



Nueva Enfermedad de *Schizolobium parahybum* (Vell.) S.F. Blake (pachaco) en Plantaciones del Trópico Húmedo Ecuatoriano

New Disease of *Schizolobium parahybum* (Vell.) S.F. Blake (pachaco) in Plantations of the Ecuadorian Humid Tropics

Carlos Eulogio Belezaca-Pinargote¹

cbelezaca@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3158-7380>

Alex Paul Solano-Apunes²

apsolanoa@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0947-7441>

Brithany Michelle Belezaca-Pinargote³

bbelezacap@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-7124-9823>

Edison Hidalgo Solano-Apunes⁴

esolano@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8158-0040>

Marcelino Santiago Guachambala-Cando⁵

marcelinoguachambala@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6816-5715>

Paola Eunice Díaz-Navarrete⁶

paola.diaz@educa.uct.cl

<https://orcid.org/0000-0003-0512-7695>

Recibido: 20/19/2024; Aceptado: 11/1/2025

¹ Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias con Mención en Microbiología, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador.

² Ingeniero Forestal, Magister en Ingeniería Agrícola, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador.

³ Estudiante de la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador.

⁴ Ingeniero Forestal, Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador.

⁵ Ingeniero Agrónomo, Magister en Manejo Forestal Sostenible, PLANTABAL S. A. 3AComposites, Quevedo-Ecuador.

⁶ Doctora en Ciencias con Mención en Microbiología, Universidad Católica de Temuco, Chile.

Resumen

Se planteó conocer la incidencia, severidad, sintomatología e identificar morfológicamente los hongos asociados a árboles de *Schizolobium parahybum* (pachaco) con síntomas de la nueva enfermedad "decaimiento y muerte descendente", en Ecuador. Se estudió una plantación de pachaco de 5 años de edad en la provincia de Los Ríos, donde se establecieron tres parcelas de 500 m². La severidad se evaluó con una escala de 5 categorías (1 = árbol aparentemente sano, y 5 = árbol con más del 50% de tejidos muertos). Tejidos necrosados de nueve árboles se analizaron en laboratorio. La incidencia de la enfermedad fue baja (1,7% = 13 árboles enfermos ha⁻¹), con severidad en categoría 2, lo cual indica que están en un estado inicial de la enfermedad. Los árboles enfermos mostraron pérdida de turgencia, palidez y amarillamiento de folíolos, con hojas jóvenes de tamaño reducido, y mala formación. En el tercio superior del fuste se observó zonas de necrosis. Se aislaron e identificaron los hongos *Fusarium* sp. 1, *Fusarium* sp. 2, y *Botryodiplodia* sp. La incidencia, severidad, y sintomatología generada por la enfermedad "decaimiento y muerte descendente" en pachaco, difiere a las reportadas anteriormente, convirtiéndose en un nuevo problema fitosanitario para esta especie forestal en Ecuador.

Palabras clave: *Botryodiplodia* sp., decaimiento forestal, *Fusarium* sp., muerte descendente, patología forestal.

Abstract

The aim was to determine the incidence, severity, symptoms and morphological identification of fungi associated with *Schizolobium parahybum* (pachaco) trees with symptoms of the new disease "decline and dieback" in Ecuador. A 5-year-old pachaco plantation was studied in the province of Los Ríos, where three 500 m² plots were established. Severity was assessed on a 5-category scale (1 = apparently healthy tree, and 5 = tree with more than 50% dead tissue). Necrotic tissue from nine trees was analyzed in the laboratory. The incidence of the disease was low (1,7% = 13 diseased trees ha⁻¹), with severity in category 2, which indicates that they are in an initial stage of the disease. The diseased trees showed loss of turgor, paleness and yellowing of leaflets, with young leaves of reduced size, and poor formation. Necrotic areas were observed in the upper third of the stem. The fungi *Fusarium* sp. 1,



Fusarium sp. 2, and *Botryodiplodia* sp. were isolated and identified. The incidence, severity, and symptoms generated by the disease "decline and dieback" in pachaco differ from those previously reported, becoming a new phytosanitary problem for this forest species in Ecuador.

Keywords: *Botryodiplodia* sp., forest decay, dieback, forest pathology, *Fusarium* sp.

. Introducción

Schizolobium parahybum (Vell.) S.F. Blake (pachaco), es una especie forestal nativa de las selvas tropicales de Centroamérica y Suramérica, fue introducida en los sistemas de producción del Trópico Húmedo Ecuatoriano (THE) en las décadas de los años 1960 y 1970, convirtiéndose en una de las especies promisorias para proyectos de forestación y reforestación en Ecuador. A partir de 1980 apareció una compleja enfermedad con características de "marchitez vascular y pudrición del fuste" que provocó la muerte de miles de árboles de *S. parahybum* y la desaparición casi total de la especie en los sistemas de producción de la región (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2011, Belezaca-Pinargote *et al.*, 2012a).

