

HONGOS FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A LA ENFERMEDAD DE MUERTE REGRESIVA Y PUDRICIÓN DEL FUSTE DE PACHACO (*Schizolobium parahybum*) EN EL TRÓPICO HÚMEDO ECUATORIANO

(Fungi pathogens associated disease dieback and stem rot of pachaco (schizolobium parahybum) in the ecuadorian humed tropics)

**Carlos Belezaca Pinargote¹,
Carmita Suárez Capello² y Danilo Vera Coello²**

¹ Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Facultad de Ciencias Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade, Km 1,5 vía Quevedo – Quito, Campus Ing. Manuel Haz Álvarez. C.P. 073, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

² Estación Experimental Tropical Pichilingue, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador; Departamento Nacional de Sanidad Vegetal. Km 5 vía Quevedo – EL Empalme. C.P. 024, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Autor para Correspondencia: Email: cbelezaca@yahoo.com,
Tel: 56 63 215815

Palabras Clave: Marchitez vascular, pruebas de patogenicidad, volumen aparente de necrosis.

Key words: Apparent volume of necrosis, pathogenicity tests, vascular wilt.

RESUMEN

La enfermedad de muerte regresiva y pudrición del fuste de Pachaco (*Schizolobium parahybum* Vell Blake) fue detectada inicialmente 1988, matando árboles jóvenes en la zona central del Trópico Húmedo Ecuatoriano, desde entonces, cada año, miles de árboles mueren por esta causa. En el año 2002 se realizó la presente investigación que abarcó tres rodales de distintas edades, ubicados en provincias diferentes, planteándose los siguientes objetivos: describir la sintomatología de la enfermedad, su incidencia en las zonas de estudio e identificar los microorganismos asociados a árboles de *S. parahybum* enfermos. La enfermedad mostró una sintomatología compleja, empezando con una marchitez vascular y pérdida de coloración verde oscura de las hojas hasta tornarse cloróticas. Las heridas no cicatrizadas mostraron una pudrición circular que afecta la corteza y el xilema,

emanando fluidos de color amarillo claro a café oscuro, con fuerte olor a materia orgánica en descomposición. En la provincia de Los Ríos (rodal mayor a 25 años) se encontró la mayor incidencia de la enfermedad (55%), seguido de las provincias Esmeraldas (rodal de 8 años) y Santo Domingo de Los Tsáchilas (rodal de 4 años) con 29 y 24%, respectivamente. De árboles enfermos se aislaron e identificaron cinco hongos, tres a nivel de género: *Macrophoma* sp., *Fusarium* sp. y *Graphium* sp. y dos a nivel de especies: *Ceratocystis paradoxa* (Dade) y *C. moniliformis* (Hedgc.). Las pruebas de patogenicidad demostraron que *C. paradoxa*, *Macrophoma* sp. y *C. moniliformis* provocaron los mayores valores de volumen aparente de necrosis con 5.40, 3.55 y 3.48 cm³ respectivamente.

SUMMARY

*Dieback disease and stem rot of Pachaco (Schizolobium parahybum Vell Blake) was detected initially in 1988, killing young trees in the Ecuadorian Humed Tropics, since then, thousands of trees are dying annually. The present investigation was made in 2002, where were included three rodales of different ages, located in different provinces. The aim for this research was describe the symptoms its incidence in the zones of study and identifying the associated microorganisms affecting S. parahybum. The disease showed complex symptoms, beginning with a wither of dark, green coloration of the leaves until becoming chlorotics. The healed wounds did not show a circular root that affects the crust and xylem, of where emanates fluid of clear yellow color to dark coffee, with strong smell to organic matter in decomposition. In Los Ríos province (rodal more than 25 years old) the greater incidence of the disease was 55%, followed by the provinces of Esmeraldas (rodal of 8 years old) and Santo Domingo de Los Tsáchilas (rodal of 4 years old) with 29 and 24% respectively. Of ill trees five fungi isolated themselves and identified, three at sort level: **Macrophoma sp.**, **Fusarium sp.** and **Graphium sp.** and two at level of species: **Ceratocystis paradoxa** (Dade) and **C. Moniliformis** (Hedgc.). The pathogenicity tests demonstrated that **C. paradoxa**, **Macrophoma sp.** and **C. moniliformis** caused the higher values of apparent volume of necrosis with 5.40, 3.55 and 3.48 cm³ respectively.*

