje	16.67
		Uropyxidaceae	<i>Tranzschelia discolor</i> Tranz & Lity	Patógeno obligado	Follaje	100
<i>Yucca elephantipes</i> Regel.	Yuca	Butryosphaeriaceae	<i>Guignardia</i> sp.	Patógeno obligado	Follaje	100
		Demataceae	<i>Alternaria</i> sp.	Saprobio facultativo	Follaje	30
<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i> Engelmann	Pino	Erysiphaceae	<i>Phyllosticta angulata</i> (E. S. Salmon) S. Blumer	Patógeno obligado	Follaje	40
		Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp.	Patógeno obligado	Follaje, tronco	30
<i>Cupressus lusitanica</i> Miller	Cedro blanco	Moniliaceae	<i>Penicillium</i> sp.	Saprobio facultativo	Follaje	50
		Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp.	Patógeno obligado	Follaje	10
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	Nectriaceae	<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	Patógeno obligado	Floración	20
<i>Acacia retinodes</i> Schldtl.	Mimosa	Demataceae	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	Saprobio facultativo	Follaje	100
		Demataceae	<i>Phoma glomerata</i> (Corda) Wollenw. & Hochapfel	Saprobio facultativo	Follaje	100
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalipto	Sphaerioidaceae	<i>Kirramyces epicoccoides</i> (Cooke & Massee)	Saprobio facultativo	Follaje	89

Table 2. Pathogens and relative frequency of the hosts.

Host			Pathogens			
Species	Common name	Family	Species	Life form	Damage location	Frequency (%)
<i>Salix babylonica</i> L.	Weeping willow	Melampsoraceae	<i>Melampsora epitea</i> Thümes	Obligate pathogen	Foliage	90
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	Peach	Nectriaceae	<i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheld.	Obligate pathogen	Foliage	16.67
		Uropyxidaceae	<i>Tranzschelia discolor</i> Tranz & Lity	Obligate pathogen	Foliage	100
<i>Yucca elephantipes</i> Regel.	Yucca	Butyrosphaeriaceae	<i>Guignardia</i> sp.	Obligate pathogen	Foliage	100
<i>Erythrina coralloides</i> Mill.	Flame coral tree	Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp.	Obligate pathogen	Foliage	15
		Dematiaceae	<i>Alternaria</i> sp.	Facultative saprobe	Foliage	30
		Erysiphaceae	<i>Phyllactinia angulata</i> (E. S. Salmon) S. Blumer	Obligate pathogen	Foliage	40
<i>Pinus radiata</i> var. <i>binata</i> Engelmann	Pine	Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp.	Obligate pathogen	Foliage, stem	30
<i>Cupressus lusitanica</i> Miller	White cedar	Moniliaceae	<i>Penicillium</i> sp.	Facultative saprobe	Foliage	50
		Nectriaceae	<i>Fusarium</i> sp.	Obligate pathogen	Foliage	10
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Ash	Nectriaceae	<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	Obligate pathogen	Blossoms	20
		Dematiaceae	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	Facultative saprobe	Foliage	100
<i>Acacia retinodes</i> Schldl.	Mimosa	Dematiaceae	<i>Phoma glomerata</i> (Corda) Wollenw. & Hochapfel	Facultative saprobe	Foliage	100
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalyptus	Sphaerioidaceae	<i>Kirramyces epicocoides</i> (Cooke & Massee)	Facultative saprobe	Foliage	89

son los únicos producidos por *Fusarium* sp., ya que también ocasiona pudrición de las raíces y de los tallos inferiores, entre otros.

En *Prunus persica* (L.) Batsch, *Erythrina coralloides* Mill. y *Cupressus lusitanica* Miller (Figura 4) se reconoció manchado foliar asociado con este género, en 16.67 %, 15 % y 10 % de los ejemplares, respectivamente. La forma y tamaño de las esporas es la característica más destacada del hongo (micro y macroconidias) (Figuras 4B). *Pinus radiata* var. *binata* Engelm., además del manchado foliar manifestó una resinación en 56.2 % de los individuos muestreados. Existen registros de que especies de *Fusarium*, tales como *F. circinatum* Nirenberg & O'Donnell, causa resinación en *Pinus radiata*, que es la especie más susceptible y representa un problema en Estados Unidos de América, Chile, España y México (Iturriza y Ortiz, 2006).

Por otro lado en *Fraxinus uhdei* (Wenz) Lingelsh. durante su floración se detectó la presencia de *F. sporotrichioides* Sherb., asociado al eriófito *Aceria fraxiniflora* Felt que forma una agalla, lo que puede definirse como un nuevo registro de dicha asociación, a reserva de confirmarse; sin embargo no es el primer eriófito vinculado a *Fusarium*, ya que se tiene a *A. mangiferae* (Sayed) como agente etiológico de *F. mangiferae* Britz en plantas de mango (Gamliel *et al.*, 2009; Otero *et al.*, 1999).

produced by *Fusarium* sp., since it also causes rotting of the roots and of the lower stem, among other symptoms.