Para aquel entonces, estudios realizados por Ramírez (1990) y posteriormente por Belezaca-Pinargote y Suárez-Capello (2003), Belezaca-Pinargote *et al.* (2011) permitieron establecer que la sintomatología asociada a la enfermedad era provocada por especies fúngicas fitopatógenas del género *Ceratocystis* (*C. paradoxa*, *C. moniliformis*, y *C. fimbriata*).

Actualmente *S. parahybum* ha vuelto a despertar el interés de la industria maderera, por lo que se han establecido plantaciones en superficies pequeñas ($\leq 15 \text{ ha}^{-1}$) con el propósito de conocer el comportamiento de la especie frente a la enfermedad que décadas pasadas diezmó plantaciones en el THE. No obstante, recientes observaciones a nivel de campo dan cuenta que varios árboles jóvenes de *S. parahybum* se encuentran afectados por una enfermedad cuya sintomatología se caracteriza por el decaimiento y generación de zonas de necrosis en el ápice o tercio medio de los árboles, hasta que mueren de forma descendente. Esta sintomatología difiere de la reportada previamente por Ramírez (1990), Belezaca-Pinargote y Suárez-Capello (2003), Belezaca-Pinargote *et al.* (2011) y Belezaca-Pinargote *et al.*, (2012a), lo cual hace sospechar que los agentes causantes de la misma no son los

previamente conocidos.

Por tal motivo, se planteó describir la sintomatología e identificar morfológicamente los microorganismos fungosos asociados a árboles de *S. parahybum* con síntomas de la nueva enfermedad.

Metodología

Área de estudio, condiciones edafoclimáticas, establecimiento de parcelas, y densidad de plantación. La investigación se realizó en una plantación experimental de *S. parahybum* de 5 años de edad, ubicada a 120 ms.n.m. en el cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos, Ecuador, perteneciente a la empresa forestal PLANTABAL S.A., cuyas coordenadas son 0°48'53.13" de latitud Sur y 79°30'42.04" de longitud Oeste. La zona donde se ubica la plantación de *S. parahybum* presenta condiciones edafoclimáticas típicas que se muestran en la tabla 1. Se delimitaron tres parcelas rectangulares de 500 m², dentro de las cuales se determinó la densidad inicial y al momento de las evaluaciones (Tabla 2).

Tabla 1. Valores de variables edafoclimáticas predominantes en la zona donde se encuentra ubicada la plantación de *S. parahybum* objeto de estudio.

Parámetro	Promedio
Clima	Cálido y Húmedo Tropical
Zona de Vida	Bosque Húmedo Tropical
Temperatura media anual	24,5 °C
Precipitación media anual	1.500 - 3.200 mm
Humedad Relativa	85 - 95 %
Suelo	Francos, arcillosos
Altitud	100 - 300 m s.n.m.

Tabla 2. Densidad inicial y densidad detectada al momento de las evaluaciones en tres parcelas dentro de una plantación de *S. parahybum*.

Parcela	Densidad inicial de plantación (árboles ha ⁻¹)	Densidad al momento de evaluación (árboles ha ⁻¹)
---------	--	---



a	No	
1	840	800
2	840	780
3	840	820
\bar{x}	840	800

Incidencia de la enfermedad. En cada parcela se realizó un censo árbol por árbol, con el propósito de establecer el número total de árboles presentes, la cantidad de árboles con síntomas de enfermedad, árboles muertos y aparentemente sanos (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2018; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2021a), [Ecuación 1].

Severidad de la enfermedad. Se empleó una escala arbitraria de cinco categorías en función a las diferencias morfológicas visibles de las ramas, hojas y fuste, para posteriormente ser

comparados con los árboles sanos (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2021b; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2022), (Tabla 3). Además, se realizó una descripción detallada de la sintomatología de la enfermedad.

Tabla 3. Escala arbitraria empleada para la determinación de severidad de la enfermedad de "decaimiento y muerte descendente" en *S. parahybum*.

Escala	Criterio
1	Árbol aparentemente sano, no hay evidencia de síntomas visibles.
2	Amarillamiento inicial de la copa, el fuste puede tener pequeñas heridas necrosadas y con exudación negra en sitios diferentes o donde hubo poda natural; puede iniciar la aparición de rebrotes. No todos los síntomas se ex manifiestan; el árbol está visiblemente enfermo. Hay lesiones tipo cancro en la corteza con
3	indicios de pudrición, presencia de exudación; pérdida de más de un 50% del área foliar en un patrón progresivo; rebrotes desarrollados.
4	Afectación total del individuo; ausencia total de follaje; hay pérdida y desprendimiento evidente de ramas; aún se observan rebrotes en algunos sectores del tronco; pudrición y exudación en la zona cancerosa (cancro) se manifiesta con claridad.
5	Árbol completamente muerto, la madera ya perdió completamente su valor comercial.

