

TATASCÁN



Identidad e importancia relativa de fitopatógenos del complejo mal del talluelo post-emergente en viveros forestales estatales de Honduras

Identity and relative importance of phytopathogens of the post-emergent stunt disease complex in state forest nurseries in Honduras

Como citar: Rivera Canales, J. M., Reaños, T. R., Brizuela Ramos, E. A., & Martínez, J. A. (2024). Identidad e importancia relativa de fitopatógenos del complejo mal del talluelo post-emergente en viveros forestales estatales de Honduras. *TATASCÁN*, 32(1), 8–18. <https://doi.org/10.5377/tatascn.v32i1.19481>

<https://doi.org/10.5377/tatascn.v32i1.19481>

Recibido 27/07/2024 Aceptado 25/10/2024

José Mauricio Rivera Canales

<https://orcid.org/0009-0005-7528-4014>

Investigador Independiente

josemauriciorivera@gmail.com

Teófilo Ramírez Reaños

<https://orcid.org/0009-0005-5354-6861>

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

Teofilo.Ramirez@fhia-hn.org



Eduardo Antonio Brizuela Ramos

<https://orcid.org/0009-0001-4077-142X>

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

eduardo.brizuela@fhia-hn.org

José Alfredo Martínez

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

jose.martinez@fhia-hn.org

Resumen:

Se identificaron y se estimó la importancia relativa de géneros de fitopatógenos causantes del complejo Mal del talluelo post-emergente en viveros forestales. Se analizaron plántulas sintomáticas vivas de especies forestales prioritarias [*Pino ocote* (*Pinus oocarpa*), Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*), Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*); Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*) y Teca (*Tectona grandis*)], y no prioritarias [Pinabete (*P. maximinoi*), Granadillo rojo (*Dalbergia glomerata*), Laurel blanco (*Cordia alliodora*), Graviilea (*Grevillea robusta*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Paterna (*Inga paterno*), Casco de vaca (*Bauhinia monandra*), Macuelizo (*Tabebuia rosea*) y San Juan (*Cybistax donnell-smithii*)], y se analizó suelo para detección de fitonemátodos. *Fusarium* fue el fitopatógeno más comúnmente detectado e importante del complejo, ocurriendo en 52.2, 36.0 y 39.0 % de muestras de coníferas, latifoliadas y su consolidado, respectivamente. *Pythium* y *Phytophthora* ocurrieron ocasionalmente; no se detectó *Rhizoctonia*, ni tampoco fitonemátodos vivos. Otros microorganismos fueron detectados con variable baja frecuencia.

Palabras clave: Viveros forestales, mal del talluelo, Honduras.

Abstract:

It was determined the identity and relative importance of genera of the complex of phytopathogens causing post-emergent Damping off in forestry nurseries. Analyses were performed on symptomatic live plantlets of priority species [*Pino ocote* (*Pinus oocarpa*), Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*), Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*); Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*) and Teca (*Tectona grandis*)], and non-priority species [Pinabete (*P. maximinoi*), Granadillo rojo (*Dalbergia glomerata*), Laurel blanco (*Cordia alliodora*), Graviilea (*Grevillea robusta*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Paterna (*Inga paterno*), Casco de vaca (*Bauhinia monandra*), Macuelizo (*Tabebuia rosea*) and San Juan (*Cybistax donnell-smithii*)]. The soil was analyzed for phytonematodes. *Fusarium* appeared to be the most important phytopathogen, occurring in 52.2 %, 36.0 % and 39.0 % isolates from coniferous and broadleaved species, and their consolidated, respectively. *Pythium* and *Phytophthora* occurred occasionally; *Rhizoctonia* was not detected and neither were detected phytonematodes. Other microorganisms were detected with varying low frequency.

Keywords: Forestry nurseries, damping off, Honduras.



Introducción

Muchas especies vegetales cultivadas inician su ciclo productivo siendo propagadas en viveros a partir de semillas inducidas a germinar, de las cuales se desarrollarán plántulas para trasplantar al sitio de siembra definitiva. En el vivero, las semillas y plántulas estarán expuestas al efecto combinado de múltiples factores bióticos y abióticos que inciden en su salud y sobrevivencia (Cibrián-Tovar 2021, Mohammed 1964), destacándose particularmente el complejo fitopatológico denominado “Mal del talluelo” (abreviado M.T., denominado Damping off en inglés), formado por varios fitopatógenos capaces de provocar pérdidas substanciales de plántulas en viveros de coníferas y latifoliadas. El daño se magnifica por la ocurrencia de pérdidas adicionales en campo cuando se utilizan plántulas cuya salud ha sido comprometida en el vivero por M.T. (Cibrián-Tovar, 2021; Cram 2003; Hilje et al. 1991; Neergaard 1979).

Los microorganismos causantes del M.T. incluyen predominantemente a especies de los géneros de hongos *Fusarium* y *Rhizoctonia*, y de los Oomicetos *Phytophthora* y *Pythium*; otros géneros de hongos han sido reportados con menor frecuencia (Cibrián-Tovar, 2021, Cram 2003, Dick & Vanner 2008). Los síntomas iniciales característicos de M.T. pueden observarse antes o después de que la planta emerja del suelo, basado en lo cual la enfermedad se caracteriza como pre-emergente o post-emergente, respectivamente (Lamichhane et al. 2017, Mohammed 1964). Aunque ambas expresiones de la enfermedad han sido reportadas en viveros forestales en Honduras (Hilje et al. 1991, Zepeda, 1999), existe un vacío de información sobre los patógenos involucrados y su importancia como causa de daño y pérdidas. Contar con dicha información posibilitaría prevenir o mitigar su daño potencial aplicando medidas de manejo integrado apropiadas para los fitopatógenos identificados y las particularidades de los viveros. Este estudio se condujo en tres viveros del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) para determinar en especies forestales de interés institucional: a) la identidad de los fitopatógenos involucrados en M.T. post-emergente en dichos viveros, y b) la importancia relativa de dichos fitopatógenos.

Materiales y métodos

El Instituto de Conservación Forestal seleccionó seis especies “Prioritarias” (P) para estudio en tres viveros en distintas localidades (Cuadro 1), definiéndose para cada vivero tres de ellas como prioridades; algunas fueron prioritarias en más de un sitio. Se realizaron tres rondas sucesivas de muestreo, a saber: 1ra: diciembre 2022-marzo 2023; 2da: abril-mayo 2023; y 3ra: junio-julio 2023, totalizando 250 muestras para análisis fitopatológico y 124 muestras para análisis nematológico. Nota: Debido a la ausencia relativamente frecuente de plantas de las especies prioritarias, o que de haberlas no se observaban plantas sintomáticas, se colectaron muestras de plantas sintomáticas de especies “No Prioritarias” (NP) sugeridas por los responsables del vivero particular (Tabla 1), las cuales al final representaron 23.2 % de las muestras procesadas. Ello alteró el número y proporción de las muestras analizadas por especie y sitio, afectando la representatividad y confiabilidad de los estimados calculados (ver adelante).

Vivero Comayagüela. Tres especies prioritarias designadas: Pino ocote (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl.), Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla* King.) y Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua* L.). Una especie no prioritaria: Cedro (*Cedrela odorata* L.).

Vivero La Paz. Tres especies prioritarias designadas: Pino ocote (*P. oocarpa* Schiede ex Schltdl), Cedro (*Cedrela odorata* L.) y *Swietenia humilis* (Caoba del Pacífico), todas las cuales estuvieron pobremente representadas en el vivero durante la duración del estudio. Ocho especies no prioritarias, a saber: Pinabete (*P. maximinoi* H.E. Moore), Granadillo rojo (*Dalbergia glomerata* Hemsl.), Laurel blanco (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), Gravellea (*Grevillea robusta* A. Cunn. ex R.Br.), Caña fístula (*Cassia fistula* L.), Paterna (*Inga paterno* Harms), Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla* King.) y Casco de vaca (*Bauhinia monandra* Kurz).

Vivero San Pedro Sula. Tres especies prioritarias designadas: Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla* King.), Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Teca (*Tectona grandis* L. f.). Tres especies no prioritarias: Laurel blanco (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), Macuelizo (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.), y San Juan (*Cybistax donnell smithii* (Rose) Seibert).

Tabla 1

Número de muestras colectadas en viveros de ICF de especies forestales prioritarias (ordenadas en orden decreciente de importancia) y no prioritarias para detección de fitopatógenos del complejo Mal del talluelo post-emergente y fitonemátodos. FHIA. La Lima, Cortés, Honduras. Diciembre 2022-Diciembre 2023.

Sitio del vivero	Especie forestal	Número de muestras analizadas por vivero		
		Estatus (P: Prioritaria, NP: No Prioritaria)	Análisis fitopatológico (corona y/o tallo)	Análisis nematológico (suelo)
Comayagüela	Pino ocote	P	70*	35
	Caoba del Atlántico	P	8	3
	Liquidámbar	P	12	6
	Cedro	NP	4	2
	Sub-Total	--	94	46
La Paz	Pino ocote	P	22	11
	Cedro	P	6	3
	Caoba del Pacífico	P	2	1
	Pinabete	NP	20	10
	Granadillo rojo	NP	6	3
	Laurel blanco	NP	2	1
	Gravillea	NP	2	1
	Caña fistula	NP	2	1
	Paterna	NP	4	2
	Caoba del Atlántico	NP	10	5
	Casco de vaca	NP	2	1
Sub-Total	--	78	39	
San Pedro Sula	Caoba del Atlántico	P	40	20
	Cedro	P	16	8
	Teca	P	16	8
	Laurel blanco	NP	2	1
	Macuelizo	NP	2	1
	San Juan	NP	2	1
Sub-Total	--	78	39	
Total, especies Prioritarias		6	192	95
Total, especies No Prioritarias		10	58	29
Gran Total		16	250	124

* Producto de suma de 67 muestras de tejido de corona/base del tallo, y 3 muestras de tejido del ápice del tallo

Especificaciones de muestreo y análisis. Se definió la obtención y análisis de 45 muestras por vivero, de las cuales 22, 12 y 11 corresponderían, en orden descendente de importancia, a las especies prioritarias 1, 2 y 3, respectivamente; ello totalizaba 135 muestras para análisis fitopatológico, e igual número para nematológico. En la práctica, dicho total se duplicó para fitopatógenos y fue de magnitud cercana para fitonemátodos (Tabla 1); ello evidentemente tuvo consecuencias en la precisión de los estimados obtenidos, sobre lo cual se discute adelante. Cada muestra constó de 3 a 5 plantas vivas que exhibían evidentes síntomas aéreos de M.T. post-emergente, incluyendo uno o más de los siguientes en coníferas: contrastante menor tamaño, acículas basales necróticas, acículas apicales necróticas y/o ápice curvado. En latifoliadas usualmente incluyó necrosis foliar apical y/o marginal, muerte regresiva del tallo y defoliación. Las plantas se mantenían en las respectivas bolsa de vivero y apropiadamente identificadas y empacadas se transportaron a La Lima. A partir del arribo, el procedimiento laboratorial se completaba en 15-17 días utilizando tejido sintomático de la corona y/o base del tallo y, muy excepcionalmente, tejido sintomático del ápice de tallo.

