

PÉREZ ARBELAEZIA

Diciembre de 2006

ISSN 0120-7717



Mutisia clematis L

Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis
Centro de Investigación y Desarrollo Científico



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ
1986 - 1972

Sacerdote - Investigador
Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELAEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis,
dedicada a la memoria de su fundador, el doctor *Enrique Pérez Arbeláez*,
quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de
Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de
nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico *Linneo* quiso hacer en homenaje a *José Celestino Mutis*.

Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D. C.**

Alcalde Mayor de Bogotá D. C.
Luis Eduardo Garzón

Jardín Botánico de Bogotá
"José Celestino Mutis"

Directora
Martha Liliana Perdomo Ramírez

Secretaria General
Angélica Díaz Ortiz

Jefe Oficina Asesora Jurídica
Edna Patricia Rangel Barragán

Jefe Oficina Asesora de Control Interno
Nancy Sanabria Rojas

Asesor de Planeación
Vladimir Forero Serrano

Subdirectora Científica
Claudia Córdoba García

Subdirector Técnico Operativo
Rolando Higueta Rodríguez

Subdirectora Educativa y Cultural
Paola Liliana Rodríguez Suárez

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 17 - Diciembre de 2006

Publicación Anual

PÉREZ - ARBELAEZIA

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que esta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial

Martha Liliana Perdomo	Directora
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica
Paola Rodríguez	Subdirectora Educativa y Cultural
Santiago Madriñán Restrepo	Profesor. Departamento de Ciencias Biológicas Universidad de los Andes
Hernán Mauricio Romero	Profesor. Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia
Andrés Etter Rothlisberger	Profesor - Investigador Departamento de Biología y Territorio Universidad Javeriana

Editores

Patricia Jaramillo Martínez
Germán I. Andrade Pérez

Comité Científico



Alberto Gómez Mejía	Presidente	Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica	Jardín Botánico
Francisco Sánchez	Asesor	Jardín Botánico
Gustavo Morales	Coordinador Colecciones	Jardín Botánico
Ricardo Pacheco	Investigador	Jardín Botánico
Rito Hernán Cardozo	Investigador	Jardín Botánico
Rolando Higueta	Subdirector	
	Técnico Operativo	Jardín Botánico
Sandra Cortés	Investigadora	Jardín Botánico

Grupo de Árbitros

Antonio Luis Mejía	Biólogo - Investigador	Labfarve
Carlos César Parrado	Director	Institución Ferial de Barbastro - IFB
Carlos Valderrama	Coordinador Diseño de Áreas y SIG	Wildlife Conservation Society - Programa Colombia
David Rivera	Biólogo - Investigador	Independiente
Edgar E. Cantillo H.	Ingeniero Forestal - Investigador - Docente	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Heliodoro Sánchez	Ingeniero Forestal - Investigador - Docente	Independiente
Jaime Aguirre	Director	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
María Teresa Pulido	Profesora - Investigadora	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Méjico.
Marina A. Correa	Docente	Universidad Nacional de Colombia
Orlando Vargas	Profesor - Investigador	Universidad Nacional de Colombia
Santiago Díaz P.	Presidente	Academia de Historia

PÉREZ ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2006 - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

ISSN 0120-7717

La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.

Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.

Coordinación general

Paola Rodríguez Suárez - Subdirectora Educativa y Cultural

Coordinación editorial

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

- Corrección:

Germán Ignacio Andrade Pérez

Camila Gaitán Gaitán

Juan Carlos Gómez Amaya

- Diseño y diagramación: Bibiana Andrea Alturo M.

Impresión

Universidad Nacional de Colombia - Unibiblos

Ilustración carátula

Alfonso Robledo Anzola - Arquitecto.

Logo Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Mutisia clematis L.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. Calle 63 No. 68-95 / Teléfono: 437 7060 / Fax: 630 5075

www.jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación.....	8
Dinámica de la germinación y desarrollo plantular en <i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>oreades</i> (Decne) Rahn	
Héctor Orlando Lancheros.....	11
Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de biomasa en <i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>oreades</i> (Decne) Rahn	
Héctor Orlando Lancheros / Hernán Cardozo.....	23
Estudio etnobotánico del manejo, uso y comercialización de plantas arvenses comestibles en las plazas de mercado de Bogotá, D.C. Colombia	
Nathalia Molina.....	37
Extracción de taninos de frutos del mortiño, <i>Hesperomeles goudotiana</i> Decne Killip. Rosaceae, Para ser utilizado en la formulación de un jabón con propiedades astringentes	
María Eugenia Torres.....	53
Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de Chapinero	
Manuel José Amaya Arias.....	67
Producción de estructuras reproductivas de <i>Ulex europaeus</i> y <i>Teline monspessulana</i> en tres tipos de vegetación en el Cerro de Monserrate, Bogotá, D.C. – Colombia	
Héctor Felipe Ríos A.....	93
Contribución al estudio de la distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín, Cundinamarca. Colombia.	
Carlos A. Rodríguez Beltrán.....	121
Hongos liquenizados como bioindicadores: macrozonas de isocontaminación atmosférica de Bogotá, D.C. (Cundinamarca, Colombia)	
Wilmer González Aldana.....	137
Hongos fitopatógenos de cuatro especies arbóreas en el contexto urbano	
Raúl Manuel Posada.....	155
Los ecosistemas de manglar en Colombia: situación actual y perspectivas	
Ricardo Álvarez León.....	169
Estudio corológico y fenológico de ocho especies del bosque andino con fines de restauración ecológica	
Yesid Lozano Ramírez / Leonardo Molina Portuguese / Jairo Silva Herrera / Claudia Alexandra Pinzón.....	187
Requerimientos de edición para la publicación de artículos en la revista.....	211

PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

Me complace mucho tener el gusto de presentar el ejemplar número 17 de la revista científica del Jardín Botánico *Pérez Arbelaez*. Con este hemos logrado dar continuidad a la publicación y cumplir los requisitos para su indexación, posición que vincula las investigaciones aquí presentadas al saber de la comunidad científica internacional. Esperamos sea un logro a partir de este número, en el cual podremos apreciar cómo cada vez con mayor claridad se perfila la especialización de las investigaciones adelantadas en el Jardín por un selecto grupo de científicos, así como por parte de las entidades afines sobre los ecosistemas tropicales de alta montaña.

Por tal motivo encontrarán en este ejemplar los resultados de investigaciones que aportan al conocimiento de nuestros ecosistemas y sus componentes como: Dinámica de la germinación y desarrollo plantular en *Plantago australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne) Rahn; Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de biomasa en *Plantago australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne) Rahn; Estudio etnobotánico del manejo, uso y comercialización de plantas arvenses comestibles en las plazas de mercado de Bogotá, D.C., Colombia; Extracción de taninos de frutos del mortiño (*Hesperomeles goudotiana* Decne Killip. Rosaceae) para ser utilizados en la formulación de un jabón con propiedades astringentes.

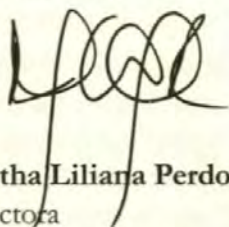
También encontrarán los artículos: Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de chapinero; Producción de estructuras reproductivas de *Ulex europaeus* y *Teline monspessulana* en tres tipos de vegetación en el Cerro de Monserrate, Bogotá D.C., Colombia; Contribución al estudio de la distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín, Cundinamarca, Colombia; Hongos liquenizados como bioindicadores: macrozonas de isocontaminación atmosférica de Bogotá,

D.C., Cundinamarca, Colombia; Hongos fitopatógenos de especies arbóreas;
Los ecosistemas de manglar en Colombia: situación actual y perspectivas;
Estudio corológico y fenológico de ocho especies del bosque andino con fines
de restauración ecológica.

Sea esta la oportunidad para despedirme, pues a partir del próximo año estaré
prestando mis servicios al Distrito y a la comunidad a través de la dirección de la
recién creada Secretaría Ambiental, desde donde seguiré velando por el futuro
del Jardín, entidad en la cual, gracias a un equipo humano comprometido, pude
avanzar en la concreción de muchos de sus objetivos y proyectos.

Espero que el conocimiento aquí publicado sea de gran utilidad para la
conservación, conocimiento y adecuado manejo de nuestros ecosistemas.

Cordialmente,



Martha Liliara Perdomo Ramírez

Directora

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Hongos fitopatógenos de cuatro especies arbóreas en el contexto urbano

Por

RAÚL H. POSADA ALMANZA¹

Recibido: 27 de octubre de 2006 / Aceptado: 27 de febrero de 2007

Resumen

La patología arbórea ha progresado con especies de interés comercial, pero poco en otros sectores; la incorporación de árboles y arbustos a las ciudades con fines ornamentales y sanitarios en ambientes diferentes a las silvestres ha llevado a la manifestación de enfermedades de etiologías desconocidas, siendo *Croton bogotensis*, *Ficus soatensis*, *Fraxinus chinensis* y *Liquidambar styraciflua* algunas de las especies afectadas, principalmente a nivel foliar, en Bogotá. Mediante muestreo de partes afectadas de la planta, aislamiento de la micoflora asociada y evaluación de los postulados de Koch *in vitro* y en campo, se determinaron los hongos que atacan a estas cuatro especies. Se confirmó actividad patogénica a nivel foliar y peciolar de *Alternaria alternata* y *Monocillium mucidum* sobre *L. styraciflua*; de *Fusarium acuminatum*, *Fusarium oxysporum* y *Nigrospora sphaerica* sobre *F. soatensis*; de *Ascochyta sp.* sobre *F. chinensis* y de *N. sphaerica*, *Phyllosticta sp.* y *Acremonium strictum* sobre *C. bogotensis*.

Palabras Clave

Croton bogotensis, *Ficus soatensis*, *Fraxinus chinensis*, *Liquidambar styraciflua*, patología arbórea, fitopatología, arbolado.