Foliar mottling was observed in *Prunus persica* (L.) Batsch, *Erythrina coralloides* Mill. and *Cupressus lusitanica* Miller (Figure 4) in association with this genus, in 16.67 %, 15 % and 10 % of the specimens, respectively. The shape and size of the spores is the main characteristic by which the fungus is recognized (micro- and macroconidias) (Figure 4B). Besides the foliar mottling, *Pinus radiata* var. *binata* Engelm. exhibited resin flow in 56.2 % of the sampled individuals. There are reports that show that certain *Fusarium* species -including *F. circinatum* Nirenberg & O'Donnell, cause resin flow in *Pinus radiata*, which is the most susceptible species and which constitutes a problem in the United States, Chile, Spain and Mexico (Iturriza and Ortiz, 2006).

On the other hand, the blossoms of *Fraxinus uhdei* (Wenz) Lingelsh. exhibited symptoms of the occurrence of *F. sporotrichioides* Sherb. species, associated to the presence of the eriophyid *Aceria fraxiniflora* Felt, which forms a sort of gall in the blossom -a recently reported association. However, this is not the first eriophyid that has been found to be associated to *Fusarium*; there is, besides, *A. mangiferae* (Sayed), an etiological agent of *F. mangiferae* Britz in mango plants (Gamliel *et al.* 2009; Otero *et al.*, 1999).

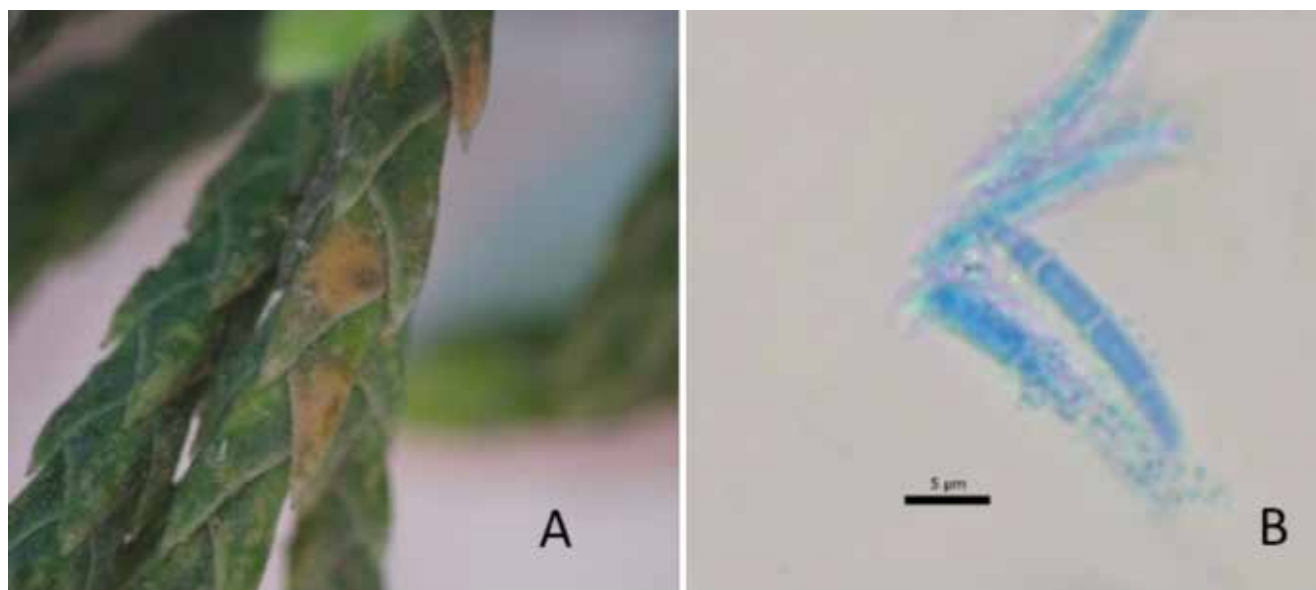


Figura 4. A) Manchado foliar observado en *Cupressus lusitanica* Miller, B) Macroconidios de *Fusarium* sp. (40x).
Figure 4. A) Foliar mottling observed in *Cupressus lusitanica* Miller, B) *Fusarium* sp. macroconidias (40x).

Guignardia sp., se identificó en todos los individuos de *Yucca elephantipes* Regel y ha sido consignado como un problema para esta especie en el ámbito urbano. Se caracteriza por la existencia de manchones negros en las hojas (Figura 5A); en cada una de dichas manchas están los pseudotecios que producen ascas (Figura 5B), las que contienen en su interior ascosporas que se liberan cuando hay una capa de agua

Guignardia sp. was found in all *Yucca elephantipes* Regel individuals; it has been reported to be a problem for this species in urban environments. It is characterized by the presence of black spots on the leaves (Figure 5A); in each of these stains there are ascae-producing pseudothecia (Figure 5B), which contain ascospores that are liberated in the presence of a layer of water (Gibrián *et al.*, 2007); this condition favored

(Gibrián *et al.*, 2007); esta condición favoreció su alta frecuencia sobre la yuca, además de que en el lugar existe alta densidad de *Washingtonia robusta* Wendl. y *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud, lo que interfiere el paso de rayos solares y por lo tanto, se evita la evaporación del agua que se acumula en las hojas, y con ello el micromiceto se desarrolla.

its high frequency in *Y. elephantipes*. Furthermore, this area has a high density of *Washingtonia robusta* Wendl. and *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud, which hinders the passage of solar rays and therefore prevents the evaporation of the water accumulated on the leaves and favors the development of the micromycete.