Evaluación de variables dasométricas. A los árboles presentes dentro de cada parcela se les registró las siguientes variables: diámetro a la altura del pecho (DAP; 1,30 m sobre el

nivel del suelo), altura (m), número de brotes epicórmicos.

Muestreo y recolección de tejidos de árboles enfermos. Dentro de cada parcela se muestreó 3 árboles ($7\pm 0,5\%$) con síntomas de enfermedad, los mismos que fueron apeados (cortados) al nivel del suelo con la ayuda de una motosierra. Posteriormente se realizaron cortes transversales en el fuste cada 70 cm, con el propósito de determinar el sitio de ingreso del o los patógenos y la diseminación de los mismos dentro de los tejidos. La observación de síntomas internos (necrosis de tejidos) se empleó para la descripción sintomatológica de la enfermedad.

Secciones de madera con evidencia de necrosis se seleccionaron, guardaron en bolsas plásticas, rotularon (fecha de recolección, procedencia, número de árbol, edad de la plantación, etc.) y trasladaron al laboratorio de fitopatología de la empresa PLANTABAL S.A. para su posterior análisis. Las muestras de tejidos necrosados se acondicionaron bajo tres estrategias metodológicas que se detallan a continuación: **Cámara húmeda.** Para brindar condiciones de alta humedad relativa y temperatura constante (22 ± 2 °C) a nivel de laboratorio, muestras de madera con tejidos necrosados se introdujeron en bolsas plásticas conteniendo papel humedecido, e incubaron durante 96 horas. Pasado este tiempo y con la asistencia de un estereomicroscopio, las muestras se analizaron con el propósito de detectar el desarrollo de signos (micelio, cuerpos fructíferos, etc.) presentes sobre los tejidos necrosados (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2018; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2021a; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2022). Cuando se detectaron signos de microorganismos creciendo sobre la madera, estos fueron trasladados a medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA).

Siembra en sandwiches de zanahoria. Para estimular el crecimiento y desarrollo de microorganismos fungosos de difícil crecimiento inicial en medios de cultivo sintéticos, se realizaron siembras con segmentos de tejidos necrosados de aproximadamente 2 x 2 x 0,5 cm (largo, ancho y espesor) entre dos rodajas de zanahoria, apretadas con cinta de papel, formando una especie de sandwich (Li *et al.*, 2014; Piveta *et al.*, 2016; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2022). Por cada árbol se formaron 10 sandwiches que se introdujeron en recipientes plásticos estériles, taparon e incubaron durante 120 horas (5 días). Posteriormente con la ayuda de un estereomicroscopio, se analizaron los sandwiches con el objetivo de detectar el



desarrollo de signos (micelio, cuerpos fructíferos, etc.) creciendo sobre la zanahoria, y cuando estuvieren presentes se trasladaron al medio de cultivo PDA.

Siembras directas en medio de cultivo PDA. Por cada árbol seleccionado, y a partir de muestras frescas de madera necrosada con un cuchillo bien afilado se cortaron pedacitos de madera de aproximadamente 0,5 x 0,5 cm y depositaron en una placa de Petri estéril, a partir de la cual y sin previa desinfección con ningún antiséptico, cuatro pedacitos de madera necrótica fueron sembradas en cinco placas de Petri conteniendo 10 mL de medio de cultivo PDA + 0,2 mL de una mezcla de antibióticos (50 µg/mL de penicilina y 25 µg/mL de estreptomina), (Belezaca- Pinargote *et al.*, 2018; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2021b; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2022), y se dejaron incubar durante 96 horas a temperatura de laboratorio (22±2 °C). Pasado este tiempo se identificaron los hongos que crecieron en el medio de cultivo. La identificación se realizó con la ayuda de claves taxonómicas (Von Arx, 1981; Barnett y Hunter, 1987).

Descripción de síntomas a nivel de campo. Dentro de la plantación se realizó una descripción detallada de la sintomatología de la enfermedad, considerando diferencias morfológicas externas visibles (ramas, hojas, fuste) e internas (necrosis, lesiones) entre árboles enfermos y sanos (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2021a; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2022).