INTRODUCCIÓN

El creciente interés por el establecimiento de plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento entre los sistemas de producción predominantes del Trópico Húmedo Ecuatoriano (THE), ha motivado el manejo intensivo de rodales puros de varias especies nativas e introducidas, entre las que se destaca *Schizolobium parahybum* Vell Blake (pachaco). *S. parahybum* es un árbol que pertenece a la familia Fabaceae, originario de la cuenca amazónica, sobresale por ser muy vistoso, de fuste recto sin ramas y que en su parte superior tiene grandes racimos alargados de hojas (Rosales *et al.*, 1999). A la distancia se lo observa como un árbol gigantesco parecido a un helecho. Alcanza alturas de más de 30 m y hasta 1 m de diámetro a la altura del pecho (Tipan, 1982; Montenegro, 1987). Este árbol, puede llegar a obtener un Incremento Medio Anual (IMA) de 25 a 50 m³ ha⁻¹ año⁻¹, de madera semidura, características

apropiadas para la industria en la fabricación de tableros de plywood (Torres, 1995).

Las bondades y cualidades que muestra esta especie forestal, atrajo el interés de empresarios madereros y agricultores, quienes a partir de las décadas del 70 y 80 del siglo XX, iniciaron las primeras plantaciones y la introdujeron a sus sistemas de producción, además, se la consideró como una especie promisoría en los planes nacionales de reforestación (Estrada, 1997). Sin embargo, a finales de los años 80, apareció en el THE una extraña y compleja enfermedad, que ha provocado la muerte de miles de hectáreas plantadas con *S. parahybum*. Puntualmente, la enfermedad fue observada por primera vez en el año de 1988, cuando los árboles de un rodal de 10 años de edad estaban muriendo en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP) (Cannon, 1990). La enfermedad muestra características de marchitez vascular y desde su detección ataca plantaciones de diferentes edades (Belezaca & Suárez, 2001; Belezaca, 2002; Belezaca *et al.*, 2009). Poco tiempo después de su detección, se dirigieron esfuerzos para determinar la etiología de la enfermedad, siendo entonces que Cannon (1990) y Ramírez (1990) investigando separadamente, confirmaron la presencia de un hongo ascomicete perteneciente al género **Ceratocystis** como el agente etiológico. Sin embargo, reportaron que la sintomatología asociada a dicha pudrición era muy compleja y hacía sospechar que habría otros organismos involucrados en dicho proceso.

Desde entonces, la enfermedad provocó que los productores madereros dejen de establecer plantaciones con esta especie forestal en el THE, debido al temor de perder la inversión realizada (Belezaca & Suárez, 2003). Es probable que la disminución en el número de hectáreas plantadas con *S. parahybum* debido a la enfermedad esté incrementando la presión de los bosques naturales por la demanda de madera y consecuentemente aumentando la tasa de deforestación nacional. A partir de estos hechos, el presente trabajo tuvo como objetivos: describir la sintomatología de la enfermedad, su incidencia en cada una de las zonas de estudio e identificar los microorganismos que se encuentren asociados a árboles de *S. parahybum* enfermos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de estudio. El estudio se realizó en la zona central del Trópico Húmedo Ecuatoriano (THE) entre los años 2000 a 2002, se seleccionaron tres rodales, cada uno

ubicado en una provincia diferente: 1) Los Ríos (01° 04' 26" S y 79° 24' 14" W), 2) Esmeraldas (00° 19' 10" N y 78° 26' 00" W) y 3) Santo Domingo de los Tsáchilas (00° 01' 36" N y 79° 22' 17" W). En el Cuadro 1 se detallan algunos parámetros dasométricos y climáticos de cada uno de los rodales y en la Figura 1 se muestra la ubicación geográfica dentro del país, de los lugares estudiados.

Variables	Los Ríos	Esmeraldas	Santo Domingo de los Tsáchilas
Superficie (hectáreas)	16	4	5
Edad (años)	> 25	8	4
Altura (m)	30	19	13
Diámetro (DAP) (cm)	70	35	16
Densidad (árboles por hectárea)	289	500	625
Precipitación (mm)	2905	4059	3852
Temperatura (° C)	24.7	25.3	24.1
Humedad relativa (%)	86.5	87.5	87.4
Heliofania (horas por luz año)	915	898	842
Altitud (m.s.n.m.)	120	200	250

Cuadro 1. Ubicación, superficie y valores promedio de variables dasométricas y climáticas de los rodales de *Schizolobium parahybum* en cada provincia al momento de la evaluación.