1. Biólogo, M.Sc. Mic. Jardín Botánico de Bogotá, Subdirección Científica. raulposada@myxmail.com



Plant pathogenic fungi of four tree species at urban context

Abstract

Trees pathology advances with economically important trees species, but it is poorly developed in other areas; the introduction of trees and shrubs to the cities far from their natural condition has induced the expression of unknown ethiology diseases, being *Croton bogotensis*, *Ficus soatensis*, *Fraxinus chinensis* and *Liquidambar styraciflua*, some of the affected species, specially on leaves, in Bogotá. The determination of the pathogenical fungi for these four tree species was made by isolation of the fungal population associated to sick tissues and evaluation of the Koch's postulates *in vitro* and in field. The pathogenical activity was confirmed for *Alternaria alternata* and *Monocillium mucidum* on *L. styraciflua*, for *Fusarium acuminatum*, *Fusarium oxysporum* and *Nigrospora sphaerica* on *F. soatensis*, for *Ascochyta* sp. on *F. chinensis* and for *N. sphaerica*, *Phyllosticta* sp. and *Acremonium strictum* on *C. bogotensis*, at leaves and petioles.

Keywords

Croton bogotensis, *Ficus soatensis*, *Fraxinus chinensis*, *Liquidambar styraciflua*, tree pathology, plant pathology, trees.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la patología foliar en árboles depende de la especie y de la historia de estos, así como del grado de severidad de la enfermedad (Tattar 1978). Existe una gran cantidad de especies arbóreas utilizadas en el ornato de las ciudades en Colombia, entre las que se encuentran: *Liquidambar styraciflua* Linn, familia Hammamelidaceae, llamado estoraque, árbol de estoraque o copalma de América, originario de Estados Unidos de Norteamérica; *Croton bogotensis* Cuatrec, familia Euphorbiaceae, llamado sangregado, drago o croto, originario de Colombia; *Ficus soatensis* Dugand, familia Moraceae, llamado caucho sabanero o uvo, originario de Cundinamarca, Colombia; *Fraxinus chinensis* Roxb, familia Oleaceae, llamado Urapan o Fresno, originario de China (Uribe 1997, IDU et al. 2002, Murillo 2004). Dentro de las anteriores *F. chinensis* y *L. styraciflua* son especies foráneas, propensas a ser atacadas por agentes etiológicos que no se encuentran en su ambiente natural.



Aunque una gran cantidad de organismos afectan las hojas —primer indicador de enfermedad en un árbol— en ocasiones las hojas con síntomas causados por patógenos pueden ser confundidas con anormalidades de poca importancia; por lo tanto, demostrar que un organismo es patógeno requiere cumplir los postulados de Koch —1. El agente patógeno debe inducir síntomas similares a los producidos en el lugar de donde fue extraído; 2. El agente patógeno debe reaislarse de las lesiones inducidas; y 3. Este reaislamiento debe inducir lesiones en tejidos sanos de la misma especie— en especial cuando un microorganismo parece asociado a la enfermedad de etiología desconocida o incierta.

Cuando un microorganismo patógeno forma parte de un complejo causal se encuentra presente en el medio ambiente o como parte de la micoflora asociada con el órgano afectado; su distribución sobre las plantas es muy variable, pero generalmente es más numeroso sobre las hojas inferiores y en el dosel más periférico (Carroll 1979, Andrews et al. 1980, Dix & Webster 1995), pudiendo llegar al hospedero por sus propios medios —en forma activa— aunque generalmente es transportado por algún agente dispersor —en forma pasiva— (Ramírez 1993).

Dentro de las sintomatologías por enfermedades fungosas se encuentran chancro o cáncer, mancha foliar, tizón, roña, marchitez, luna foliar, antracnosis, quemazón foliar, perdigones y costras, las cuales son comunes en árboles deciduos o estresados (Tattar 1978).

Dada la introducción de especies arbóreas en Bogotá y el poco conocimiento existente en torno a la sanidad de estas especies y de los agentes causales de enfermedades, el presente trabajo se desarrolló sobre las especies *C. bogotensis*, *F. soatensis*, *F. chinensis* y *L. styraciflua*, enfocado en la identificación de los hongos causantes de enfermedad y probar la patogenicidad de estos hongos a través de la verificación de los postulados de Koch.

METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo en el contexto urbano de Bogotá, Colombia, mediante la observación de individuos de las especies arbóreas seleccionadas, se identificaron los signos y síntomas más representativos de la enfermedad y el órgano atacado que manifestaba dichos síntomas.



Muestreos

Se realizaron dos tipos de muestreos: el primero, de los árboles afectados por medio de la colección de 15 muestras de cada órgano atacado —hoja, fruto y pecíolo— y separación por sintomatología; el segundo, de esporas transportadas por el viento en horas de mayor actividad eólica, mediante el uso de cajas de Petri expuestas —20 minutos— cerca de cada especie arbórea y en invernaderos.