Para análisis fitopatológico, del tejido sintomático de cada muestra se obtenían asépticamente secciones de aproximadamente 1-2 mm por lado, y un número de 9 secciones se implantaban en cada uno de 4 platos Petri conteniendo medio de cultivo PDA y en 4 platos con medio Agar-Agar. Los platos Petri implantados se incubaron a temperatura ambiente por 8-12 días en cámaras de esporulación, bajo un régimen lumínico simultáneo de luz blanca y negra, alternando 12 horas oscuridad: 12 horas iluminación. Al cabo de la incubación, por observación directa y microscópica se determinaba la presencia/ausencia de crecimiento de microorganismos, su identidad y la frecuencia de ocurrencia (número de implantes en que crecían). Muy infrecuentemente se detectó ocurrencia de hongos que no fueron identificados o, si identificados, ocurrían con extremadamente baja frecuencia; dichos implantes se categorizaron como "otros"; y la ausencia de crecimiento alguno de microorganismos se categorizó como "sin crecimiento". Para análisis nematológico, el suelo de las bolsas de cada una de las muestras se mezclaba y homogenizaba, y un volumen homogenizado de 250 centímetros cúbicos se procesaba aplicando un protocolo estándar para extracción de fitonemátodos (FHIA 2021). La información obtenida se digitalizó en una base de datos Excel, a partir de la cual para cada especie forestal se calculó la frecuencia de ocurrencia (expresada porcentualmente) de fitopatógenos, fitonemátodos y otros microorganismos en cada ronda de obtención de muestras. Finalmente, se calculó la frecuencia promedio de ocurrencia a partir de los valores de las tres rondas de muestreo. Para fitonemátodos, se expresó el resultado como presencia o ausencia (expresada esta como "cero").



Resultados

Vivero Comayagüela

Pino ocote. Al menos doce microorganismos fueron identificados distintamente, de los cuales solo tres son fitopatógenos del complejo M.T., a saber: el género *Fusarium*, detectado en 26.7 % de implantes de corona/base de tallo, y 56.9 % de implantes de ápice de tallo; y los géneros de Oomicetos *Pythium* y *Phytophthora*, detectados en corona/base del tallo con valores de 1.9 % y 0.06 % de implantes positivos, respectivamente. El hongo *Phoma* ocupó el tercer lugar de frecuencia en corona/base de tallo (11.8 %) y segundo en ápice del tallo (17.1 %). Levaduras y bacterias patogénicas también fueron detectadas. No se detectaron fitonemátodos.

Tabla 2

Pino ocote (Pinus oocarpa). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en Comayagüela. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.

Corona/base del tallo*		Ápice del tallo*	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
Levadura	29.1	<i>Fusarium</i>	56.9
<i>Fusarium</i>	26.7	<i>Phoma</i>	17.1
<i>Phoma</i>	11.8	<i>Penicillium</i>	10.2
Bacteria	8.2	Levadura	7.4
Sin crecimiento	7.6	Otros	3.7
<i>Aspergillus</i>	5.8	<i>Aspergillus</i>	1.9
Otros	3.1	Sin crecimiento	1.9
<i>Penicillium</i>	3.0	<i>Pestalotia</i>	0.9
<i>Pythium</i>	1.9		
<i>Trichoderma</i>	1.4		
<i>Pestalotia</i>	0.9		
<i>Nigrospora</i>	0.2		
<i>Phytophthora</i>	0.06		
<i>Colletotrichum</i>	0.03		
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

* 67 y 3 muestras para microorganismos en corona/base del tallo y ápice del tallo, respectivamente; 35 muestras para fitonemátodos.

Caoba del Atlántico. Seis microorganismos fueron identificados distintamente a partir de tejido de corona/base del tallo, de los cuales solamente el género *Fusarium*, detectado en 12.3 % de los implantes, es miembro del complejo M.T. *Lasiodiplodia* (Sinónimo: *Botryodiplodia*), con 29.6% implantes positivos, fue el género de hongo detectado con mayor frecuencia. Se detectaron bacterias no patogénicas con baja frecuencia. No se detectaron fitonemátodos.

Tabla 3

*Caoba del Atlántico (Swietenia macrophylla), Liquidámbar (Liquidámbar styraciflua) y Cedro (Cedrela odorata). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en Comayagüela. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.**

Caoba del Atlántico		Liquidámbar		Cedro	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
Levadura	36.1	<i>Fusarium</i>	37.1	<i>Phoma</i>	70.9
<i>Lasiodiplodia</i>	29.6	Levadura	24.8	Bacteria	20.8
<i>Fusarium</i>	12.3	<i>Phoma</i>	10.3	<i>Pestalotia</i>	4.2
Bacteria	9.3	Bacteria	8.3	<i>Fusarium</i>	1.4
Sin crecimiento	5.8	<i>Trichoderma</i>	7.1	<i>Aspergillus</i>	1.4
Otros	4.2	<i>Aspergillus</i>	6.7	<i>Penicillium</i>	1.4
<i>Aspergillus</i>	1.6	Sin crecimiento	2.1		
<i>Phoma</i>	1.2	Otros	1.9		
		<i>Phytophthora</i>	1.2		
		<i>Penicillium</i>	0.7		
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

*Para Caoba del Atlántico 8 y 3 muestras para microorganismos y nematodos, respectivamente; para Liquidámbar 12 y 6 muestras, respectivamente; y para Cedro 4 y 2 muestras, respectivamente.

Liquidámbur. Los valores mostrados (Tabla 3) se obtuvieron de 12 muestras analizadas (Tabla 1). Ocho microorganismos fueron identificados distintamente, de los cuales solo dos son usualmente considerados fitopatógenos del complejo M.T., a saber: *Fusarium* detectado en promedio en 31.7 % de los implantes de tejido de corona/base del tallo (el microorganismo más frecuentemente detectado) y el Oomiceto *Phytophthora* (0.2 %). Levaduras, que no son patogénicas, fue el segundo tipo de microorganismo más frecuente con 24.8 % de implantes positivos. De los otros hongos encontrados solamente *Phoma* generalmente es considerado un fitopatógeno. Se detectaron bacterias no patogénicas con baja frecuencia. No se detectaron fitonemátodos.

Cedro. Los valores mostrados (Tabla 3) se obtuvieron de 4 muestras (Tabla 1). Siete microorganismos fueron identificados distintamente, de los cuales solamente *Fusarium* es considerado un fitopatógeno del complejo M.T., y fue detectado solamente en 1.4 % de los implantes; ningún otro miembro del complejo fue detectado. El hongo *Phoma*, con frecuencia promedio de 70.9 %, superó notablemente a todos los demás microorganismos. Bacterias, las cuales no son patogénicas, fue el segundo tipo de microorganismo más frecuente con 20.8 % de implantes positivos. De los otros hongos encontrados solamente *Pestalotia* es considerado fitopatógeno, aunque no es parte del complejo M.T. y el daño más frecuentemente lo provocan en tejidos aéreos. No se detectaron fitonemátodos.

Vivero La Paz

Tabla 4

*Caoba del Atlántico (Swietenia macrophylla), Liquidámbur (Liquidámbur styraciflua) y Cedro (Cedrela odorata). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en Comayaguela. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.**

Pino ocote		Cedro		Caoba del Pacífico	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
<i>Fusarium</i>	62.0	Levadura	62.5	<i>Fusarium</i>	55.6
Levadura	10.2	<i>Fusarium</i>	23.8	Levadura	13.9
<i>Phoma</i>	5.8	<i>Lasiodiplodia</i>	4.6	Bacteria	12.5
Bacteria	5.5	<i>Trichoderma</i>	3.9	<i>Phoma</i>	8.3
Otros	5.3	<i>Phoma</i>	1.4	<i>Aspergillus</i>	6.9
Sin crecimiento	4.6	<i>Aspergillus</i>	1.4	Sin crecimiento	2.8
<i>Trichoderma</i>	3.4	Otros	1.1		
<i>Lasiodiplodia</i>	1.7	<i>Nigrospora</i>	0.7		
<i>Penicillium</i>	0.4	Bacteria	0.4		
<i>Pestalotia</i>	0.3	<i>Penicillium</i>	0.2		
<i>Colletotrichum</i>	0.3				
<i>Aspergillus</i>	0.1				
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

*Pino ocote 22 y 11 muestras para microorganismos y fitonemátodos, respectivamente; para Cedro 6 y 3 muestras, respectivamente; y para Caoba del Pacífico 2 y 1 muestras, respectivamente.

Pino ocote. Diez microorganismos fueron identificados distintamente (Tabla 4), de los cuales solo uno es usualmente considerado fitopatógeno del complejo M.T., a saber: *Fusarium*, ocurriendo en promedio en 62.0 % de los implantes y siendo así el microorganismo más frecuentemente detectado. Levaduras, las cuales no son patogénicas, fue el segundo tipo de microorganismo más frecuente con 10.2 % de implantes positivos. De los otros hongos detectados solamente *Phoma* y *Lasiodiplodia* (antes *Botryodiplodia*) generalmente son considerados fitopatógenos (referencias); no obstante, no forman parte del complejo M.T., e igual ocurre con *Pestalotia* y *Colletotrichum*. Se detectaron bacterias no patogénicas con bajas frecuencias. No se detectaron fitonemátodos.

Cedro. Nueve microorganismos fueron identificados distintamente (Tabla 4), de los cuales solo uno es usualmente considerado fitopatógeno del complejo M.T., a saber: *Fusarium*, detectado en promedio en 23.8 % de los implantes, siendo el segundo microorganismo más frecuentemente detectado. Levaduras, las cuales no son patogénicas, fue el tipo de microorganismo más frecuente con 62.5 % de implantes positivos. De los otros hongos encontrados solamente especies de *Lasiodiplodia* (antes *Botryodiplodia*, Rathnayaka et al. 2003) y *Phoma* (Aveskamp et al. 2008) generalmente son considerados fitopatógenos, aunque no forman parte del complejo M.T. Se detectaron bacterias no patogénicas con extremadamente baja frecuencia. No se detectaron fitonemátodos.

Caoba del Pacífico. Cinco microorganismos fueron identificados distintamente (Tabla 4), de los cuales solo uno, el hongo *Fusarium*, es usualmente considerado miembro del complejo M.T.; fue detectado en promedio en 55.6 % de los implantes. El segundo microorganismo más frecuentemente detectado fueron levaduras, las cuales no son patogénicas, con 13.9 % de implantes positivos. De los otros hongos encontrados solamente *Phoma* (Aveskamp et al. 2008) generalmente es considerado fitopatógeno, aunque no forma parte del complejo M.T. Se detectaron bacterias no patogénicas con baja frecuencia. No se detectaron fitonemátodos.



Tabla 5

*Pinabete (Pinus maximinoi), Gravelle (Grevillea robusta) y Caña fistula (Cassia fistula). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en La Paz. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.**

Pinabete		Gravelle		Caña fistula	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
<i>Fusarium</i>	63.3	<i>Fusarium</i>	38.9	<i>Fusarium</i>	57.0
Otros	10.0	Sin crecimiento	22.2	<i>Penicillium</i>	18.1
Levadura	8.7	Levadura	11.1	<i>Colletotrichum</i>	12.5
<i>Colletotrichum</i>	8.0	<i>Colletotrichum</i>	8.3	Bacteria	9.7
Bacteria	3.9	<i>Aspergillus</i>	6.9	<i>Pythium</i>	2.8
Sin crecimiento	2.3	Bacteria	5.6		
<i>Aspergillus</i>	1.6	<i>Penicillium</i>	2.7		
<i>Phoma</i>	1.4	<i>Phoma</i>	1.4		
<i>Trichoderma</i>	0.7	<i>Trichoderma</i>	1.4		
		Otros	1.4		
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

* Pinabete 20 y 10 muestras para microorganismos y fitonemátodos, respectivamente; Gravelle 2 y 1 muestras, respectivamente; y para Caña fistula 2 y 1 muestras, respectivamente.

Pinabete. Siete microorganismos fueron identificados distintamente (Tabla 5), de los cuales solamente *Fusarium* es miembro del complejo M.T.; fue detectado en 63.3 % de los implantes, la más alta frecuencia registrada. Los hongos *Colletotrichum* y *Phoma*, con frecuencias promedio de 8.7 % y 1.4 %, son considerados hongos fitopatógenos, aunque no forman parte del complejo M.T. (Jayawardena et al. 2021; Aveskamp et al. 2008). Se detectaron bacterias y levaduras, ninguna de las cuales son patogénicas. Los otros hongos encontrados normalmente no son fitopatógenos. No se detectaron fitonemátodos.

Gravelle. El género *Fusarium*, miembro del complejo M.T., con frecuencia de ocurrencia de 38.9 % implantes positivos (Tabla 5), fue el microorganismo más frecuentemente detectado. No se detectó a ningún otro miembro del complejo M.T., ni tampoco fitonemátodos.

Caña fistula. El género *Fusarium*, miembro del complejo M.T., 5). El otro miembro detectado del complejo M.T. fue el Oomiceto *Pythium*, presente con frecuencia de 2.8 % implantes positivos. No se detectaron fitonemátodos.

Tabla 6

*Paterna (Inga paterno), Granadillo rojo (Dalbergia glomerata) y Laurel blanco (Cordia alliodora). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en La Paz. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.**

Paterna		Granadillo rojo		Laurel blanco	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
<i>Fusarium</i>	46.5	<i>Fusarium</i>	46.8	<i>Fusarium</i>	40.3
	5				
<i>Colletotrichum</i>	36.1	<i>Colletotrichum</i>	43.7	Sin crecimiento	22.2
<i>Trichoderma</i>	9.7	<i>Penicillium</i>	6.3	Levadura	19.4
Levadura	4.2	Bacteria	1.6	<i>Aspergillus</i>	9.7
<i>Aspergillus</i>	2.1	<i>Phoma</i>	1.6	<i>Trichoderma</i>	8.3
Bacteria	0.7				
Otro	0.7				
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

* Paterna 4 y 2 muestras para microorganismos y fitonemátodos, respectivamente; Granadillo rojo 6 y 3 muestras, respectivamente; y para Laurel blanco 2 y 1 muestras, respectivamente.

Paterna. El género *Fusarium*, miembro del complejo M.T., creciendo de 46.5 % de los implantes, fue el microorganismo más frecuentemente detectado (Tabla 6). No se detectó ningún otro miembro del complejo M.T., y no se detectaron fitonemátodos.

Granadillo rojo. El género *Fusarium*, miembro del complejo M.T., con frecuencia de ocurrencia de 46.8 % de implantes positivos (Cuadro 6.2), fue el microorganismo más frecuentemente detectado. No se detectó ningún otro miembro del complejo M.T., y no se detectaron fitonemátodos.

Laurel blanco. El género *Fusarium*, miembro del complejo M.T., fue el microorganismo más frecuentemente detectado, con frecuencia de ocurrencia de 40.3 % de implantes positivos (Tabla 6). No se detectó ningún otro miembro del complejo M.T., y no se detectaron fitonemátodos.

Casco de vaca. El género *Fusarium*, miembro del complejo M.T., fue el microorganismo más frecuentemente detectado creciendo de los implantes (Tabla 7, 68.1 %). No se detectó ningún otro miembro del complejo M.T., y no se detectaron fitonemátodos.

Tabla 7

Casco de vaca (*Bauhinia monandra*) y Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en La Paz. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.*

Casco de vaca		Caoba del Atlántico	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
<i>Fusarium</i>	68.1	<i>Fusarium</i>	47.2
Levadura	11.1	Bacteria	14.3
<i>Aspergillus</i>	9.7	<i>Trichoderma</i>	8.3
Otros	6.9	Otros	6.9
<i>Colletotrichum</i>	4.2	<i>Phytophthora</i>	6.0
		Sin crecimiento	5.1
		<i>Phoma</i>	4.6
		Levadura	3.7
		<i>Aspergillus</i>	2.8
		<i>Nigrospora</i>	0.9
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

*Casco de vaca 2 y 1 muestras para microorganismos y fitonemátodos, respectivamente; y Caoba del Atlántico 10 y 5 muestras, respectivamente.

Caoba del Atlántico. El género *Fusarium*, miembro del complejo M.T., con frecuencia de ocurrencia de 47.2 % implantes positivos, fue el microorganismo más frecuentemente detectado (Tabla 7). El único otro miembro del complejo M.T. detectado fue el Oomiceto *Phytophthora*, presente en 6.0 % de implantes. No se detectaron fitonemátodos.

Vivero San Pedro Sula

Tabla 8

Casco de vaca (*Bauhinia monandra*) y Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en La Paz. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.*

Caoba del Atlántico		Cedro		Teca	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
<i>Fusarium</i>	44.3	<i>Fusarium</i>	38.3	<i>Fusarium</i>	36.6
Levadura	19.8	Levadura	27.2	Levadura	24.6
Bacteria	13.3	Bacteria	17.7	Sin crecimiento	13.8
<i>Phoma</i>	6.7	Sin crecimiento	13.9	<i>Phoma</i>	12.8
<i>Lasiodiplodia</i>	4.3	<i>Trichoderma</i>	3.1	Bacteria	6.5
Otros	3.6	Otros	1.7	<i>Aspergillus</i>	4.8
Sin crecimiento	3.3	<i>Phoma</i>	1.6	Otros	0.7
<i>Colletotrichum</i>	1.2	<i>Aspergillus</i>	0.7	<i>Colletotrichum</i>	0.1
<i>Trichoderma</i>	1.2	<i>Colletotrichum</i>	0.2	Fitonemátodos	0
<i>Aspergillus</i>	1.2				
<i>Phytophthora</i>	0.7				
<i>Pythium</i>	0.4				
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

*Caoba del Atlántico 40 y 20 muestras para microorganismos y fitonemátodos, respectivamente; Cedro 16 y 8 muestras, respectivamente; y para Teca 16 y 8 muestras, respectivamente.

Caoba del Atlántico. Nueve microorganismos fueron identificados distintamente, de los cuales tres pertenecían al complejo M.T., a saber: género *Fusarium* creciendo en 44.3 % de los implantes (superando notablemente a todos los demás microorganismos), y los Oomicetos *Pythium* y *Phytophthora*, detectados en 1.4 y 0.7 % de implantes, respectivamente (Tabla 8). Levaduras y bacterias, las cuales no son patogénicas, fueron el segundo tipo de microorganismo más frecuente con 19.8 % y 13.3 % de implantes positivos, respectivamente. De los otros hongos encontrados solamente *Phoma* y *Colletotrichum* son generalmente considerados fitopatógenos, y no forman parte del complejo M.T. No se detectaron fitonemátodos.

Cedro. Siete microorganismos fueron identificados distintamente (Tabla 8), de los cuales solamente *Fusarium* es considerado un fitopatógeno del complejo M.T. Detectado en promedio en 38.3 % de los implantes, *Fusarium* superó notablemente a todos los demás microorganismos. Levaduras y bacterias, las cuales no son patogénicas, fueron el segundo grupo de microorganismo más frecuente con 27.2 % y 17.7 % de implantes positivos, respectivamente. De los otros hongos encontrados solamente *Phoma* y *Colletotrichum* son generalmente considerados fitopatógenos, aunque no forman parte del complejo M.T. Se detectaron bacterias no patogénicas con relativa baja frecuencia. No se detectaron fitonemátodos.



Teca. Seis microorganismos fueron identificados distintamente (Tabla 8), de los cuales solamente *Fusarium* es considerado un fitopatógeno del complejo M.T., y fue detectado en promedio en 36.6 % de los implantes. Levaduras, las cuales no son patogénicas, fue el segundo tipo de microorganismo más frecuente con 24.6 % de implantes positivos. De los otros hongos encontrados solamente *Phoma* y *Colletotrichum* son generalmente considerados fitopatógenos; no obstante, no forman parte del complejo M.T. Se detectaron bacterias no patogénicas con baja frecuencia. No se detectaron fitonemátodos.

Tabla 9

Laurel blanco (*Cordia alliodora*), Macuelizo (*Tabebuia rosea*) y San Juan (*Cybistax donald smithii*). Identidad y frecuencia de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T., otros microorganismos y fitonemátodos detectados en San Pedro Sula. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023.*

Laurel blanco		Macuelizo		San Juan	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
Bacteria	37.5	<i>Fusarium</i>	37.5	Bacteria	69.5
Levadura	31.9	Bacteria	29.2	<i>Fusarium</i>	9.7
<i>Phoma</i>	13.9	Levadura	13.9	Sin crecimiento	8.3
<i>Aspergillus</i>	8.3	Otros	11.1	<i>Aspergillus</i>	6.9
<i>Fusarium</i>	7.0	<i>Phoma</i>	6.9	<i>Phoma</i>	4.2
Sin crecimiento	1.4	Sin crecimiento	1.4	Levadura	1.4
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

**Laurel blanco 2 y 1 muestras para microorganismos y fitonemátodos, respectivamente; Macuelizo 2 y 1 muestras, respectivamente; y San Juan 2 y 1 muestras, respectivamente

En Macuelizo y San Juan el género *Fusarium* fue el fitopatógeno detectado con más alta frecuencia, registrando 37.5 % y 9.7 % de implantes positivos, respectivamente; en Laurel blanco *Fusarium* fue detectado infrecuentemente (7.0 %) con relación a otros microorganismos observados. En ninguna de las tres especies se detectó otro miembro del complejo M.T. ni tampoco se detectó a fitonemátodos. En estas especies usualmente bacterias constituyeron el microorganismo más frecuentemente aislado; no se consideran de consecuencia patológica primaria.

Consolidado de las especies forestales

Con promedios de ocurrencia en coníferas y latifoliadas de 52.2 % y 36.0 %, respectivamente, y promedio general de 39.0 % al consolidar ambas especies forestales, el género *Fusarium* fue el miembro del complejo M.T. aislado más frecuentemente (Tabla 10). Dichos valores superaron notoriamente a los determinados para todos los demás microorganismos de los que se obtuvo una clara identificación, incluidos *Pythium* y *Phytophthora*, miembros también del complejo M.T. que fueron detectados con frecuencia extraordinariamente baja (media general ≤ 0.5 % de implantes). En ninguna ocasión se detectó a *Rhizoctonia*, ni tampoco a fitonemátodos.

Tabla 10

Consolidado de identidad y frecuencia promedio y general de ocurrencia (porcentaje) de fitopatógenos del complejo M.T. y otros microorganismos detectados en corona de raíces/base de tallo y ápice de tallo, y de fitonemátodos en suelo, de plántulas de especies forestales producidas en tres viveros del ICF. FHIA, La Lima, Cortés. 2022-2023*.

Frecuencia promedio en especies de coníferas		Frecuencia promedio en especies latifoliadas		Ocurrencia promedio general consolidando todas las especies	
Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)	Microorganismo / patógeno	(%)
<i>Fusarium</i>	52.2	<i>Fusarium</i>	36.0	<i>Fusarium</i>	39.0
Levadura	13.8	Levadura	17.0	Levadura	16.4
<i>Phoma</i>	9.0	Bacteria	14.3	Bacteria	12.5
Otros	5.5	<i>Phoma</i>	8.1	<i>Phoma</i>	8.3
Bacteria	4.4	<i>Colletotrichum</i>	5.9	Sin crecimiento	5.4
Sin crecimiento	4.1	Sin crecimiento	5.7	<i>Colletotrichum</i>	5.2
<i>Penicillium</i>	3.4	<i>Aspergillus</i>	3.9	<i>Aspergillus</i>	3.6
<i>Aspergillus</i>	1.2	<i>Trichoderma</i>	2.4	Otros	2.8
<i>Colletotrichum</i>	2.1	Otros	2.2	<i>Trichoderma</i>	2.2
<i>Trichoderma</i>	1.4	<i>Lasiodiplodia</i>	2.1	<i>Penicillium</i>	1.9
<i>Pythium</i>	0.5	<i>Penicillium</i>	1.6	<i>Lasiodiplodia</i>	1.6
<i>Lasiodiplodia</i>	0.4	<i>Phytophthora</i>	0.4	<i>Phytophthora</i>	0.3
<i>Pestalotia</i>	0.3	<i>Pythium</i>	0.2	<i>Pythium</i>	0.3
<i>Nigrospora</i>	0.05	<i>Pestalotia</i>	0.2	<i>Pestalotia</i>	0.2
<i>Phytophthora</i>	0.01	<i>Nigrospora</i>	0.1	<i>Nigrospora</i>	0.1
Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0	Fitonemátodos	0

**Laurel blanco 2 y 1 muestras para microorganismos y fitonemátodos, respectivamente; Macuelizo 2 y 1 muestras, respectivamente; y San Juan 2 y 1 muestras, respectivamente