Fase de laboratorio. Los aislamientos y pruebas de patogenicidad se efectuaron en el laboratorio e invernadero del Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), ubicada en el km 5 de la vía Quevedo – El Empalme.

Evaluaciones de Campo. En cada rodal estudiado se delimitó una ha de superficie, dentro de la cual se registraron los árboles muertos, enfermos y aparentemente sanos. Para determinar la incidencia de la enfermedad se empleó la ecuación [1] (Zadoks & Schein, 1979). Se realizaron observaciones y anotaciones sobre la sintomatología y distribución de la enfermedad en el campo. Posteriormente, se efectuaron cortes profundos en el fuste de árboles enfermos y sanos con el propósito de establecer diferencias visibles en cuanto a la coloración de la madera.

$$\%I = \frac{\sum \text{árboles enfermos}}{\sum \text{árboles de la muestra}} \times 100 \quad [1]$$

Donde: %I = Incidencia de la enfermedad en porcentaje.

Recolección y análisis de muestras. Muestras de tejidos se obtuvieron a partir de árboles con síntomas de enfermedad. Tejidos procedentes de heridas mecánicas cicatrizadas y sin cicatrizar y tejidos vasculares con coloración café oscuro a gris se recolectaron en bolsas de papel y fueron llevadas al laboratorio para su análisis. Secciones de tejidos fueron ubicadas en recipientes de

vidrio que cumplieron la función de cámara húmeda para estimular el desarrollo de patógenos presentes. Trozos de tejidos de aproximadamente 0.5 x 0.5 cm se desinfectaron en NaClO al 5% durante 3 minutos y enjuagaron por tres oportunidades con H₂O destilada estéril, finalmente se cultivaron *In vitro* en placas de Petri conteniendo medio de

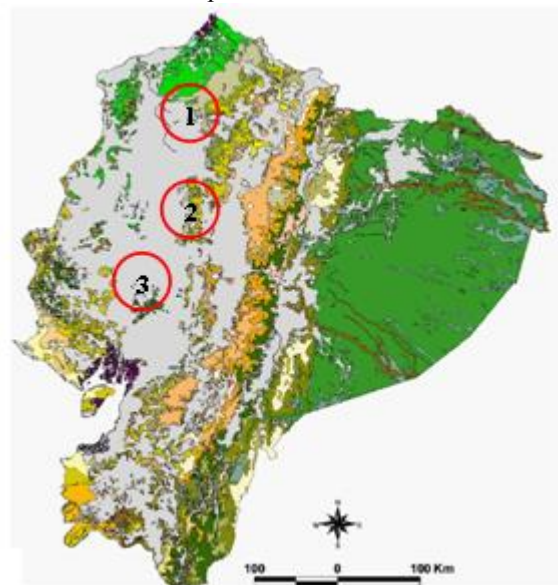


Figura 1. Ubicación de los rodales estudiados de *Schizolobium parahybum*, representados en un mapa digital del Ecuador continental. 1: provincia de Esmeraldas, 2: provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, 3: provincia de Los Ríos.

cultivo PDA (papa – dextrosa – agar) más vitamina B1 (tiamina) al 0.005% (Commonwealth Mycological Institute, 1983). Las placas de Petri se incubaron a 24 ± 2 °C durante 96 horas.

Identificación de microorganismos. La identificación se realizó con la ayuda de claves taxonómicas (Hunt, 1956; Von Arx, 1981; Barnett & Hunter, 1986; Hanlin, 1992). Cuando existió dudas, colonias tipo fueron enviadas para su identificación al Departamento de Fitopatología (Department of Plant Pathology) de la Universidad de Iowa, USA.