Aislamientos

De las muestras de árboles afectados se cortaron trozos de 25 mm² que incluían una parte enferma y una parte sana, fueron lavados con agua por 15 minutos, desinfectados con hipoclorito de sodio al 1 por ciento por 4 minutos, alcohol etílico al 70 por ciento por 4 minutos y enjuagados con agua destilada estéril (López-Landínez 1996). Posteriormente fueron sembrados en Papa-Dextrosa-Agar, PDA, sumergiendo la parte afectada en el medio de cultivo. Estas muestras, junto con las de esporas transportadas por el viento, fueron incubadas a 30±2°C por 8 días; estos aislamientos constituyeron los cultivos iniciales.

Purificación e identificación

Los hongos obtenidos en cada aislamiento inicial fueron repicados independientemente en PDA e incubados en las mismas condiciones por 8 días. Se comprobó microscópicamente la pureza de los aislamientos; si no eran puros, se repicaron hasta purificarlos. La identificación a nivel de género y especie se realizó siguiendo las claves de Domsch et al. (1980) y Barnett & Hunter (1998).

Demostración de los postulados de Koch

Pruebas in vitro: hojas sanas de *F. chinensis*, *L. styraciflua*, *C. bogotensis* y *F. soatensis* fueron lavadas con agua corriente, desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1 por ciento por 5 minutos y enjuagadas con agua destilada estéril. Una hoja limpia, con el pecíolo envuelto en algodón, fue depositada por caja de Petri, con papel de filtro e hidratada en el algodón cada tercer día con agua desionizada. El inóculo — 1×10^6 conidios mL⁻¹— obtenido mediante dilución de esporas y cuantificación con cámara de Neubauer fue mezclado con Agrotin al 0.1 por ciento y aplicado en la lámina foliar mediante 3 técnicas: punción foliar por el haz, presión por el envés y aspersión, según la metodología descrita por Dhingra & Sinclair (1987).

El primer postulado se comprueba al manifestarse síntomas de enfermedad y signos del agente causal. Fueron empleadas 15 cajas de Petri por tratamiento —aislamiento, inoculado y testigo— con lecturas cada 7 días. A la manifestación de síntomas —necrosis del tejido vegetal en haz y envés foliar y presencia de hifas— se procedió a realizar el aislamiento del hongo asociado a la lesión; la obtención del hongo inoculado confirma el segundo postulado. La demostración del tercer postulado se realizó siguiendo la metodología antes mencionada, inoculando las cepas reaisladas del ensayo.

Pruebas en campo: a partir de plántulas de *F. soatensis* y *C. bogotensis* obtenidas por semillas y de esquejes enraizados de *F. chinensis* y *L. styraciflua* se realizaron pruebas de patogenicidad en invernadero; adicionalmente se realizaron pruebas de patogenicidad sobre ramas terminales de individuos adultos. La severidad de afección fue evaluada a partir de la escala de patogenicidad (Tabla 1).

Primer postulado: por fuente de inóculo —aislamiento— se emplearon cuatro grupos de 3-5 hojas sanas por árbol susceptible de contraer enfermedad; dos grupos fueron lavados con agua estéril y secados al aire, los otros dos grupos no se lavaron antes de la inoculación. El inóculo fue aplicado en ambas superficies foliares, para *L. styraciflua* se adicionó Tween 20 al 0.5 por ciento como adherente debido a la serosidad de las hojas; todas las muestras se conservaron en cámara húmeda por 3 días, luego fueron expuestas al aire. Cada 5 días se evaluó la sintomatología, hasta completar 40 días.

Escala	Síntomas	%	Escala	Síntomas
0	No visibles	0	0	Planta sana
1	Pequeñas lesiones	1-20	1	Daño en el 3/3 de la planta.
2	Desarrollo de lesiones y aparición de nuevas	21-40	2	Daño en 2/3 y 3/3 de la planta.
3	Coalescencia y aparición de nuevas lesiones	41-60	3	Daño en el 1/3 de la planta.
4	Necrosis parcial	61-80	4	Planta muerta
5	Afección total	81-100		

Tabla 1. Escalas de patogenicidad empleadas en especies arbóreas.



Fueron empleadas plántulas de invernadero previamente estresadas nutricional y espacialmente por seis meses, lavadas, inoculadas y sembradas en suelo fertilizado y estéril —2 horas a 15 lb y 221°C, 2 veces—. El inóculo, 1×10^6 conidios mL^{-1} , se aplicó en hojas y pecíolo mediante su inmersión en suspensión de esporas —*L. styraciflua* con adición de agar al 0.1 por ciento—; en tallo la inoculación se realizó mediante corte vertical con escalpelo, aplicación directa del inóculo, cobertura con algodón húmedo e impermeabilización con adhesivo por 72 horas. Adicionalmente las plántulas fueron hidratadas cada 72 horas y conservadas en cámara húmeda, la observación se realizó cada 2 días por 30 días o hasta la aparición de síntomas. Para *L. styraciflua* y *F. chinensis* las pruebas se realizaron sobre esquejes en cámara húmeda permanente.

En invernadero plántulas de *C. bogotensis*, *F. chinensis* y *F. soatensis*, sometidas a estrés nutricional y espacial, fueron inoculadas —por separado para cada inóculo— mediante aspersión superficial con 1×10^6 conidios mL^{-1} y se observaron a intervalos de 5 días por 30 días.