Respuesta de los hongos a dos temperaturas. Se preparó un experimento donde cada hongo fitopatógeno aislado (tratamientos) se sembró en cinco placas de Petri (repeticiones) conteniendo el medio de cultivo e incubaron por seis días (144 horas) bajo dos temperaturas (24 °C y 30 °C). Se registró el crecimiento radial (cm) de cada hongo en las placas de Petri a las 24, 48, 72, 96, 120, y 144 horas después de las siembras.

Análisis estadísticos. Los datos cuantitativos obtenidos se analizaron empleando herramientas de estadística descriptiva: media, desviación estándar, error estándar, coeficiente de variación, etc. Para establecer la existencia o no de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, los datos se analizaron bajo el esquema del análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 95% ($P < 0.05$), previa comprobación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianzas. Posteriormente se aplicó la

prueba LSD (mínima diferencia significativa), con un nivel de significancia del 95% ($P < 0.05$). Para el efecto se empleó el paquete estadístico SAS 9.0 versión para Windows.

Resultados y discusión

Incidencia y severidad de la enfermedad. En la tabla 4 se muestran las variables dasométricas, el número árboles enfermos y la incidencia de la enfermedad en cada una de las tres parcelas evaluadas. En promedio se detectaron 13 árboles enfermos ha^{-1} , lo que permitió inferir que la incidencia de la enfermedad sea 1,7%. En las parcelas 1 y 2 se detectaron 20 árboles enfermos ha^{-1} en escala 2 del progreso de la enfermedad, mientras que en la parcela 3 no se encontraron árboles enfermos.

Tabla 4. Variables dasométricas, incidencia y severidad de la enfermedad de “decaimiento y muerte descendente” en árboles de una plantación de *S. parahybum* en el Trópico Húmedo Ecuatoriano.

Parcela No.	Altura Total (m)	Altura comercial (m)	DAP (m)	Volumen (m^3)	Incidencia (%)	Severidad (No. de árboles ha^{-1} de acuerdo a escala)			
						1	2	3	4
1	9,5 ± 2,8	7,4 ± 2,6	0,11 ± 0,02	0,06 ± 0,04	2,5	780	20	0	0
2	11,7 ± 1,5	10,1 ± 1,7	0,13 ± 0,02	0,11 ± 0,04	2,5	760	20	0	0
3	12,6 ± 2,7	11,3 ± 2,5	0,15 ± 0,03	0,16 ± 0,07	0,0	820	0	0	0



Descripción sintomatológica de la enfermedad de “decaimiento y muerte descendente”.

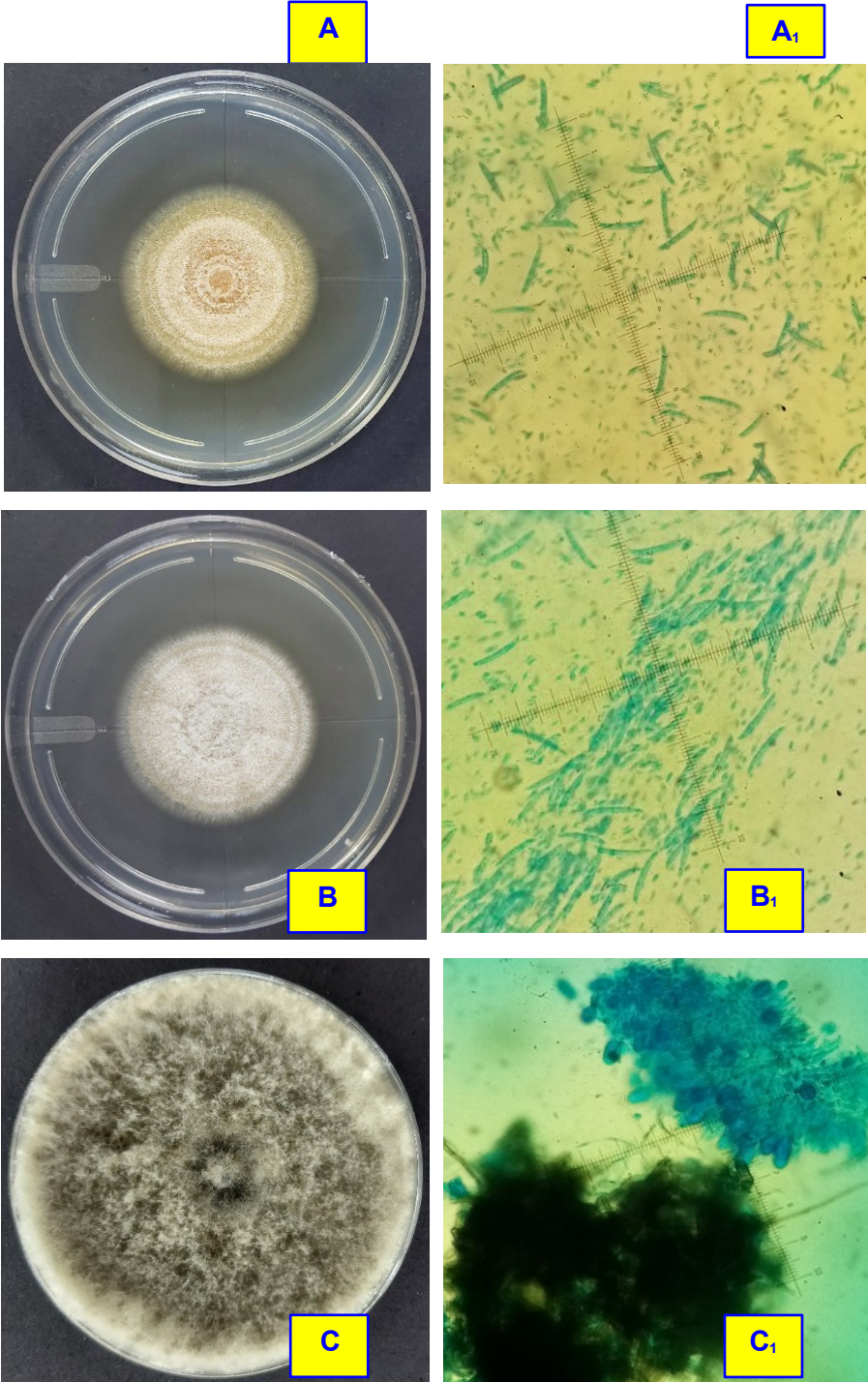
Los síntomas iniciales evidenciables en árboles de *S. parahybum* enfermos, son la pérdida de turgencia acompañada de palidez y amarillamiento de los folíolos, especialmente en hojas jóvenes de ramas superiores. En muchos casos se observan hojas jóvenes de tamaño pequeño en comparación a las de árboles sanos, muy amarillas y acurrujadas (encogidas y mal formadas). En árboles fuertemente atacados son claramente observables zonas longitudinales de necrosis, ubicadas principalmente en el tercio superior del fuste, lugar donde los tejidos son suculentos y aún no están totalmente lignificados.