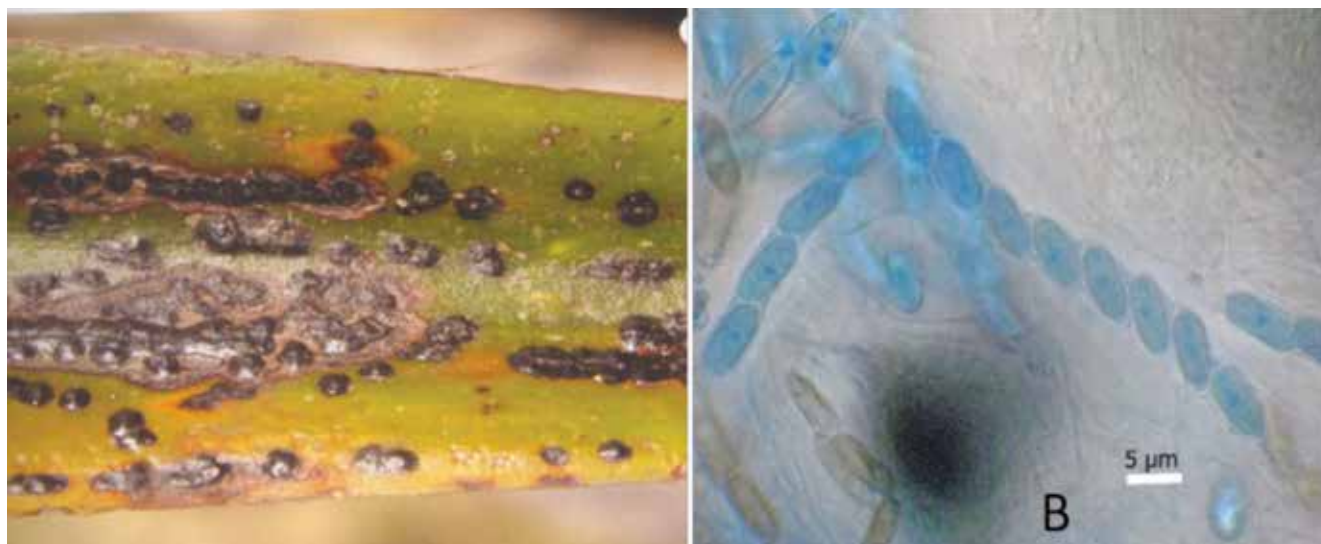


Figura 5. A) Manchones encontrados en *Yucca elephantipes* Regel., B) Ascae con ascosporas de *Guignardia* sp. (40x).
Figure 5. A) Patches found in *Yucca elephantipes* Regel., B) Ascae with *Guignardia* sp. ascospores (40x)

Phyllactinia angulata (E. S. Salmon) S. Blumer se identificó en 40 % de *Erythrina coralloides*; es un micromiceto que produce cenicillas y el síntoma principal de su presencia es su manto micelar de color blanco o pardo-cremoso, por lo general circular o semicircular, en el haz o envés de las hojas y ocasionalmente, las cubre todas (Figura 6A). Las hojas infestadas muestran deformaciones y cambios de color, tienen un tamaño menor que las no infectadas y caen de manera prematura. La estructura reproductora de este patógeno está conformada por cleistotecios, con apéndices periciales (bulbos en la base y agudos en el ápndice). Los cleistotecios aparecen sobre el micelio hialino en forma de diminutas esferas blancas de aproximadamente 190 µm de diámetro, las cuales al ir creciendo van cambiando de color, pasando por el amarillo, naranja, café claro, café oscuro y negro al madurar (Hanlin, 1990) (Figura 6B). En campo se observó como el principal problema de *E. coralloides*.

Phyllactinia angulata (E. S. Salmon) S. Blumer could be detected in 40 % of *Erythrina coralloides*, which is a genus that pertains to the micromycetes group that produce powdered mildew; the main symptom caused by this species is its white or creamy-brown mycelium layer -generally circular or semicircular- on the top or the underside of the leaves and occasionally covering the entire leaf (Figure 6A). The infested leaves exhibit deformations and color changes; each is smaller than the uninfected leaves and fall prematurely. The reproductive structure of this pathogen consists of cleistothecia with perithecial appendages (bulbs in the base and sharp on the appendage). Cleistothecia appear on the hyaline mycelium in the form of minute white spheres with a diameter of approximately 190 µm, which change color from yellow to orange to light brown, dark brown and black as they ripen (Hanlin, 1990) (Figure 6B). In field studies, this was observed to be the main issue in *E. coralloides*.

Kirramy cesepicoccoides (Cooke & Masee) es un micromiceto muy común para las especies de *Eucalyptus* y es fácil de identificar en campo. Se caracteriza por exhibir manchas irregulares de color púrpura o pardusco-púrpura en el haz y envés de las hojas; la forma de las manchas es angular, de 2-10 mm de diámetro, y está delimitada por las venas de las hojas (Figura 7A). Dentro de las manchas se presentan picnidios de color negro, más o menos globosos, con una dimensión de 50-130 µm de diámetro. Los conidios son de forma

Kirramy cesepicoccoides (Cooke & Masee) is a micromycete commonly occurring in *Eucalyptus* species and is easy to identify in field studies. It is characterized by purple or brownish purple patches of uneven color on the top and underside of the leaves. The patches are angular in shape, have a diameter of 2-10 mm and are delimited by the leaf veins (Figure 7A). Within the patches there are black, more or less globular pycnidia with a diameter of 50-130 µm. Conidia are cylindrical in shape, of a light brown color, and most are curved and have three septa (Figure 7B)

cilíndrica, de color marrón claro, en su mayoría tienen tres septos y son curvados (Figura 7B) (Liberato *et al.*, 2006). Esta especie se identificó en 89 % de los individuos muestreados de *E. camaldulensis*.

(Liberato *et al.*, 2006). This species was identified in 89 % of the sampled *E. camaldulensis* individuals.

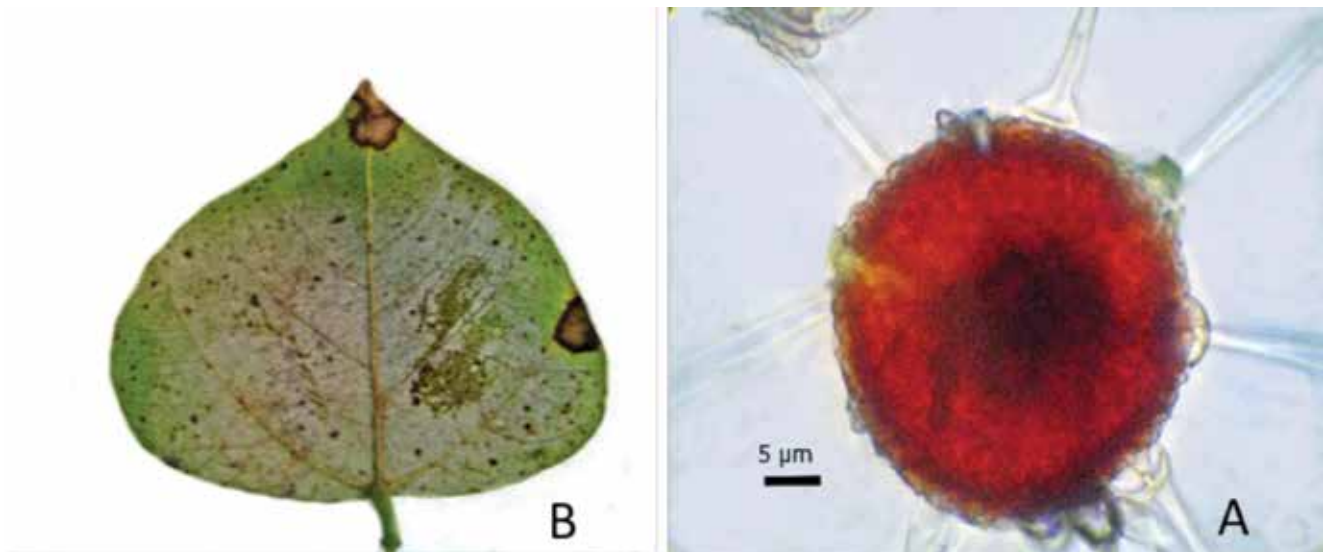


Figura 6. A) Cenicilla en hoja de *Erythrina coralloides* Mill., B) Cleistotecio de *Phyllactinia angulata* (E. S. Salmon) S. Blumer (40x).
Figure 6. A) Powdered mildew on a *Erythrina coralloides* Mill. leaf, B) *Phyllactinia angulata* (E. S. Salmon) S. Blumer cleistothecium (40x).

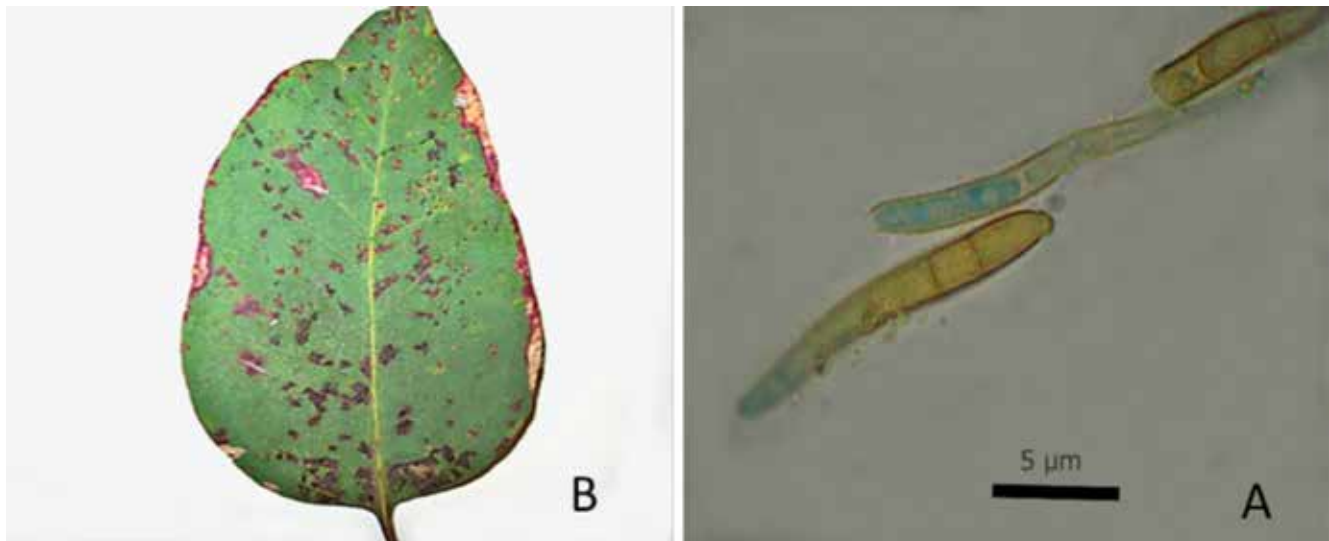


Figura 7. A) Mancha foliar de forma irregular de color púrpura, B) Conidios de *Kyrramyces epicoccoide* (Cooke & Massee) (40x).x
Figure 7. A) Irregular purple foliar mottling, B) *Kyrramyces epicoccoide* (Cooke & Massee) conidia (40x).x

Saprobios facultativos

Phoma sp. es un micromiceto que se reconoció en 100 % de los ejemplares de *Acacia retinodes* y se asoció con manchados foliares (Figura 8A); no hay registros de que el microorganismo cause esa sintomatología en el hospedero, pero también se ha identificado a *Phoma* sp. como causante de este aspecto en *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. Solo se le ha consignado en el

Facultative saprobes

Phoma sp. is a micromycete that was identified in 100 % of *Acacia retinodes* and associated to foliar mottling (Figure 8A); there are no records to prove that this species causes these symptoms in *A. retinodes*; however, *Phoma* sp. has also been identified as the cause of foliar mottling in *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. The only existing records of the symptoms caused by this fungus

ámbito agrícola en hojas, frutos, ramas y tallos (Romero, 1993). A nivel microscópico, tiene picnidios globosos o membranosos o coriáceos o casi carbonosos, negros, ligeramente lenticulares con una papila pequeña en el ápice (Figura 8B). Sus esporas son de tamaño reducido, oviformes (forma de huevo), fusiformes o cilíndricas a casi esféricas, unicelulares, hialinas. Conidióforos delgados, pocas veces cortos, simples o algunas veces bifurcados (Gilman, 1963).

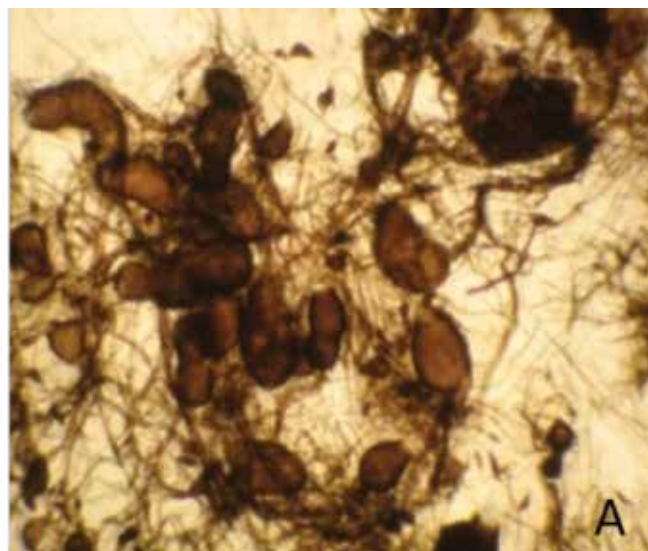


Figura 8. A) Manchado foliar en *Acacia retinodes* Schltdl., B) Picnidio de *Phoma* sp. (40x).
Figure 8. A) Foliar mottling in *Acacia retinodes* Schltdl., B) *Phoma* sp. pycnidium (40x).

El género *Alternaria* se identificó por una clorosis en la totalidad de las hojas de *Fraxinus uhdei* (Figura 9A) y 30 % en las de *Erythrina coralloides*. Wayne *et al.* (1996) mencionan que *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. es causante de manchados necróticos y clorosis foliar en fresno, pero bajo ciertas condiciones funciona como saprobio. Este hongo presenta conidióforos solitarios o agrupados, erectos, septados, la mayoría simples, cortos. Esporas (conidios) en forma de clava invertida (más amplias en un extremo que el otro), la mayoría con el ápice alargado, con septos transversales y longitudinales que las dividen en numerosas células, lo que da la apariencia de una pared de ladrillos en la porción inferior, de color oscuro, más claros en los extremos, en cadenas más o menos largas y generalmente simples (Figura 9B) (Gilman, 1963).

Penicillium sp. es un hongo que se nutre de materia orgánica en descomposición, por lo que no ocasiona daños al arbolado; sin embargo se ha citado como pudridor de frutos y otros órganos suculentos, debido a los mohos azules (Agrios, 1995). Este género se denomina así porque el órgano especial de reproducción asexual formado por conidiosporas tiene el aspecto de un pequeño pincel. Se caracteriza porque los esterigmas se implantan directamente sobre el conidióforo o sobre órganos alargados en forma de U o V llamados metulas (Figura 10A) (Barnett, 1972).

are related to the agricultural environment, where it attacks leaves, fruits, branches and stem rot (Romero, 1993). Microscopically, it has globular, membranous, coriaceous or black, almost carbonaceous pycnidia having a slightly lenticular shape with a small papilla on the apex (Figure 8B). Their spores are small, oviform (egg-shaped), fusiform or cylindrical to almost spherical, as well as unicellular and hyaline. Conidiophores are thin, often short, and mostly simple but sometimes forked (Gilman, 1963).

The *Alternaria* genus was associated to a chlorosis detected in 100 % of the *Fraxinus uhdei* (Wenz) Lingelsh. leaves (Figure 9A) and to 30 % of *Erythrina coralloides* leaves. Wayne *et al.* (1996) mention that *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. causes necrotic mottling and foliar chlorosis in ash trees; however, under certain circumstances, this species functions as a saprobe. This fungus exhibits erect, septed solitary or grouped conidiophores, most of which are simple and short. Spores (conidia) in the shape of an inverted cudgel (wider on one extreme than on the other), mostly with an elongated apex, and with transversal and longitudinal septa that divide them into numerous cells, giving it the aspect of a brick wall in the lower portion; they are dark in color and lighter in the extremes and appear in more or less long and generally simple chains (Figure 9B) (Gilman, 1963).

Penicillium sp. is a fungus that feeds on decaying organic matter and therefore causes no damage to the trees; however, it has been reported as a rotter of fruits and other succulent organs, due to blue molds (Agrios, 1995). The name of this genus is derived from the fact that the special asexual reproduction organ formed by conidiospores has the aspect of a small paint brush. It is characterized by the direct implantation of the sterigmata on the conidiophores or on the elongated, U- or V-shaped organs known as metulae (Figure 10A) (Barnett, 1972).

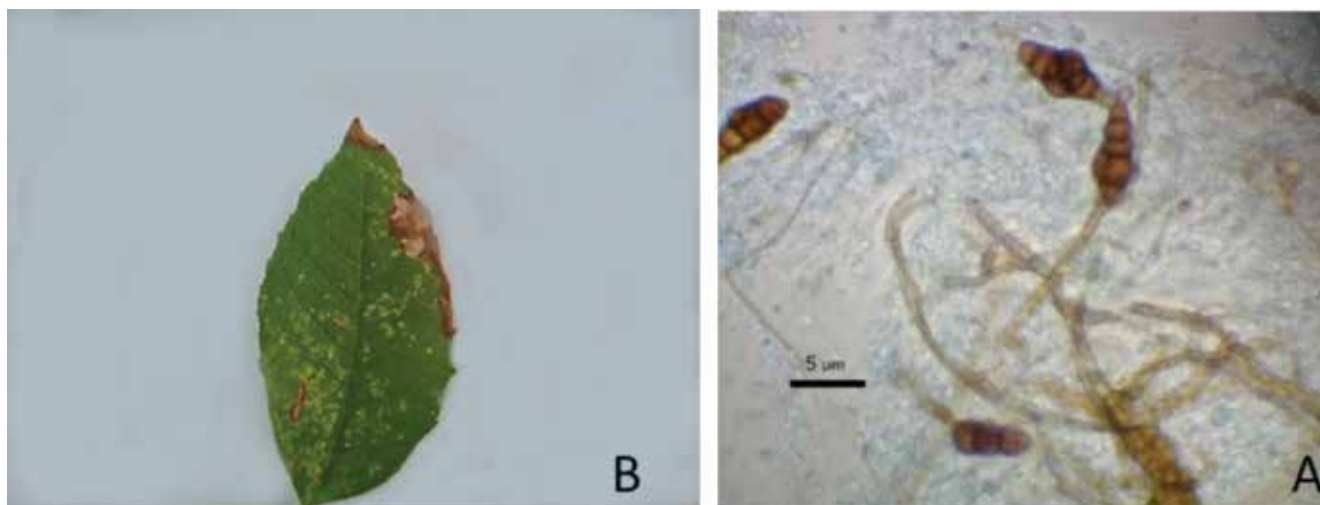


Figura 9. A) Manchado foliar en *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.; B) Conidióforos y conidios de *Alternaria* sp. (40x).
Figure 9. A) Foliar mottling in *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh.; B) *Alternaria* sp. conidiophores and conidia (40x).

De las 30 especies de árboles y arbustos identificados, nueve presentaron daños en el follaje por diferentes especies de hongos patógenos; de estos hospederos, en cinco fueron causados por *Fusarium* que se asocia a manchados cloróticos.

La necrosis observada en *Erythrina coralloides* y *Fraxinus uhdei* se asoció al patógeno *Alternaria* sp.

Los patógenos aquí descritos se encontraron en árboles adultos.

Los hongos con mayor incidencia en sus hospederos fueron *Phomaglo merata* en *Acacia retinodes*, *Alternaria alternata* en *Fraxinus uhdei*, ambas con 100 % de infestación y *Melampsor aepitea* en *Salix babylonica* con 90 %.

Of the 30 identified tree and shrub species, nine exhibited foliar damage from various species of pathogenic fungi; in five of these hosts, the damage was caused by *Fusarium*, associated with chlorotic mottling.

The necrosis observed in *Erythrina coralloides* and *Fraxinus uhdei* was associated to the pathogen *Alternaria* sp.

The pathogens described here were found in adult trees.

The fungi that were most frequently found in the hosts were *Phomaglo merata* in *Acacia retinodes*, *Alternaria alternata* in *Fraxinus uhdei* -both with 100 % infestation- and *Melampsor aepitea* in *Salix babylonica*, with 90 %.

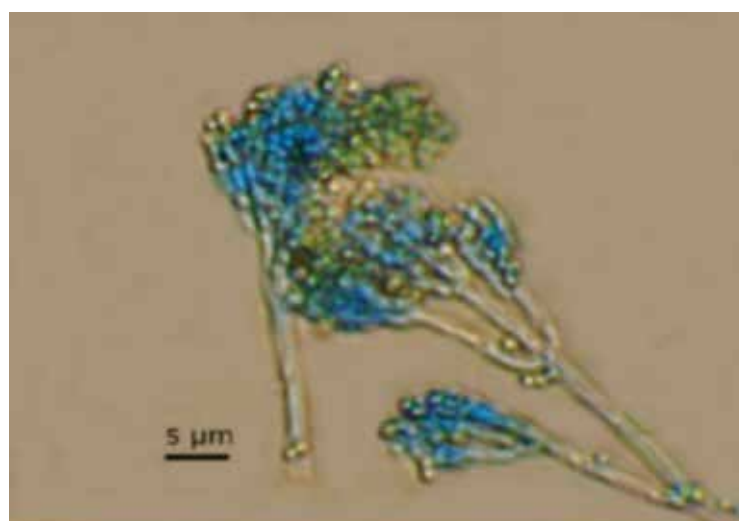


Figura 10. Conidióforos y conidios de *Penicillium* sp. (40x),
Figure 10. *Penicillium* sp. conidiophores and conidia (40x).

Se tiene el registro de asociación del eriófito de la flor *Aceria fraxiniflora* en *Fraxinus uhdei* con el micromiceto *Fusarium sporotrichioides*.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

José Francisco Reséndiz-Martínez: concepción del proyecto original, selección de métodos de análisis de laboratorio, identificación de organismos patológicos y elaboración del manuscrito; Lidia Guzmán-Díaz: selección de unidades de estudio y muestreo de material patológico y estructuración de manuscrito; Ana Lilia Muñoz-Viveros: elaboración y revisión de manuscrito; Cecilia Nieto de Pascual Pola: aplicación de correcciones arbitrales y revisión editorial del manuscrito final; Lidia Patricia Olvera Coronel: trabajo de laboratorio y revisión preliminar del manuscrito.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a las autoridades administrativas del Parque Cultural y Recreativo Tezozómoc por haber otorgado las facilidades para la realización del presente estudio.

Referencias

- Adaskaveg, J. E., A. Soto E., H. Förster, D. Thompson, J. Hasey, B. T. Manji and B. Teviotdale. 2000. Peach rust caused by *Tranzschelia discolor* in California. ANR Publication 8011. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, CA, USA. 9 p.
- Agrios, G. N. 1995. Fitopatología. Editorial Limusa. Grupo Noriega Editores. México, D. F., México. 838 p.
- Ainsworth, G. C., F. K. Sparrow and Alfred S. Sussman. 1973. The fungi. Taxonomic review with keys: Basidiomycetes and lower fungi. Vol. IVB. Academic Press. New York, NY, USA. 504 p.
- Azcon-Bieto, J. y M. Talon. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. Mc Graw-Hill Co. Barcelona, España. 581 p.
- Barnett, H. L. and B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Co. 3rd ed. Minneapolis, MN, USA. 241 p.
- Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. García D. 2007. Enfermedades forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo/USDA Forest Service/ Natural Resources Canada. Chapingo, Edo. de Méx., México. 587 p.
- Cummins, G. B. and Y. Hiratsuka. 1983. Illustrated genera of rust fungi. American Phytopathological Society. St. Paul, MI, USA. 152 p.
- Delegación Azcapotzalco. 2000. Cuaderno estadístico delegacional. Departamento de Parques y Jardines. México, D.F., México. 20 p.
- Dirección de Educación Ambiental (DEA). s/f. Áreas verdes, vida para todos. Parque Tezozómoc. Subdirección de Procesos Escolarizados. Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA). http://www.sedema.df.gob.mx/areasverdesvidaparatodos/parques_emblematicos.html#_VGwbj_5MYE (1 de agosto de 2014).
- Dix, R. L. 1959. The influence of grazing on the thin-soil prairies of Wisconsin. Ecology 40(1): 36-49.
- Domsch, G. and H. Anderson. 1980. Compendium of soil fungi. Vol. I. Academic Press. New York, NY, USA. 859 p.
- Ellis, M. B. 1971. Dematiaceous, Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Kew, UK. 595 p.
- Farjon, A. and B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). Flora Neotropica Monograph 75: 1-293. p.

An association between the ash flower eriophyid *Aceria fraxiniflora* in *Fraxinus uhdei* and the *Fusarium sporotrichioides* micromycete has been reported.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

Contribution by author

José Francisco Reséndiz-Martínez: original project design, selection of methods of laboratory analysis, identification of pathological organisms and preparation of the manuscript; Lidia Guzmán-Díaz: selection of study units, sampling of pathological material and structure of the manuscript; Ana Lilia Muñoz-Viveros: preparation and review of the manuscript; Cecilia Nieto de Pascual Pola: application of arbitration corrections and editing the final manuscript; Lidia Patricia Olvera Coronel: laboratory work and preliminary review of the manuscript.

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to the authorities of the Tezozómoc Cultural and Recreational Park for having allowed the accomplishment of this study.

End of the English version

- Flores A., I. y A. J. Romero C. 2001. Diagnóstico fitosanitario del arbolado en pie de 8 especies de angiospermas en el vivero de Coyoacán. Facultad de Estudios Superiores. Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Edo. de Méx., México. 167 p.
- Gamliel, A. E., S. Freeman, A. Szejnberg A., Maymon M., Ochoa R., Belausov and E. Palevsky E. 2009. Interaction of the mite *Aceria mangiferae* with *Fusarium mangiferae*, the causal agent of mango malformation disease. Phytopathology 99(2): 152-9.
- Gilman, J. C. 1963. Manual de los hongos del suelo. Ed. Continental, S.A. México, D. F., México. 572 p.
- González, M. y B. Moctezuma P. 2000. Ciudad de México. Delegación Azcapotzalco. Monografía 1999-2000. Edición Delegacional. México, D. F., México. 74 p.
- González O., G. y J. García V. 2007. Riesgo por caída de árboles en un Parque Metropolitano de Guadalajara, Jalisco, México. Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México. pp. 93-98.
- Hanlin, R. T. 1990. Illustrated genera of Ascomycetes. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 263.
- Hinojosa, R. E. 2014. El manejo de áreas verdes en la Ciudad de México y Pekín: la búsqueda de la sustentabilidad en grandes ciudades. Investigación Ambiental 6 (1): 69-76.
- Iturriza, E. y A. Ortiz, B. 2006. *Fusarium circinatum*, el hongo causante de la enfermedad del chancro resinoso. Técnica Forestal. Basogintza, País Vasco. pp. 36-39.
- Liberato, J. R., P. Barber, T. I. Burgess y A. R. McTaggart. 2006. *Eucalyptus* leaf spot (*Phaeophleospora destructans*) PaDil. <http://www.padil.gov.au> (21 de octubre de 2013).
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ediciones Botas. México D. F., México. 361 p.
- Martínez, G. L. 2008. Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana. Fundación Xochitla, A. C. México D. F., México. 549 p.

- Moll, G. y D. Gangloff. 1987. Silvicultura urbana en los Estados Unidos. <http://www.fao.org/docrep/s1930s/s1930s05.htm> (12 de noviembre de 2013).
- Otero C., G., D. H. Noriega, C. R. Sánchez M. R., M. C. Acosta R., M. T. Santillán G. y F. Miranda Z. 1999. Descripción morfológica de la escoba de bruja del mango en brotes vegetativos y florales. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Edo. de Méx., México. pp. 5-7.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT). 2010. Presente y futuro de las áreas verdes y del arbolado de la Ciudad de México. México, D. F., México. 257 p.
- Rodríguez S., L. M. y E. J. Cohen F. 2003. Guía de árboles y arbustos de la zona metropolitana de la Ciudad de México. REMUCEAC-GDF-UAM. México, D. F., México. 380 p.
- Romero C., S. 1993. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx., México. 244 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2002. Informe de la situación del medio ambiente en México 2002. Compendio de Estadística Ambiental. México D. F., México. 272 p.
- Ulloa, M. 1991. Diccionario ilustrado de micología. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. 310 p.
- Vela G., L., A. Hernández R. y J. C. Boyás D. 1979. Instructivo para la colecta de material botánico. Boletín Divulgativo Instituto de Investigaciones Forestales. México, D. F., México. Núm. 49, 27 p.
- Velasco B., E., J. F. Reséndiz M., L. Sandoval C. L. P. Olvera C., F. Moreno S., M. V. Gutiérrez y O. Cedeño S. 2003. Diagnóstico sanitario de los bosques del Distrito Federal México. Revista Ciencia Forestal en México 27(91):91-108.
- Wayne, A. S., L. Howard and J. Warren. 1996. Diseases of trees and shrubs. 4 imp. Cornell University press. Ithaca, NY, USA. 575 p.