Segundo y tercer postulados: a partir de los tejidos enfermos de los ensayos y siguiendo la metodología descrita para aislamiento a partir de muestras de árboles afectados se realizó el reaislamiento del patógeno. Estos se aplicaron sobre hojas y pecíolos de individuos adultos, previo lavado de hojas y pecíolos con agua estéril; también se aplicaron sobre hojas y pecíolos de plántulas sometidas a estrés, previamente lavadas.

Observación de la relación hospedero-patógeno: mediante cortes histológicos teñidos con safranina y azul de lactofenol para la tinción diferencial, se observó la presencia del patógeno entre el tejido afectado de pecíolos, hojas y nervaduras foliares.

RESULTADOS

Los árboles son afectados por patógenos a cualquier altura, pero *L. styraciflua* y *F. soatensis* fueron afectados más en la zona más periférica —ramas externas— que en el centro —cerca al fuste del árbol— y *L. styraciflua* fue afectado solo lateralmente; además, hongos patógenos como *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl, *Fusarium sp.* Link ex Fr. y *Verticillium alboatrum* Reinke & Berthold son transportados por el viento (Tabla 2), lo cual evidencia un posible efecto

de la actividad eólica en el mecanismo de transporte y afección por parte de los microorganismos. En todos los casos la afección fue foliar y para *L. styraciflua* y *C. bogotensis* la afección también ocurrió a nivel peciolar.

Especie	Hongos aislados			
<i>L. styraciflua</i>	<i>Gliocladium</i> sp.	<i>Rodotborula</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	
<i>F. soatensis</i>	<i>A. alternata</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Epicoccum</i> sp.	<i>Mucor</i> sp.
<i>F. chinensis</i>	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Verticillium alboatrum</i> .
<i>C. bogotensis</i>	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Stachybotrys</i> sp.	<i>Rodotborula</i> sp.
Invernadero	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.	<i>Rhodotorula</i> sp.	<i>Wallemia</i> sp.

Tabla 2. Hongos transportados por el aire en cercanías de las especies de ornato evaluadas.

Todas las especies arbóreas, excepto *F. chinensis*, mostraron *in vitro* sintomatología de enfermedad foliar con algunos de los hongos inoculados luego de pocos días; como se esperaba, los testigos no inoculados no manifestaron sintomatología alguna (Tablas 3 y 4). Los resultados en campo fueron ligeramente diferentes a los obtenidos en el laboratorio: se manifestó una mayor cantidad de patógenos en campo que *in vitro*, aunque algunos de ellos coincidían en ambas pruebas; el mayor nivel de afección fue foliar (Tabla 5).

Especie arbórea	Hongos patógenos
<i>L. styraciflua</i>	<i>Penicillium verrucosum</i>
	<i>Acremonium kiliense</i>
<i>F. soatensis</i>	<i>Fusarium graminearum</i>
	<i>Fusarium acuminatum</i>
	<i>Septoria apii</i>
<i>C. bogotensis</i>	<i>Acremonium strictum</i>

Tabla 3. Hongos que mostraron patogenicidad *in vitro* sobre hojas bajo cámara húmeda para el primer postulado de Koch.

Especie arbórea	Hongos patógenos
<i>F. soatensis</i>	<i>Septoria apii</i>
	<i>Fusarium acuminatum</i>
<i>C. bogotensis</i>	<i>Acremonium strictum</i>

Tabla 4. Hongos que indujeron síntomas de enfermedad sobre hojas *in vitro* bajo cámara húmeda para el tercer postulado de Koch.