Las zonas de necrosis tienen apariencia de manchas de color café oscuro, y cuando la infección es más acentuada la necrosis envuelve al fuste en todo su contorno impidiendo (bloqueando) el flujo y reflujo de sustancias minerales y orgánicas a todos los tejidos del árbol, hasta alcanzar una coloración negra. Cuando la infección está generalizada, los árboles enfermos pierden todas sus hojas y las zonas de crecimiento se necrosan (mueren), obteniendo los árboles un aspecto de cigarro apagado. Cuando la parte superior de los árboles muere, estos emiten brotes epicórmicos con el propósito de generar nuevas áreas fotosintéticas, sin embargo, la muerte total del árbol en pie es solo cuestión de tiempo.

Aislamiento e identificación de hongos en cámara húmeda. Se determinó que en el 100% de las muestras de todas las parcelas estudiadas, empleando las tres estrategias metodológicas se observó la presencia de dos tipos de micelio algodonoso, uno de tonalidad blanquecina con presencia de conidióforos hialinos y dos tipos de conidias: macroconidias tabicadas de morfología similar a un dedo de banano, y microconidias unicelulares. El otro hongo observado presentó micelio pigmentado de color negro con estructuras globosas picnidiales duras, en cuyo interior se detectó conidias globosas hialinas (jóvenes) y oscuras (maduras). Estas características permitieron identificar al primer hongo como *Fusarium* sp. y al segundo como *Botryodiplodia* sp.

Cuando las colonias aisladas se sembraron e incubaron el medio de cultivo PDA, fue notorio

que *Fusarium* presentaba dos especies morfológicamente distintas, por lo que se las designó como *Fusarium* sp.1, y *Fusarium* sp.2. Para *Botryodiplodia* sp. solo se detectó una sola especie (Figura 1).



Belezaca-Pinargote, Solano-Apuntos, Belezaca-Pinargote, Solano-Apuntos, Guachambala-Cando, Díaz-Navarrete
 Nueva Enfermedad de *Schizolobium parahybum* (Vell.) S.F. Blake (pachaco) en Plantaciones del Trópico
 Húmedo Ecuatoriano



Figura 1. Colonias y signos de hongos aislados a partir de árboles enfermos de *S. parahybum* con “decaimiento y muerte descendente”: A y A₁) Colonia, macro y microconidias de *Fusarium* sp. 1. B y B₁) Colonia, macro y microconidias de *Fusarium* sp. 2. C y C₁) Colonia y picnidio lisado liberando una masa de conidias juveniles y maduras de *Botryodiplodia* sp.