Pruebas de patogenicidad. Se inocularon plantas de *S. parahybum* de 4 meses de edad con una altura y diámetro promedio de 50 cm y 1.5 cm respectivamente, bajo condiciones de invernadero (24 ± 2 °C y 75% de humedad relativa). Las inoculaciones se realizaron en el tallo de las plantas, a una altura de 10 cm sobre el nivel del suelo, donde con un bisturí esterilizado se realizó un corte inclinado que comprometió la corteza y la albura, en el que se depositó 1 mL de suspensión, a razón de 250,000 unidades de infección por mL para el caso de los microorganismos (ascosporas y conidias según correspondiera a cada hongo), y 1 mL de H₂O destilada estéril en el caso del control. El corte fue cubierto con algodón húmedo estéril y cinta de parafilm. Las plantas se mantuvieron dentro del invernadero durante 90 días después de las inoculaciones, y una vez concluido este tiempo se las diseccionó, y con un pie de metro se midió el área aparente de necrosis, provocada por cada microorganismo en la madera de las plantas. Las mediciones se hicieron en las tres dimensiones (largo, ancho y profundidad) de cada planta, y con estos valores se estimó el volumen aparente de necrosis (VAN). Para cumplir con el cuarto postulado de Koch, de cada tratamiento se sembraron trozos de madera necrosada en medio de cultivo PDA y después de 96 horas se hizo la identificación de los microorganismos aislados.

Tratamientos y Diseño Experimental. El experimento estuvo conformado por 6 tratamientos, constituidos de cinco microorganismos (*Ceratocystis paradoxa*, *C. moniliformis*, *Macrophoma* sp., *Graphium* sp., *Fusarium* sp.) aislados de árboles de pachaco enfermos, más el control, que consistió en inocular únicamente H₂O destilada estéril. Por cada tratamiento se analizaron 20 repeticiones (20 plantas). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar (DCA).

Análisis Estadístico. Se empleó el paquete estadístico SYSTAT 11. Efectuándose un análisis de varianza ANOVA de una vía, y cuando existieron diferencias

estadísticas significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de separación de medias de Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS

Descripción de la sintomatología y distribución de

La enfermedad presenta una sintomatología muy compleja, empieza con una marchitez vascular, acompañada de la pérdida de coloración verde oscura de las hojas hasta tornarse cloróticas. Las yemas terminales de las ramas empiezan a secarse ocasionando la muerte descendente de las mismas, haciendo que se caigan o queden suspendidas hacia abajo (Figura 2 A). En el fuste se presenta una pudrición circular que afecta la corteza y el xilema de los árboles. Inicialmente, la madera de la zona afectada adquiere una coloración café claro o café oscuro. De la lesión emana constantemente exudaciones de color amarillo claro o café oscuro, con un fuerte olor a materia orgánica en descomposición. En algunas heridas recientemente hechas, aunque no en todas, suelen observarse peritecios de *Ceratocystis* spp. En los árboles fuertemente atacados por la enfermedad, el daño alcanza algunos centímetros de profundidad, destruyendo el tejido vascular del área circular del fuste, el xilema cambia de color blanco (árbol sano) a pardo oscuro (Figura 2 B). Cuando la sintomatología empieza en árboles jóvenes, estos tratan de defenderse emitiendo brotes epicórmicos. Sin embargo, a medida que la enfermedad avanza, se secan y quedan adheridos al fuste. Los árboles continúan emitiendo los brotes epicórmicos hasta que el árbol muere completamente.

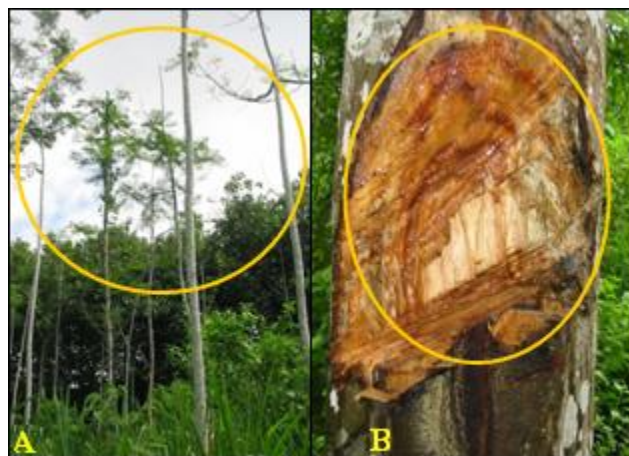


Figura 2. Síntomas y signos de la enfermedad de *Schizolobium parahybum*. A) Árboles mostrando clorosis del sistema foliar, muerte de yemas y ramas superiores, y formación de brotes epicórmicos. B) Tejidos vasculares lesionados, presentando una coloración pardo oscuro, acompañados de fluidos segregados por el árbol.

Incidencia de la enfermedad. En el área muestreada del rodal de la provincia de Los Ríos, existieron 84 árboles vivos en pie, de los cuales 46 presentaron síntomas de enfermedad lo que representa el 55% de árboles enfermos. Mientras que en el área experimental del rodal de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se encontraron 370 árboles vivos en pie, de los cuales 88 estaban enfermos, reflejando una incidencia de la enfermedad de 24 %. Por otro lado, en el área del rodal de la provincia de Esmeraldas, se registraron 210 árboles vivos en pie, de estos, 62 mostraban síntomas de enfermedad, representando un 29% de árboles enfermos. No obstante, el comportamiento de la enfermedad en el campo mostró un patrón de agregación, ya que en los tres rodales, los árboles con presencia de síntomas se encontraban agrupados.

Microorganismos aislados. Se aislaron cinco especies de hongos, de los cuales, tres se identificaron a nivel de género: *Macrophoma sp.*, *Fusarium sp.* y *Graphium sp.*, más dos especies del género *Ceratocystis*: *C. paradoxa* (Dade) y *C. moniliformis* (Hedge.), las mismas que fueron enviadas al Departamento de Fitopatología (Department of Plant Pathology) de la Universidad de Iowa, USA, donde se confirmó su identificación (Fig. 3 y 4).

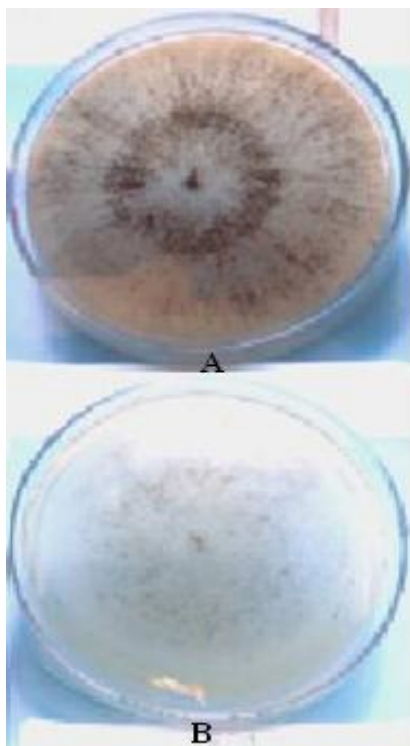


Figura 3. Diferencias morfológicas entre A) *Ceratocystis paradoxa* y B) *C. moniliformis* a las 96 horas en medio de cultivo PDA (papa – dextrosa – agar).

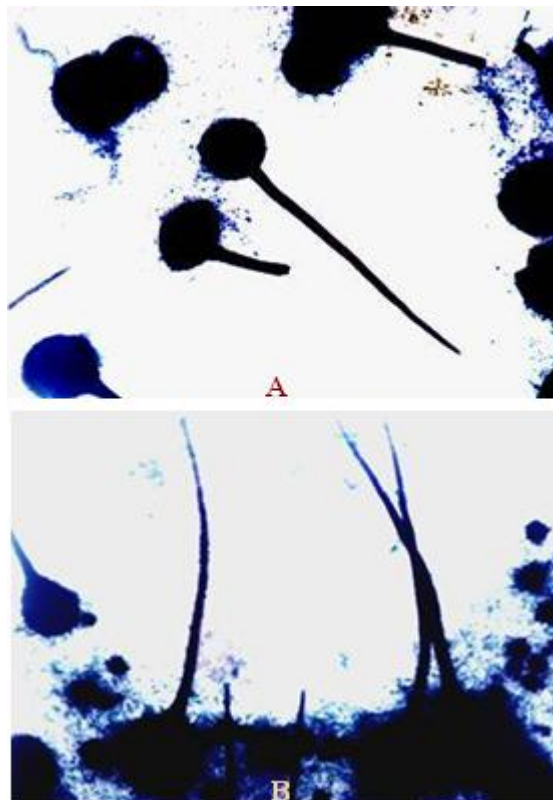


Figura 4. Fotografías registradas en un microscopio compuesto. Peritecios maduros y juveniles de A) *Ceratocystis paradoxa* y B) *C. moniliformis*, aumentado 200 veces.

Pruebas de patogenicidad. El ANOVA mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($F=33.86$, $p=0.000$). Como se observa en la Figura 5, *C. paradoxa* mostró el mayor volumen aparente de necrosis (VAN) con 5.40 cm^3 , diferenciándose de los tratamientos *Fusarium sp.*, *Graphium sp.*, y H_2O estéril, que presentaron valores más bajos, 2.44 , 1.49 y 1.46 cm^3 de VAN respectivamente. Sin embargo, fue estadísticamente similar a *Macrophoma sp.* (3.55 cm^3 de VAN), y *C. moniliformis* (3.48 cm^3 de VAN). Cabe mencionar que pese a existir necrosamiento de la madera en todos los tratamientos, no se observó en las plantas inoculadas una pudrición del tallo (fuste) similar a la detectada frecuentemente en el terreno a nivel de plantaciones. Se confirmó el cuarto postulado de Koch, reaislándose en el 100% de las muestras de tejidos necrosados, los microorganismos inoculados previamente. No obstante, además de reaislarse los microorganismos inoculados individualmente, de los trozos sembrados en medio de cultivo PDA, en todos los tratamientos se aisló *Macrophoma sp.*, incluido en el tratamiento H_2O estéril (control). Durante el tiempo que duró la investigación (90 días), ninguna planta murió.

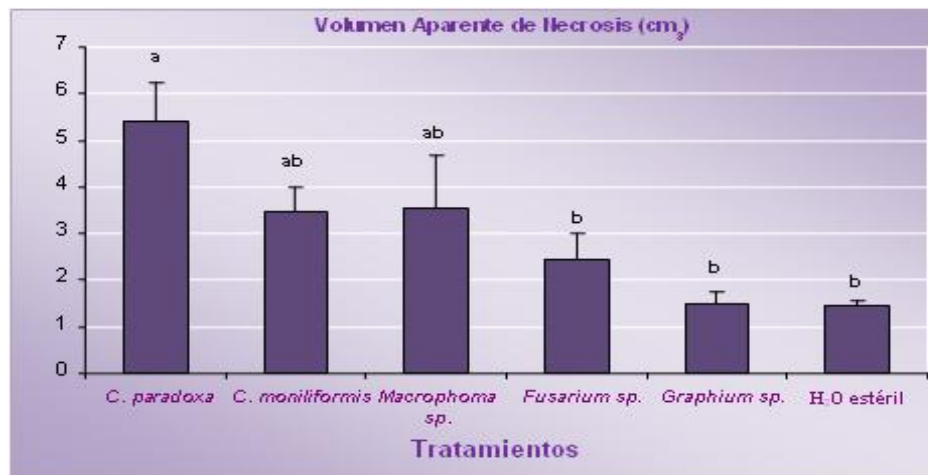


Figura 5. Volumen aparente de necrosis (VAN) en plantas de *Schizolobium parahybum* (pachaco), después de 90 días de inoculación con microorganismos aislados de árboles de pachaco enfermos. Los valores representan la media de veinte unidades de observación, con barras de error estándar. Medias seguidas por la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

La enfermedad de *S. parahybum* (pachaco) presentó una sintomatología similar en los tres rodales estudiados. La incidencia de la enfermedad varió entre los rodales, siendo el rodal de la provincia de Los Ríos, el que mostró la incidencia más alta con 55%, sin embargo, doce años antes, en este mismo rodal, la incidencia fue de 19% (Ramírez, 1990). El incremento en la incidencia de la enfermedad después de doce años, puede deberse a la edad de la plantación, ya que al momento de la evaluación, sobrepasaba los 25 años. Además, se encontraron árboles caídos que con sus ramas habían lesionado las raíces tablares, fuste y ramas de los árboles vecinos, brindando la puerta de entrada a microorganismos que rápidamente colonizan y enferman a los árboles heridos. Por otro lado, los valores de incidencia encontrados en los rodales de las provincias de Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas, 29% (8 años) y 24% (4 años) respectivamente, indican que conforme aumenta la edad de las plantaciones, también lo hace la incidencia de la enfermedad.

Considerando el patrón de comportamiento bien definido que la enfermedad muestra en el campo, hace sospechar que cada grupo de árboles enfermos son focos de infección y posiblemente se inicia con la enfermedad de uno de ellos y gradualmente va infectando a los demás. Este comportamiento es característico de enfermedades vasculares, cuya diseminación suele seguir patrones circulares a partir de una fuente inicial (Zadoks & Schein, 1979; Kile, 1993; Juzwik & Meyer, 1997).

La presencia de *Fusarium sp.*, *Macrophoma sp.*, *Graphium sp.*, *C. paradoxa* y *C. moniliformis* en tejidos enfermos de *S. parahybum*, son por primera vez reportados

en este estudio. No obstante, estudios previos realizados por Ramírez (1990) y Cannon (1990) a inicios de la década de los años 90, revelaron la presencia de *C. fimbriata*, vinculándolo al proceso de la enfermedad. Por otro lado, Roux *et al.* (2000) y Geldenhuis *et al.* (2001) realizaron estudios en el Noroccidente del Ecuador y aislaron e identificaron a *C. fimbriata*, *C. moniliformis* y *Chalara elegans* asociados a árboles enfermos, sin embargo, no realizaron pruebas para confirmar su patogenicidad y más aún asegurar que eran los agentes causales de la enfermedad.

Considerando el hecho que en la presente investigación no se aisló *C. fimbriata* y *C. elegans*, o que los autores antes mencionados no hayan aislado *Fusarium sp.*, *Macrophoma sp.*, *Graphium sp.*, y *C. paradoxa*, no es un indicador que todos estos microorganismos no estén asociados a la enfermedad.

Por otra parte, de acuerdo a los postulados de Koch realizados en la presente investigación, *C. paradoxa* sería el agente causal primario de la enfermedad de pachaco, debido a que alcanzó el mayor VAN (5.40 cm³) sin embargo, al no haber diferencias estadísticas entre *Macrophoma sp.* (3.55 cm³ de VAN) y *C. moniliformis* (3.48 cm³ de VAN), podría sugerirse que la enfermedad es el resultado de la acción en conjunto de estos microorganismos patógenos. Por otra parte, pese a que *Macrophoma sp.* no ocasionó el mayor volumen de necrosis, fue reaislado en los tejidos necrosados de todos los demás tratamientos inoculados con otros microorganismos, lo cual hace notar su peligrosidad (Belezaca & Suárez 2003). Esto concuerda con lo expresado por Hollyday (1980), quien menciona que

Macrophoma es conocido por su capacidad de causar daño en especies leñosas.

Considerando que en la presente investigación se detectaron dos especies del género *Ceratocystis* en árboles enfermos de *S. parahybum*, cabría la posibilidad que otra u otras especies adicionales a las encontradas, estén asociadas a la compleja enfermedad. Esta posibilidad toma fuerza debido que otros investigadores han encontrado especies diferentes de *Ceratocystis* en pachaco (Ramírez, 1990; Cannon, 1990; Roux *et al.*, 2000; Geldenhuis *et al.*, 2001). La naturaleza propia de las plantaciones forestales, caracterizada por la masificación de árboles en densidades altas, brindan ambientes ideales para que especies como *C. fimbriata* puedan estar presentes, situación que ya ha sido reportada en plantaciones de otras especies forestales como *Eucalyptus grandis* (Barnes *et al.*, 2003) y *Gmelina arborea* (Wingfield & Robison, 2004) en Suramérica.

CONCLUSIONES

La enfermedad que se presenta en plantaciones de *S. parahybum* posee una sintomatología muy compleja, donde al parecer la incidencia de la enfermedad se incrementa conforme aumenta la edad de las plantaciones.

La presencia de árboles enfermos agrupados dentro de la plantación, demuestra un claro patrón de agregación de la enfermedad, que posiblemente se inicia cuando unos pocos árboles dispersos y altamente susceptibles se enferman, convirtiéndose en el foco inicial de la enfermedad.

Considerando la característica de algunas especies del género *Ceratocystis* para causar daños en especies forestales, podría esperarse y tal como lo demuestran las pruebas de patogenicidad que *C. paradoxa* y *C. moniliformis* estén ocasionando la compleja enfermedad, y en asocio con *Macrophoma sp.* que posee especies muy patogénicas para especies leñosas.

REFERENCIAS

- Barnes, I.; Roux, J.; Wingfield B.D.; O'Neill, M.; Wingfield, M.J. (2003). *Ceratocystis fimbriata* infecting *Eucalyptus grandis* in Uruguay. *Australasian Plant Pathology*, 32(3): 361–366.
- Barnett, L. & Hunter, B. (1986). Illustrated genera of imperfect fungi. Tercera edición. Burgess Publishing Company. USA. 242 p.
- Belezaca, C. (2002). Etiología y manejo de la pudrición del fuste de *Schizolobium parahybum* (pachaco) en la zona central del Litoral Ecuatoriano. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 70 p.
- Belezaca, C.; Cedeño, P.; Mora, W.; Díaz, G.; Suárez, C. (2009). Evidencia de *Ceratocystis spp.* atacando árboles de *Schizolobium parahybum* (Vell.) Blake (pachaco) en Ecuador. In: Memorias del XV Congreso Latinoamericano de Fitopatología, y XVIII Congreso Chileno de Fitopatología. ALF, ACF. Santiago de Chile. p 168.
- Belezaca, C. & Suárez, C. (2001). Agentes Bióticos que causan la muerte de *Schizolobium parahybum* (pachaco) en la zona central del Litoral Ecuatoriano. In: Memorias de XI Seminario Nacional de Sanidad Vegetal. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. p 212–221.
- Belezaca, C. & Suárez, C. (2003). Muerte regresiva de *Schizolobium parahybum* (pachaco) en el Trópico Ecuatoriano. In: Memories XII World Forestry Congress, Québec – Canada. 0294-B3.
- Cannon, P. (1990). Patología Forestal en el Ecuador. Unidad de protección forestal DINA/MAG-USAID. Centro de investigaciones y capacitación Conocoto. Quito, Ecuador.
- Commonwealth Mycological Institute (CMI). (1983). Plant pathologist's Pocketbook. London. England. 267 p.
- Estrada, A. W. (1997). Manual para la producción de pachaco (*Schizolobium parahybum* (Vellozo) Blake. Corporación de Desarrollo Forestal y Maderero. Serie: Manual para la Producción – CORMADERA, No.6. Quito – Ecuador. 51 p.
- Geldenhuis, M.; Roux, J.; Wingfield, B.; De Beer, Z.; Wingfield, M. (2001). Ophiostomatoid fungi associated with diseased *Schizolobium parahybum*. In: Summary: Back. 2001 APS/MSA/SON Joint Meeting APS abstracts of Presentations.
- Hanlin, R. (1992). Illustrated genera of Ascomycetes. APS. PRESS. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. p. 18 – 20, 48 – 49.
- Hollyday, P. (1980). Fungus diseases of tropical crops. Cambridge University Press. Gran Bretaña. pp 253 -254.
- Hunt, J. (1956). Taxonomy of the Genus *Ceratocystis*. Lloydia. 19(1), 58 p.
- Juzwik, J. & Meyer, J. (1997). Colonization of Oak wilt fungal mats by *Ophiostoma piceae* during spring in Minnesota. *Plant disease* 81(4):410 – 414.
- Kile, G. (1993). Plant diseases caused by species of *Ceratocystis sensu stricto* and *Chalara*. In: Wingfield, M., K. Seifert, J. Webber. eds. *Ceratocystis* and *Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. p. 173–183.

- Montenegro, F.** (1987). Plantaciones forestales productivas en los trópicos de Ecuador con pachaco *Schizolobium parahyba*. In: Mc Cormick, I. Ed. Análisis Económico de las inversiones en plantaciones forestales en Ecuador. Dirección Nacional Forestal, Quito, Ecuador. p. 27–35.
- Ramírez, W.** (1990). Determinación e identificación de los agentes causales de la pudrición del fuste del Pachaco en la zona central del Litoral Ecuatoriano. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 65 p.
- Rosales, L.; Suhartono, F.; Dvorak, W.; Romero, J.** (1999). Parámetros genéticos y variación entre procedencias de *Schizolobium parahybum* (Vell) Blake establecidas en Venezuela. *Foresta Veracruzana*, 1(2):13–18.
- Roux, J.; Geldenhuis, M.; Wingfield, M.; Montenegro, F.; Wingfield, B.** (2000). *Ceratocystis* Diseases of *Schizolobium parahybum* in Ecuador. In: Proceedings of the 38th congress of the Southern African Society for Plant Pathology, Grahamstown, 26 – 28 January 2000.
- Tipan, G.** (1982). El Pachaco. Centro Forestal Conocoto. Quito, Ecuador. 18 p.
- Torres, J.** (1995). Determinación de áreas de aptitud forestal para el establecimiento de plantaciones en el Litoral Ecuatoriano. Ficha N° 5. INEFAN – ITTO. Ecuador. p. 86–92.
- Von Arx, J.** (1981). The genera of fungi sporulating in pure culture. Ed. J. Cramer. Alemania. 424 p.
- Wingfield, M.J. & Robison, D.J.** (2004). Diseases and insect pests of *Gmelina arborea*: real threats and real opportunities. *New Forests*, 28(2-3): 227–243.
- Zadoks, J. & Schein, R.** (1979). *Epidemiology and Plant Disease Management*. Oxford University Press. New York. EE.UU. p 148–153.