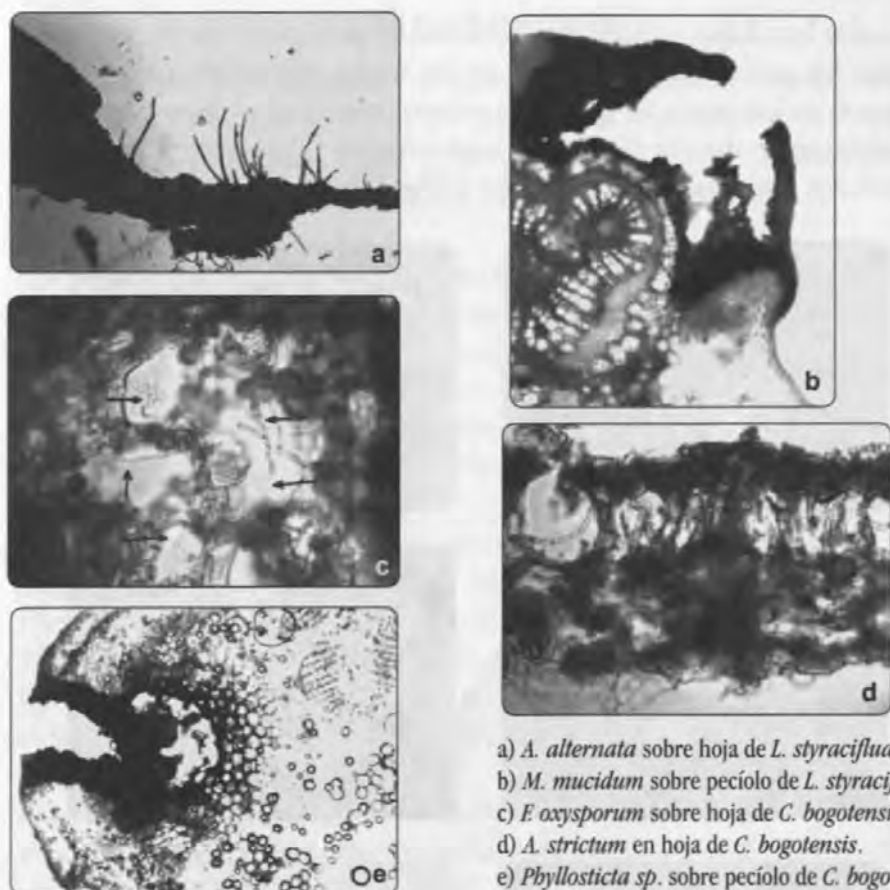
Especie arbórea	Primer postulado	Tercer postulado	Nivel
<i>L. styraciflua</i>	<i>M. mucidum</i>	<i>M. mucidum</i>	Foliar y peciolar
	<i>A. alternata</i>	<i>A. alternata</i>	Foliar
<i>F. soatensis</i>	<i>F. acuminatum</i>	<i>F. acuminatum</i>	Foliar
	<i>F. graminearum</i>		
	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. oxysporum</i>	Foliar
<i>F. chinensis</i>	<i>N. sphaerica</i>	<i>N. sphaerica</i>	Foliar
	<i>Ascochyta sp.</i>	<i>Ascochyta sp.</i>	Foliar
<i>C. bogotensis</i>	<i>N. sphaerica</i>	<i>N. sphaerica</i>	Foliar y peciolar
	<i>A. strictum</i>	<i>A. strictum</i>	Foliar
		<i>Phyllosticta sp.</i>	Peciolar

Tabla 5. Hongos fitopatógenos y nivel de afección en pruebas bajo condiciones de campo según el primer y tercer postulados de Koch.

Las hojas de *L. styraciflua* presentaron manchas subcuticulares de borde no definido, de distribución variable en la superficie, con tonalidad plateada en el centro y negro en el borde, en ocasiones con banda negra circundante; el centro de la lesión inmerso en el tejido, afectando lámina y nervaduras; inicia en el haz y se propaga al envés perforando el tejido. La lesión es producida por *Monocillium mucidum* W. Gams y *A. alternata*. En los pecioloos se encontraron chancros que alcanzaban los 5 mm de longitud, de interior negro —tejido destruido— y producido por *M. mucidum* (Fig. 2 a, b).

Las hojas de *F. soatensis* presentaron dos tipos de lesiones: la primera correspondió a manchas de centro negro, borde café oscuro y periferia verde claro, posteriormente forman un perdigón central que atraviesa la hoja; la segunda fue una mancha café claro de cualquier extremo de la hoja hacia el centro, con borde mal definido café más oscuro, producida por el complejo *Fusarium acuminatum* Ellis & Everh, *Fusarium oxysporum* Schlecht y *Nigrospora sphaerica* (Sacc.) Mason (Fig. 2 c).

La lesión ocasionada por *Ascochyta sp.* en hojas de *F. chinensis* es de sintomatología menor: pequeña lesión —lunar— poco abundante y poco uniforme en el haz, que alcanza los 1.5 mm de diámetro; no crece ni produce la muerte del folíolo en el cual está presente.



a) *A. alternata* sobre hoja de *L. styraciflua*.
 b) *M. mucidum* sobre pecíolo de *L. styraciflua*.
 c) *F. oxysporum* sobre hoja de *C. bogotensis*.
 d) *A. strictum* en hoja de *C. bogotensis*.
 e) *Phyllosticta* sp. sobre pecíolo de *C. bogotensis*.

Figura 1. Manifestaciones —signos— de los patógenos sobre hojas y pecíolos de *C. bogotensis*, *F. soatensis* y *L. styraciflua* en condiciones de campo.

C. bogotensis manifiesta dos sintomatologías: una, en hojas maduras e inmaduras, con puntos negros por el haz que crecen hasta alcanzar un diámetro aproximado de 2.5 mm y que desarrollan un centro negro, con borde poco definido café oscuro y halo amarillo, llegando a atravesar hasta el envés foliar. Otra, que se presenta como quemazón foliar de borde poco definido, comenzando por cualquier extremo de la hoja y que avanza lentamente hasta cubrir cerca del 70 por ciento de la superficie foliar; se manifiesta en hojas maduras e inmaduras, pero en las últimas hay un halo rojo alrededor de la línea de avance de la lesión, notorio principalmente por el haz y es inducido por *N. sphaerica* y *Acremonium strictum* W. Gams. En el pecíolo *N. sphaerica* produce manchas costrosas de color marrón y *Phyllosticta* sp. produce fractura de los tejidos en forma de chancro (Fig. 2 d, e, f).