Influencia de la temperatura sobre los fitohongos. Se detectaron diferencias estadísticas significativas entre la velocidad de crecimiento de los tres hongos estudiados para los dos periodos de tiempo evaluados, tanto a 24 °C ($F=3,05$; $P=0,001$) y 30 °C ($F=2,95$; $P=0,001$). En ambos

casos *Botryodiplodia* sp. cubrió la totalidad de la placa de Petri a las 72 horas después de la siembra, mientras que *Fusarium* sp. 1 y *Fusarium* sp. 2 crecieron de forma mucho más lenta y gradual, alcanzando aproximadamente los 4 cm de diámetro a las 144 horas después de la siembra (Figuras 2 y 3).

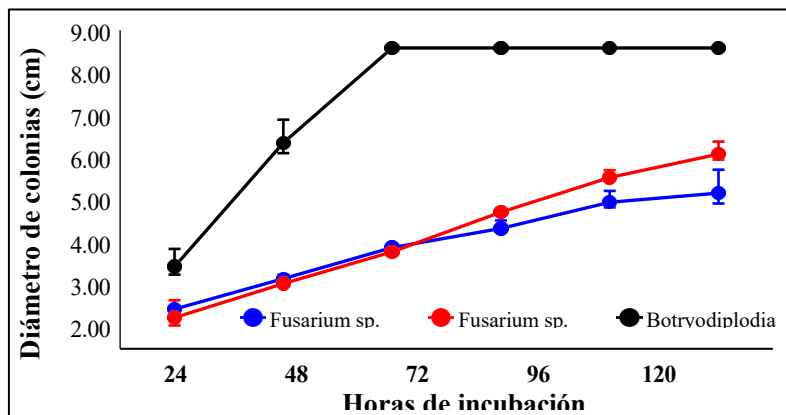


Figura 2. Cinética de crecimiento de hongos fitoparásitos aislados a partir de árboles enfermos de *S. parahybum* e incubados a 24 °C. Valores corresponden al promedio de cinco placas de Petri, con su respectiva desviación estándar y error estándar.

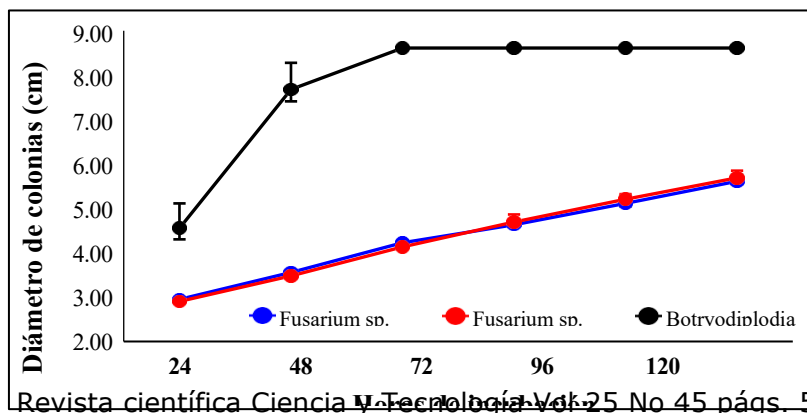


Figura 3. Cinética de crecimiento de hongos fitoparásitos aislados a partir de árboles enfermos de *S. parahybum* e incubados a 30 °C. Valores corresponden al promedio de cinco placas de Petri, con su respectiva desviación y error estándar.

Desde los inicios de la Patología Vegetal se sabe que la masificación de monocultivos provoca pérdidas en la biodiversidad y desequilibrios ecológicos que pueden tener diversos impactos sobre los agroecosistemas (Iezzi *et al.*, 2018). Uno de los efectos del desequilibrio es el apareamiento de varias patologías (enfermedades) de origen biótico o abiótico. Esta situación se pone en evidencia en las plantaciones de *S. parahybum*, cuya superficie se incrementó entre las décadas de 1980 y 1990, periodos que coincidieron con el apareamiento de la enfermedad conocida como "marchitez vascular y pudrición del fuste" que mató miles de árboles en todo el Ecuador (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2011; Belezaca-Pinargote *et al.*, 2012b).

En el último lustro se empezó establecer pequeñas plantaciones de *S. parahybum* de carácter experimental, pero nuevamente se detectaron problemas fitosanitarios, cuyas características difieren de los ya conocidos en décadas pasadas, sin existir evidencias previas de las causas de la nueva problemática. No obstante, los estudios realizados en el presente trabajo de investigación dan cuenta que la enfermedad de "decaimiento" del pachaco sería de origen biótico, ya que en los árboles enfermos se encontraron fitopatógenos fungosos asociados a tejidos necrosados.

Los valores de incidencia (1,7%) y severidad (13 árboles enfermos en escala 2) de la enfermedad de "decaimiento y muerte descendente" en la plantación evaluada de *S. parahybum*, si bien fueron bajos y aparentemente no representan un problema fitosanitario serio al presente, sí pone de manifiesto la presencia de una nueva patogenicidad en esta especie forestal, por lo que es necesario evaluaciones periódicas de la evolución de la enfermedad a nivel de campo. Al comparar los valores de incidencia de la enfermedad de "marchitez vascular y pudrición del fuste" (36%) reportados por Belezaca-Pinargote *et al.*, 2011, con los de la enfermedad de "decaimiento y muerte descendente" (1,7%), queda en evidencia la diferencia en agresividad que existe entre las dos enfermedades presentes en las plantaciones de *S. parahybum* del THE.



Desde tejidos necrosados de árboles enfermos de *S. parahybum* se detectaron, aislaron e identificaron tres hongos fitopatógenos, *Fusarium* sp. 1, *Fusarium* sp. 2, y *Botryodiplodia* sp., microorganismos reportados en la literatura científica como asociados a enfermedades vasculares y pudrición de tallos en especies agrícolas y forestales de importancia económica a nivel global (Sowmya *et al.*, 2018; Zhu *et al.*, 2020). En este sentido, Belezaca-Pinargote *et al.* (2021b) reportaron a *Fusarium* spp., asociado a árboles enfermos de *Gmelina arborea* (melina) en Ecuador, sin embargo, su implicación directa en la patología de la especie forestal aún no es concluyente.

Fusarium sp. es un hongo imperfecto, cosmopólita, cuyo género está constituido por un amplio número de especies, vive generalmente en el suelo y algunas de sus especies son patógenas de vegetales. Aunque es común que en análisis microbiológicos de tejidos vegetales necrosados se aislen colonias de *Fusarium* sp. no necesariamente suelen ser agentes causales de la patogénesis, debido a la conducta saprofítica que poseen la mayor parte de especies de este género fúngico (Salerno, 2000).

La sintomatología que presentan los árboles con la enfermedad de "decaimiento y muerte descendente" poseen características distintas a las generadas por otras enfermedades en otras especies forestales tropicales, como *A. fraxinifolius*, y *T. grandis* (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2020),

G. arborea (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2021a), e incluso dentro del mismo *S. parahybum* (Belezaca-Pinargote *et al.*, 2011).

Es conocido que todo fitopatógeno necesita de una puerta de ingreso para infectar y diseminarse en los tejidos internos de vegetales (Savatin *et al.*, 2014). No obstante, a pesar que en el presente estudio no se encontraron heridas naturales o de origen antropogénico que actúen como punto de ingreso de microorganismos fitopatógenos, se podría teorizar que los tejidos jóvenes, suculentos, poco lignificados del último tercio de los árboles de *S. parahybum* podrían facilitar el ingreso de hongos patógenos hacia el xilema, evidencia de ello son las lesiones necróticas longitudinales observadas en esas áreas de los árboles enfermos.

Conclusiones

Aunque se detectó la presencia de dos microorganismos fungosos causantes de enfermedades vegetales (*Fusarium* sp. 1, *Fusarium* sp. 2, *Botryodiplodia* sp.) asociados a árboles enfermos de *S. parahybum*, aún no se puede asegurar si la enfermedad de "decaimiento y muerte descendente" es ocasionada por alguno de ellos, o si actúan en conjunto, por lo que se hace necesario realizar pruebas de patogenicidad (Postulados de Koch). Finalmente, en virtud que la identificación de los microorganismos estuvo basada en morfología, se recomienda efectuar estudios moleculares con el propósito de realizar una caracterización más precisa de los posibles fitopatógenos causantes.

Referencias bibliográficas

Barnett, H. & Hunter, B. 1987. Illustrated genera of Imperfect fungi Macmillan Publishing Company. Fourth Edition. USA. 218 P.

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. <https://www.fao.org/3/xii/0294-b3.htm>

Belezaca, C., Suárez, C. & Vera, D. 2011. Hongos fitopatógenos asociados a la enfermedad de muerte regresiva y pudrición del fuste de pachaco (*Schizolobium parahybum*) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. *Boletín Micológico*, 26: 15 –22. <https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/895>

Belezaca, C., Mora, W., Prieto, O., Cedeño, P., Moran, J. & Valenzuela, E. 2012a. Hongos asociados a problemas fitosanitarios emergente en especies forestales de importancia económica del Trópico Húmedo Ecuatoriano. En Libro de resúmenes del XXI Congreso de la Sociedad Chilena de Fitopatología. Puerto Varas, Chile. pp. 79. https://www.sochifit.cl/resumen/xxi-congreso-de-fitopatologia-octubre-2012/#Articulo_43

Belezaca, C., Suárez, C., Cedeño, P., Mora, W., Díaz, G. & Garcés, F. 2012b. Propuesta de un método para evaluar resistencia genética en *Schizolobium parahybum* (vell.) Blake (pachaco) frente a *Ceratocystis* spp.: evidencias preliminares de resistencia en Ecuador. *Boletín*



Micológico, 27: 8 – 27. <https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/890>

Belezaca-Pinargote, C., Solano-Apuntos, E., López-Tobar, R., Baque-Mite, R., Ávila-Loor, A., Córdor-Jiménez, M., Bohórquez-Barros, T. & Dueñas-Alvarado, D. 2018. Hongos fitopatógenos asociados a la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de *Tectona grandis* L.f. (teca) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. *Boletín Micológico*, 33(2): 17-29. <https://micologia.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/1410>

Belezaca-Pinargote, C., Solano-Apuntos, E., López-Tobar, R., Córdor-Jiménez, M., Beltrán-Castro, F. & Díaz-Navarrete, P. 2020. *Ceratocystis fimbriata* agente causal de la enfermedad de marchitez vascular de *Tectona grandis* L.f. (teca) en Ecuador. *Boletín Micológico*, 35(1): 17-25. <https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/article/view/2401>

Belezaca-Pinargote, C., Solano-Apuntos, E., López-Tobar, R. & Macías-Moncayo, M. 2021a. Problemas forestales e incidencias en el ser humano: Experiencia de *Gmelina arborea* en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVII (Número Especial 3), 309- 325. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/36510>

Belezaca-Pinargote, C., Solano-Apuntos, E., López-Tobar, R., Morales-Escobar, C. & Díaz-Navarrete, P. 2021b. Presence of *Fusarium* spp. complex in diseased trees of *Gmelina arborea* Roxb (melina) in Ecuador. *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, 11(2): 78-94. http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion_y_saberes/article/view/114

Belezaca-Pinargote, C., Solano-Apuntos, E. & Díaz-Navarrete, P. 2022. *Ceratocystis fimbriata*: A risk for the *Gmelina arborea* Roxb. (Melina) forests in Ecuador. *International Journal of Health Sciences*, 6(S3), 11695-11710. <https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/8811>

Iezzi, M., Cruz, P., Varela, D., De Angelo, C. & Di Bitetti, M. 2018. Tree monocultures in a biodiversity hotspot: Impact of pine plantations on mammal and bird assemblages in the Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*, 424: 216-227. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112717320492>

Li, J., Zhang, Y., Xu, K.C., Yang, J.Y., Han, Y.H., Sun, Y.X. & Huang, Q. 2014. First report of wilt of *Eucalyptus* caused by *Ceratocystis fimbriata* in China. *Plant Disease*, 98(12): 1744. https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-06-14-0580-PDN?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed

Piveta, G., Ferreira, M., Muniz, M., Valdetaro, D., Valdebenito-Sanhueza, R., Harrington, T. & Alfnas, A. 2016. *Ceratocystis fimbriata* on kiwifruit (*Actinidia* spp.) in Brazil. *New Zealand*

Journal of Crop and Horticultural Science, 44: 13-24.
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01140671.2016.1143020?needAccess=true>

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. Loja, Ecuador. 65 p.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3869>

Salerno, M., Gianinazzi, S. & Gianinazzi-Pearson, V. 2000. Effects on growth and comparison of root tissue colonization patterns of *Eucalyptus viminalis* by pathogenic and nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. *New Phytologist*, 146(2): 317-324.
<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1469-8137.2000.00629.x>

Savatin, D.V., Gramegna, G., Modesti, V. & Cervone F. 2014. Wounding in the plant tissue: the defense of a dangerous passage. *Frontiers in Plant Science*, 5: 11.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2014.00470/full>

Sowmya, P., Nishitha, V., Sivaprasat, V. & Girih, V. 2018. Characterization and correlation of pathogenicity of *Botryodiplodia theobromae* isolates, the causal agent of black root rot of mulberry (*Morus* spp.). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 51(19-20): 1022-1038. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03235408.2018.1544192>

Von Arx, JA. 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. Ed. Cramer J. Germany. 424 p.

Zhu, Y., Lujan, P., Wedegaertner, T., Nichols, R., Abdelraheem, A., Zhang, J. & Sanogo, S. 2020. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* race 4 causing *Fusarium* wilt of cotton in New Mexico, U.S.A. *Plant Disease*, 104(2): 588-594.
<https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-06-19-1170-PDN>