Discusión

Un diseño muestral apropiado es un requerimiento para obtención de estimados representativos y confiables de los parámetros de interés en cualquier investigación. Fue necesario modificar el diseño muestral inicialmente propuesto debido a la adición incidental de 10 especies no prioritarias a las 6 especies forestales prioritarias designadas originalmente, totalizando así 16 especies estudiadas. En San Pedro Sula se satisfizo la presión de muestreo propuesta originalmente para las especies prioritarias (de hecho, fue superior a lo postulado), habiendo sido procesadas 40, 16 y 16 muestras de Caoba del Atlántico, Cedro y Teca, respectivamente (Tabla 1), lo cual presta mayor confianza a los estimados obtenidos en este sitio. En Comayagüela los estimados de las especies prioritarias Pino ocote y Liquidámbar provinieron de 70 y de 12 muestras, valores que triplicaban e igualaban el número de muestras propuestas, respectivamente; en cambio, para Cedro provino de solamente 4 muestras. En La Paz solamente Pino ocote, con 22 muestras, satisfizo el diseño muestral original, contrastando con los estimados de Cedro y Caoba del Pacífico obtenidos de solamente 6 y 2 muestras, respectivamente (vs 12 y 11 muestras propuestas); el tamaño muestral de las especies no prioritarias también fue muy variable (Cuadro 1). Dado todo lo anterior, el manejo particular aplicado en cada vivero, y la multiplicidad incidental de especies forestales estudiadas, los resultados se discuten, con las reservas debidas, a la luz de lo que la literatura mundial documenta en relación a identidad, frecuencia de ocurrencia e importancia relativa de los patógenos involucrados.

Entre otros factores, las condiciones ambientales y de manejo a que están expuestas las semillas y las plántulas en el vivero ejercen un efecto determinante en el desarrollo del Mal del talluelo. Las condiciones climáticas locales y sus variaciones ejercen un efecto en susceptibilidad de las plántulas y en la presencia/ausencia y la actividad patogénica de los fitopatógenos causantes de M.T., contribuyendo así a la variabilidad observada de año a año y de sitio a sitio en la identidad y agresividad de las especies o subespecies de fitopatógenos presentes (Cram 2003, Lamichhane et al 2017), a la irregularidad de las pérdidas registradas e inclusive a pobre correlación entre pérdidas y las poblaciones de fitopatógenos en el suelo en un año dado. En este estudio el hongo género *Fusarium* fue el fitopatógeno más frecuentemente encontrado, habiendo sido detectado en los tres viveros, en las seis especies forestales prioritarias y también en las diez no prioritarias, creciendo con frecuencia de 52.2%, 36.0% y 39.0% a partir de los implantes de tejido sintomático de coníferas, latifoliadas y su consolidado, respectivamente (Tabla 10). Ello es congruente con la literatura mundial respecto a especies de este género de fitopatógeno como causa frecuente de la alta mortalidad en post-emergencia (Cibrián-Tovar (ed.) 2021, Cram 2003, Dick & Vanner 2008) en muchos viveros forestales. Las especies de *Fusarium*, gracias a su extraordinariamente alta adaptabilidad ambiental son capaces de sobrevivir activa y/o pasivamente en suelo y tejido en descomposición, multiplicarse e infectar, y causar daño a múltiples especies hospederas coníferas y latifoliadas, en un amplio rango de contenido de humedad en suelo y ambiente, de pH de suelo y del agua de riego, de propiedades fisicoquímicas de suelo, en temperaturas superiores a las requeridas por otros fitopatógenos, y otras condiciones (Mohammed 1964, Dick y Vanner 2008, Lamichhane et al. 2017). Contrario a *Fusarium*, las especies de los Oomicetos *Pythium* y *Phytophthora*, géneros que la misma literatura reporta como causa posible de daño importante (Cibrián-Tovar (ed.) 2021, Cram 2003, Dick & Vanner 2008), fueron detectados muy ocasionalmente en este estudio. El género *Pythium* fue detectado en solamente dos ocasiones, en viveros distintos, en especies latifoliadas distintas, y en frecuencia de ocurrencia extremadamente baja, a saber: Caña fístula en La Paz en 2.8% de los implantes y Caoba del Atlántico en San Pedro Sula en 0.4% (Cuadro 5.3 y Cuadro 8.1, respectivamente). En lo concerniente al género *Phytophthora*, fue detectado solamente en tres ocasiones, en distintos viveros, específicamente en especies forestales latifoliadas, y en baja frecuencia, a saber: Liquidámbar en Comayagüela en 1.2% de implantes, Caoba del Atlántico en La Paz en 6.0%, y Caoba del Atlántico en San Pedro Sula en 0.7% (Cuadro 3, Cuadro 7 y Cuadro 8 respectivamente). Ambos géneros están relacionados taxonómicamente y tienen requerimientos más definidos que los de *Fusarium*, incluyendo en particular que usualmente prosperan en temperaturas más bajas, en suelos saturados y con persistente alta humedad como determinante para inducir germinación y diseminación activa de esporas, e infección conducente a daño del tejido (Cibrián-Tovar (ed.) 2021, Cram 2003, Dick & Vanner 2008). Ello podría explicar su baja frecuencia de ocurrencia en esta investigación dado que en los sitios de los viveros predominan temperaturas frescas a moderadas solamente durante una breve parte del año, y altas la mayor parte del año.

Los mismos factores ambientales que, dentro de rangos particulares determinan la ocurrencia de daño frecuente o escaso de *Fusarium*, *Pythium* y *Phytophthora*, ejercen influencia sobre las diferentes etapas del género *Rhizoctonia* (Dick & Vanner 2008); es así que mayor o menor expresión de dichos factores podría explicar su ausencia completa en los aislamientos realizados a partir de tejidos sintomáticos. Al igual que *Fusarium* y contrario a *Pythium* y *Phytophthora*, suele causar mayores pérdidas en respuesta a incremento en la temperatura y, adicionalmente, reducción en el contenido de humedad del suelo (Dick & Vanner 2008), aunque no se excluye la posibilidad que el esquema de muestreo utilizado no fue suficiente robusto para detectar su ocurrencia en baja frecuencia. De cualquier manera, es obvio que *Rhizoctonia*, al igual que *Pythium* y *Phytophthora*, representan actualmente un problema menor, y que cualesquiera medidas de manejo a implementar deberán ir dirigidas primordialmente al combate de *Fusarium*, obviamente sin perder de vista a otros fitopatógenos como causa potencial de daño.



En los extractos de suelo procedentes de los viveros no se detectó presencia de fitonemátodos, identificables fácilmente por el característico estilete propio de las especies fitoparasíticas (Rahman Khan 2012). En general, la literatura es pobre en información sobre el papel de fitonemátodos causan problema en viveros forestales, y se considera su ocurrencia como una amenaza emergente a las plantas forestales, documentando varios géneros de fitonemátodos que causan daño común en viveros forestales y agrícolas, incluyendo *Meloidogyne*, *Pratylenchus* *Tylenchorhynchus* y otros (Rahman Khan (2012). Aparentemente, su daño es mas consecencial a largo plazo, una vez en el sitio de siembra definitivo, sugestivo de que es una plaga a la cual hay que poner atención. Otros microorganismos fueron detectados ocasionalmente, algunos de naturaleza saprofítica como levaduras, bacterias, los hongos *Aspergillus* y *Penicillium*, todos ellos de hábito aparentemente saprofítico.

Los géneros de hongos *Phoma* y *Lasiodiplodia* (antes *Botryodiplodia*) son fitopatógenos reconocidos (Aveskamp et al. 2008, Rathnayaka et al. 2023) de especies de plantas leñosas cuyo efecto dañino suele ser más notorio una vez en el campo definitivo, afectando tallos y ramas de de plantas afectadas por estrés de diversos orígenes, con el resultado de que la expectativa de vida esperada se reduce notablemente. Algunos de los otros géneros de hongos encontrados v.g. *Colletotrichum* y *Pestalotia*, incluyen especies fitopatogénicas asociadas usualmente con daño en partes aéreas.

Conclusiones

El hongo El hongo género *Fusarium* (especie indeterminada) se aisló con mayor frecuencia que cualquier otro fitopatógeno del complejo Mal del talluelo. El hongo *Fusarium* (especie indeterminada) aparenta estar causando daño de importancia económica en los tres viveros y en todas las especies forestales estudiadas. Los Oomicetos género *Pythium* y *Phytophthora* (especies indeterminadas) ocurrieron con extremadamente baja frecuencia, en número limitado de especies forestales, y aparentan no ser causa importante de daño económico. En ninguna ocasión se detectó ocurrencia de hongo del género *Rhizoctonia*.

No se detectó ocurrencia de fitonemátodos. Otros géneros de hongos fitopatogénicas fueron detectados con baja frecuencia, aunque se ignora su rol e importancia como causantes de Mal de talluelo en las condiciones del estudio. Dada la variabilidad derivada de las diferencias en ambiente y manejo entre viveros, y la multiplicidad de especies forestales incluidas, se sugiere confirmar los resultados extendiendo el estudio idealmente por ciclos adicionales de muestreo.

Referencias

- Avesekamp, M. M., De Gruyter, J., & Crous, P. W. (2008). Biology and recent developments in the systematics of *Phoma*, a complex genus of major quarantine significance. *Fungal Diversity*, 31, 1–18.
- Cibrián-Tovar, D. (ed.). 2021. *Fundamentos para el Manejo Integrado de Plagas Forestales* MIPF. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 392 pp. ISBN: 978-607-12-0595-7.
- Cram M.M. 2003. Damping-off in Tree Nurseries. In: *Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook*. USDA Forest Service, Forest Health Protection, Athens, Georgia. <https://pnwhandbooks.org/node/388/print>.
- Dick M. and Vanner A.L. 1986. Damping-off. In *Forest Pathology in New Zealand No. 16*. Nursery diseases. Revised 2008 by MA Dick. <https://www.nzffa.org.nz/farm-forestry-model/the-essentials/forest-health-pests-and-diseases/forestry-diseases/nursery-diseases/#damping-off>
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2021). *Protocolo para extracción de nematodos a partir del suelo*. La Lima, Cortés.
- Hilje, Q. L., Araya, F. C., Scorza, R. F., & Víquez, C. M. (1991). *Manual de consulta: Plagas y enfermedades forestales en América Central*. CATIE-Madelená. Serie Técnica: Manual Técnico No. 3. Turrialba, Costa Rica.
- Jayawardena, R. S., Bhunjun, C. S., Hyde, K. D., Gentekaki, E., & Itthayakorn, P. (2021). *Colletotrichum*: Lifestyles, biology, morpho-species, species complexes, and accepted species. *Mycosphere*, 12(1), 519–669. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/12/1/7>
- Mohammed, S.K. 1964. Effect of certain fungicides in controlling damping-off in seedlings of ponderosa pine, Douglas-fir, and Colorado blue spruce. *Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers*. 2151. <https://scholarworks.umd.edu/etd/2151/>
- Rahman Khan, M. 2012. Nematodes, en Emerging Threat to Global Forests: Assessment and Management. *Plant Pathology Journal* 11 (4) :99-113. <https://doi.org/10.3923/ppj.2012.99.113>
- Rathnayaka AR, Chethana KWT, Manawasinghe IS, Wijesinghe SN, de Silva NI, Tennakoon DS, Phillips AJL, Liu JK, Jones EBG, Wang Y, and Hyde KD. 2023 – Lasiodiplodia: Generic revision by providing molecular markers, geographical distribution and haplotype diversity. *Mycosphere* 14(1), <https://doi.org/10.5943/mycosphere/14/1/14>
- Zepeda, L. A. (1999). *Estudio sobre el mal del talluelo en viveros forestales de la zona central de Honduras*. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Siguatepeque, Comayagua, Honduras. (Tesis no publicada).

Declaración de conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento

Gobierno de Honduras, a través del Programa de la Red Solidaria (PRS) en el marco de la implementación del Proyecto Manejo Sostenible de Bosques 3878/BL-HO, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