Los cortes histológicos mostraron la presencia de algunos de los patógenos —según los postulados de Koch— en los tejidos lesionados; otros agentes patógenos no crecieron en medio de cultivo, mostrándose su patogenicidad por observación directa dentro del tejido vegetal y causando lesión, como *Phyllosticta* sp. sobre pecíolo de *C. bogotensis* (Fig. 1).



Figura 2. Síntomas de enfermedades foliares en árboles de *C. bogotensis*, *F. soatensis* y *L. styraciflua*.

- a) Lámina foliar de *L. styraciflua*.
- b) Pecíolo de *L. styraciflua*.
- c) Lámina foliar de *F. soatensis*.
- d) Lámina foliar de *C. bogotensis*.
- e) Pecíolo de *C. bogotensis*.
- f) Pecíolo de *C. bogotensis*.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Las afecciones por patógenos en árboles se presentaron principalmente a nivel foliar. El 90 por ciento de los síntomas se manifestaron en hojas y el 30 por ciento en pecíolos (Tabla 5), siendo estas las partes más susceptibles y simultáneamente las más importantes a nivel de ornato público.

Los postulados de Koch fueron eficaces para la evaluación de la patogenicidad por hongos en sistemas arbóreos. Esta evaluación, siguiendo los postulados de Koch sobre especies arbóreas, mostró resultados positivos principalmente en pruebas de campo y no tan positivos en pruebas *in vitro*; sin embargo, estos postulados no aplican para demostrar la patogenicidad de hongos que no pueden ser fácilmente cultivados (Dhingra & Sinclair 1987).

El 69 por ciento de los hongos encontrados y el ciento por ciento de los fitopatógenos han sido reportados como transportados por el viento por Phukan & Baruah (1992), Padersen & Morrall (1995), Talpur et al. (1995) y Tiwari & Sahu (1995); fuertes vientos con episodios de lluvia son posiblemente los causantes de la quemazón o de las manifestaciones localizadas de la enfermedad (Padersen & Morrall 1995) (Tabla 2).

De todos los hongos encontrados en los aislamientos obtenidos en las cajas de Petri expuestas al viento ninguno mostró ser patógeno tanto en las pruebas *in vitro* como en las de campo (Tablas 2, 3, 4 y 5). El mecanismo de transporte posiblemente sea el cuerpo de insectos como *Dacrisia aeruginosa* (Lepidoptera) en *L. styraciflua*; *Epilachna* sp. (Coleoptera), *Melenaspis* sp. (Homoptera) e *Icerya* sp. (Homoptera) en *F. soatensis*; *Myzus persicae* (Hymenoptera), *Phytoseiulus* sp. (Árácida) y *Aphis gossypii* (Formicidae) en *C. bogotensis*; y *Tetranychus* sp. (Árácida), *Spodoptera* sp. (Hymenoptera) y *Tropidosteptes chapingoensis* (Lepidoptera) en *F. chinensis* (G. Caicedo, comunicación personal). Sin embargo, el viento sí parece tener efecto en la determinación de las zonas de la planta donde se manifestarán los síntomas de la enfermedad.

Algunos hongos mostraron ser patógenos sobre especies arbóreas. De los patógenos encontrados afectando las especies arbóreas *L. styraciflua*, *F. soatensis*, *F. chinensis* y *C. bogotensis*, a nivel foliar o peciolar, solo los hongos *A. alternata*, *Ascochyta* sp., *N. sphaerica*, *Fusarium* spp. y *Phyllosticta* sp. han sido reportados como



patógenos foliares, mientras *Acremonium strictum*, *F. oxysporum* y *M. mucidum* han sido reportados como patógenos solo a nivel radical o en invernadero; pero *F. acuminatum* no ha sido reportado como fitopatógeno (Navarrete 1965, Domsch et al. 1980, Barnett & Hunter 1998, Bartolini et al. 1993, Das 1993, Biswal & Narain 1994, Shahzad & Ghaffar 1995, Ali & Deka 1996, Kadlicsko et al. 1996, Doster & Michailides 1998), lo que muestra la importancia de las evaluaciones de patogenicidad sobre especies vegetales antes no evaluadas.

Para llegar a concluir acerca de los patrones de distribución de estos patógenos y la influencia de diversos factores sobre su comportamiento son necesarios estudios detallados que relacionen los factores climáticos, edáficos y de contaminación del aire más influyentes sobre los agentes etiológicos ya definidos.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión se encontró que *A. alternata* produce patologías a nivel foliar, mientras *Monocillium cf. mucidum* produce patologías en hoja y pecíolo de *L. styraciflua*. *F. acuminatum*, *F. oxysporum* y *N. sphaerica* inducen patologías a nivel foliar sobre árboles de *F. soatensis*. *F. chinensis* es afectado por *Ascochyta* sp. a nivel foliar. *C. bogotensis* es afectado a nivel foliar por *N. sphaerica* y *A. strictum* y a nivel peciolar por *N. sphaerica* y *Phyllosticta* sp.

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos al Jardín Botánico de Bogotá por el soporte económico para el proyecto. A los doctores Francisco González y Emira Garcés de Granada por sus sugerencias y comentarios y a Sandra Iliana Velásquez por su permanente apoyo y colaboración en el desarrollo del proyecto.

Bibliografía

- Ali, M. S. & B. Deka. 1996. Role of fungi causing grain discolouration of rice and management under storage. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology 26: 79-85.
- Andrews, J. H., Kenerley, C. M. & E. V. Nordheim. 1980. Positional variation in phylloplane microbial populations within an apple tree canopy. Microbial Ecology 6: 77-84.

- Barnett, H. L. & B. B. Hunter.** 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 3a. Ed. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota.
- Bartolini, J. S., Sison, E. G. & E. P. Sevilla.** 1993. *Survey and identification of seedborne fungi of indigenous legumes*. Pest Management Council of the Philippines, Inc. Philippines.
- Biswal, G. & A. Narain.** 1994. *Some minor leaf spot diseases of paddy*. Orissa Journal of Agricultural Research 7: 49-50.
- Carroll, G. C.** 1979. *Needle micro-epiphytes in a douglas fir canopy: biomass and distribution patterns*. Canadian Journal of Botany 57: 1000-1007.
- Das, S. R.** 1993. *Notes on plant pathogenic fungi on fruit trees hitherto not recorded in Orissa*. Orissa Journal of Horticulture 21: 89-94.
- Dhingra, O. D. & J. B. Sinclair.** 1987. *Basic Plant Pathology Methods*. Cuarta Edición CRC Press Inc. Florida.
- Dix, N. & J. Webster.** 1995. *Fungal Ecology*. Primera edición. Chapman Hall Editores. Londres.
- Domsch, K. H., Gams, W. & T. H. Anderson.** 1980. *Compendium of Soil fungi*. Vol 1. Academic Press. London.
- Doster, M. A. & T. J. Michailides.** 1998. *Production of Bright Greenish Yellow Fluorescence in Figs Infected by Aspergillus Species in California Orchards*. Plant Disease 82: 669-673.
- Franco, L. & J. J. Filgueira.** 2003. *Componentes sintomatológicos de la enfermedad del decaimiento y muerte en Plantas de Urapan (Fraxinus chinensis) en Bogotá*. Ecotono, Universidad Militar Nueva Granada 6: 1.
- IDU, DAMA & JBB.** 2002. *Complemento al diseño preliminar del Manual Verde*. Bogotá D.C. Contrato de Consultoría No. 522 de 2001.
- Kadlicsko, S., Fischl, G., Varga, P., Piszker, Z. & I. Walcz.** 1996. *New fungal pathogens on sunflower plants*. Novenyvadelem (Hungary) 32: 171-174.
- López-Landínez, M.** 1996. *Reconocimiento e identificación de enfermedades fungosas en el rosal (Rosa sp.)*. Tesis de grado Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología. Bogotá.
- Murillo, J. A.** 2004. *Las Euphorbiaceae de Colombia*. Biota Colombiana 5: 183-200.



- Navarrete, J. O. 1965. *Índice de enfermedades de plantas cultivadas en Colombia*. Boletín Técnico No 11. Bogotá.
- Padersen, E. A. & A. A. Morrall. 1995. *Effect of wind speed and direction on horizontal spread of Ascochyta blight of lentil*. Canadian Journal of Plant Pathology 17: 223-232.
- Perdomo, M. L., Higuera, R., Rodríguez, P. L., Córdoba, C. & M. J. Amaya. 2005. *Manual del censista y auxiliar censo del árbol urbano de Bogotá D.C.* Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá.
- Phukan, S. N. & C. K. Baruah. 1992. *Studies on the air spore over a potato field in relation to incidence of Phytophthora infestans (Mont.) De Bary*. Advances in Plant Sciences 4: 13-17.
- Ramírez-Correa, L. A. 1993. *Manual de Patología*. Ministerio de Agricultura. Inderena, Regional Antioquia.
- Shahzad, S. & A. Ghaffar. 1995. *New records of soilborne root infecting fungi in Pakistan*. Pakistan Journal of Botany 27: 209-216.
- Talpur, M. A., Zardari, M., Soomro, I. H. & N. J. Ismaili. 1995. *Study of aeromycoflora of Kistrict Khairpur Mir's, Sindh, Pakistan*. Scientific Khyber 8: 43-48.
- Tattar, T. A. 1978. *Diseases of share trees*. Academic Press, Inc. A. Subsidiary of Harcourt Javanovich Publishers. Nueva York.
- Tiwari, K. L. & S. K. Sahu. 1995. *Aero-mycological study of Raipur*. Advances in Plant Sciences 8: 391-396.
- Uribe, E. 1997. *Enverdecimiento urbano en Colombia*. Capítulo 10, págs. 253-304 en: Krishnamurthy, L. & J. Rente Nascimento (eds.). Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe.