

34

Fecha de presentación: julio, 2019
Fecha de aceptación: septiembre, 2019
Fecha de publicación: octubre, 2019

INCIDENCIA Y SEVERIDAD

DE LA ENFERMEDAD MARCHITEZ VASCULAR, MUERTE REGRESIVA DE *TECTONA GRANDIS* L. F. EN CUATRO PROVINCIAS DE ECUADOR

INCIDENCE AND SEVERITY OF VASCULAR WILT DISEASE, REGRESSIVE DEATH OF *TECTONA GRANDIS* L. F. IN FOUR PROVINCES OF ECUADOR

Edison Hidalgo Solano Apuntes¹

E-mail: esolano@uteq.edu.ec

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

Carlos Eulogio Belezaca Pinargote¹

E-mail: cbelezaca@uteq.edu.ec

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

Rolando Manuel López Tobar¹

E-mail: rlopez@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8527-4710>

Keberlin Patricia Macías Suárez¹

E-mail: pattym2105@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4164-3825>

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Solano Apuntes, E. H., Belezaca Pinargote, C. E., López Tobar, R. M., & Macías Suárez, K. P. (2019). Incidencia y severidad de la enfermedad marchitez vascular, muerte regresiva de *Tectona grandis* L. F. en cuatro provincias de Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 262-269. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia y severidad de la enfermedad de marchitez vascular, muerte regresiva de *Tectona grandis* L. f. (teca) en cuatro provincias de la región Litoral del Ecuador. Las provincias fueron Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas y Guayas. Se visitaron tres haciendas por provincia y se establecieron tres parcelas de 500 m², se efectuó un censo árbol por árbol, para determinar la incidencia y severidad, se utilizó una ficha de recolección de datos con una escala arbitraria de 5 categorías, en función de las diferencias morfológicas visibles, para compararlos con árboles sanos. Los síntomas fueron pérdida de turgencia de hojas ubicadas en extremos de ramas superiores y pérdida del área fotosintética generando la aparición de brotes epicórmicos. La variable número de brotes epicórmicos entre las provincias estudiadas, presentaron diferencias estadísticas significativas. Las plantaciones de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas presentaron el mayor número de brotes por árbol, mientras que el menor número de brotes se detectó en la provincia del Guayas. La mayor altura de ubicación de los brotes epicórmicos en árboles afectados se encontró en la provincia de Esmeraldas, y la menor altura en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, a los 4.93 m y 2.46 m sobre el nivel del suelo. Referente a las variables Incidencia y Severidad de la enfermedad, no se encontraron diferencias significativas entre las plantaciones estudiadas.

Palabras clave: Brotes epicórmicos, *Ceratocystis fimbriata*, etiología, organismos fungosos, plantaciones forestales.

ABSTRACT

The research aimed to determine the incidence and severity of vascular wilt disease, regressive death of *Tectona grandis* L. f. (teak) in four provinces of the Coastal region of Ecuador. The provinces were Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas and Guayas. Three farms were visited per province and three 500 square meters plots were established, a tree by tree census was carried out, to determine the incidence and severity, a data collection sheet with an arbitrary scale of 5 categories was used, depending on the visible morphological differences, to compare them with healthy trees. The symptoms were loss of turgidity of leaves located at the ends of upper branches and loss of the photosynthetic area, generating the appearance of epicormic shoots. The variable number of epicormic outbreaks among the provinces studied, presented significant statistical differences. Plantations in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas had the highest number of shoots per tree, while the lowest number of shoots was detected in the province of Guayas. The highest height of epicormic outbreaks in affected trees was found in the province of Esmeraldas, and the lowest height in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, at 4.93 m and 2.46 m above ground level. Regarding the variables Incidence and Severity of the disease, no significant differences were found among the plantations studied.

Keywords: Epicormic outbreaks, *Ceratocystis fimbriata*, etiology, fungal organisms, forest plantations.

INTRODUCCIÓN

En 1950 se estableció la primera plantación de teca del Ecuador en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador, en la estación experimental Pichilingue ubicada en el cantón Quevedo, cuyas semillas fueron procedentes de la India. Esto fue un punto de partida para que se implementaran nuevas plantaciones como monocultivo, es de gran importancia conocer si las plantaciones expandidas son provenientes de Pichilingue o tienen otra procedencia (Nieto, Hernández, Motte & Mayek, 2014). Las plantaciones de teca en el país se han establecido principalmente en las provincias de la costa ecuatoriana: Los Ríos, Manabí, Guayas, Esmeraldas y El Oro, donde las temperaturas, precipitaciones y suelos son apropiados para el buen crecimiento de la especie.

Los árboles, como cualquier otra planta, a pesar de su vigorosidad y estructura son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades que pueden llegar a deteriorar gravemente su estructura y con ello la sobrevivencia del individuo. Los árboles pueden sufrir daños estando en ambientes naturales, en plantaciones puras o monocultivos, en sistemas agrosilvopastoriles y agroforestales. Se reconoce como una enfermedad a todo cambio o alteración morfo-fisiológica, con suficiente duración e intensidad para causar perjuicio o cesación de la actividad vital. La marchitez vascular y la muerte regresiva se ha caracterizado por generar síntomas de hojas cloróticas, retraso del crecimiento, ramas muertas, entre otros. Estas afectaciones han sido notorias en plantaciones (Flores, Crespo & Cabezas, 2010).

Los primeros estudios sobre esta compleja enfermedad que está afectando a la teca en el Litoral ecuatoriano fueron realizados por Ávila (2016), quien alertó sobre los altos índices de incidencia y severidad en plantaciones puras de la región, sin embargo, su estudio estuvo circunscrito a pequeña área geográfica. Por esta razón es necesario ampliar el área de estudio a varias provincias del Litoral Ecuatoriano, caracterizadas por cultivar teca para tener una mejor prospectiva sobre la afectación real de la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en la costa ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se efectuó en cuatro provincias de la región Litoral del Ecuador que son: Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas y Esmeraldas, en las cuales se visitaron tres plantaciones en cada una de las provincias estudiadas para identificar la presencia o no de la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva. Se instalaron tres parcelas de 500 m², en cada

plantación, también se realizaron observaciones y anotaciones de los síntomas presentes en árboles afectados, se tomaron muestras para ser analizadas. En cada parcela se efectuó un censo árbol por árbol, para establecer el número total de árboles presentes, la cantidad de árboles con síntomas de enfermedad, árboles muertos y aparentemente sanos [Ecuación 1], (Ávila, 2016).

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de árboles enfermos}}{\text{Total de árboles}} * 100 \text{ [Ecuación 1]}$$

Mediante una ficha de recolección de información, y el empleo de una escala arbitraria de cinco categorías, se estableció la severidad de la enfermedad en función a las diferencias morfológicas visibles de las ramas, hojas y fuste, para posteriormente ser comparados con los árboles sanos. Además, se realizó una descripción detallada de la sintomatología de la enfermedad de acuerdo a Ávila (2016), (Tabla 1).

Tabla 1. Escala arbitraria empleada para la determinación de severidad de la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva.

Nº	Criterio
1	Árbol sano
2	Hojas terminales cloróticas
3	Brotos de ramas muertas
4	50% de follaje muerto
5	Árbol muerto o con el 80% de tejidos muertos

Fuente: Ávila (2016).

Dentro de las parcelas de cada plantación estudiada, a los árboles presentes sanos o enfermos se les registró las siguientes variables: densidad, edad, diámetro a la altura al pecho (DAP), altura, número de brotes epicórmicos, y en cada una de ellas se muestrearon 3 árboles que presentaron síntomas de enfermedad, los que fueron talados a nivel del suelo con ayuda de una motosierra, posteriormente se realizaron cortes transversales en el fuste a cada 70 cm, con el propósito de determinar el sitio de ingreso del patógeno y la diseminación de los mismos dentro de los tejidos. La observación de síntomas internos (necrosis de tejidos) se empleará para la descripción de la sintomatología de las enfermedades (Ávila, 2016).

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 se trasladaron al laboratorio de Microbiología Ambiental y Vegetal de la UTEQ, para su posterior análisis microbiológico. Las secciones de

madera con tejidos necróticos se llevaron al laboratorio donde fueron sometidas a los respectivos análisis microbiológicos. Para el efecto las muestras se acondicionarán de la siguiente manera:

Cámara húmeda: Con el propósito de 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 que contenían 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.) presente sobre los tejidos necrosados, de acuerdo a Commonwealth Mycological Institute (1983).

Siembra en sánduches de zanahoria. Con el propósito de estimular la manifestación, crecimiento y desarrollo de microorganismos fungosos de difícil crecimiento inicial en medios de cultivo sintético, se realizaron siembras con segmentos de tejidos necrosados de aproximadamente $2 \times 2 \times 0,5$ cm (largo, ancho y espesor) entre dos rodajas de zanahoria, apretados con cinta de papel, formando una especie de sánduche, según Li, et al. (2014). Por cada árbol se formaron entre 8 y 10 sánduches que se introdujeron en recipientes plásticos estériles (tarrinas plásticas), taparon e incubaron durante 120 horas (5 días). Pasado el tiempo de incubación y con la ayuda de un estereomicroscopio, los sánduches se analizaron con la finalidad de detectar el desarrollo de signos (micelio, cuerpos fructíferos, etc.) presentes, creciendo sobre la zanahoria (Ávila, 2016).

Los datos obtenidos a nivel de campo y laboratorio se analizaron empleando herramientas de estadística descriptiva: media, desviación estándar, error estándar, coeficiente de variación entre otros. Para establecer la existencia o no de diferencias estadísticas significativas, los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de ($P < 0.05$), 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 ($P < 0.05$). Para el efecto se empleó el paquete estadístico **SAS System 9** versión para Windows (Ávila, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los síntomas que se observaron en árboles de teca enfermos, fueron la decoloración y pérdida de turgencia de las hojas ubicadas en los extremos de ramas superiores, evidenciando la pérdida de vigor frente árboles sanos.

Consecuentemente, conforme avanza la enfermedad, los ápices de crecimiento de las ramas mueren (se secan), y desciende matando completamente las ramas. Cuando los árboles presentan esta sintomatología, disminuyen su vigor. La pérdida del follaje y por ende del área fotosintética, genera la manifestación de muchos brotes epicórmicos en el fuste. La enfermedad continua de forma descendente y finalmente el árbol muere (se seca) en pie. Según Herrera, Grillo, Harrington, Díaz & Álvarez (2015). Los síntomas de marchitez vascular y muerte regresiva presentes en plantas afectadas *Spathodea campanulata* (Tulipán Africano) mostraron en los síntomas iniciales una amarillez del follaje, que posteriormente se necrosaron provocando marchitez generalizada y caída de las hojas, quedando el árbol completamente desnudo y se produce su muerte irremisiblemente. Se realizaron cortes transversales en las plantas afectadas en los tallos de los árboles se observaron áreas de color negro azulado, en sectores radiales, cuyo vértice se dirigía hacia la región de la médula, provocando fuerte necrosis del sistema vascular de la planta; síntomas de marchitez vascular y muerte regresiva similares a los encontrados en la teca (Figura 1).

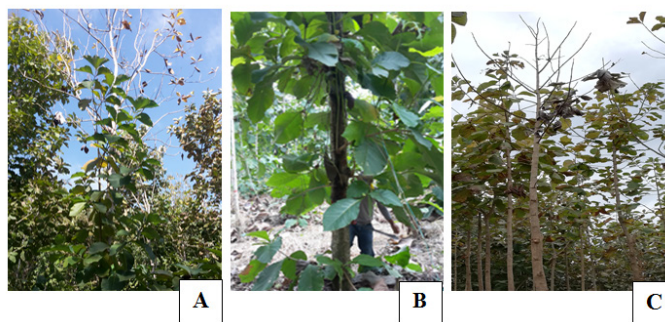


Figura 1. Evolución de la enfermedad de muerte regresiva en árboles de Teca: A = Primeros síntomas caracterizados por clorosis en las hojas próximas a los ápices de crecimiento de ramas. B = Generación de múltiples brotes epicórmicos en el fuste. C = Muerte del sistema foliar del árbol (marchitez vascular).

Al realizar cortes transversales en la base de los árboles (5 – 10 cm sobre el nivel del suelo), en la mayoría de los casos no se observaron síntomas de necrosis o taponamiento de los tejidos vasculares, pero al realizar los cortes a más altura se evidenciaron daños ocasionados por el patógeno, los que son irreversibles ya que impiden el flujo normal de nutrientes. De acuerdo a la investigación realizada por (Ávila, 2016), la enfermedad sería de origen biótico ya que en los árboles enfermos se encontraron tejidos necrosados asociados a fitopatógenos fungosos. Mientras que Córdor (2017), determina que los tejidos necrosados de cada árbol de teca enfermo, se obtuvo el 100% de presencia del hongo *C. fimbriata*, tanto en cámara húmeda como en sánduches de zanahoria, lo que

hace sospechar que *C. fimbriata* asumiría un papel principal en la patogénesis que se deriva en la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva, corroborando con los datos obtenidos en la presente investigación (Figura 2).



Figura 2. Cortes transversales en de árboles de teca enfermos con muerte regresiva, evidenciando necrosis en la madera de albura y duramen, y taponamiento de tejidos vasculares.

Variables dasométricas en plantaciones estudiadas.

Los resultados obtenidos demuestran las alturas totales y DAP no estuvieron asociadas a las edades de las plantaciones. Aparentemente, el manejo forestal estuvo estrechamente relacionado con las variables dasométricas, lo cual se refleja en las altas densidades que se encontraron en plantaciones a partir de los cuatro años, independientemente de la provincia donde estaban ubicadas las plantaciones.

En la provincia de Los Ríos, la menor altura y DAP se encontró en la plantación de la hacienda “Rafaelita” con 4 años de edad y una densidad de 1320 árboles ha⁻¹, alcanzando 8.6 m y 10.8 cm, respectivamente, mientras que la mayor altura y DAP se obtuvo en la hacienda “La Chorrera” de 7 años de edad y 700 árboles ha⁻¹, donde se encontró promedios 15.0 m y 19.7 cm, respectivamente. En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, la menor altura y DAP se obtuvieron en la plantación de la hacienda “Loor” de 4 años de edad y 633 árboles ha⁻¹, alcanzando 10.9 m y 14.6 cm, respectivamente, mientras que la mayor altura y DAP se obtuvo en la hacienda “Martha Cecilia” con 5 años de edad y una densidad de 753 árboles ha⁻¹, donde se registraron promedios de 12.1 m y 15.7 cm respectivamente. En la provincia de Esmeraldas, la mayor altura y DAP fue registrada en la hacienda “Mala 2” de 7 años de edad y una densidad de 653 árboles ha⁻¹, se encontraron promedios de 13.9 m y 17.5 cm respectivamente, mientras que la menor altura y DAP se obtuvo en la hacienda “Tepeyac” de 7 años de edad y 707 árboles ha⁻¹, alcanzando 10.8 m y 12.3 cm, respectivamente. En la provincia del Guayas la hacienda en la que se registró menor altura y DAP fue “La Valentina” de 5 años de edad y 560 árboles ha⁻¹, donde se alcanzaron promedios de 10.4 m y 12.4 cm respectivamente, mientras que la hacienda en la que se encontró mayor altura y DAP fue “Santa Rosa” con 7 años de edad y una densidad de 473

árboles ha⁻¹ se encontraron promedios de 13.0 m y 16.1 cm respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Variables dasométricas (altura total y DAP) estimadas en plantaciones de *T. grandis* con la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en cuatro provincias de la región Litoral del Ecuador. Valores representan el promedio de los árboles presentes en tres parcelas de 500 m², con su respectiva desviación estándar.

No.	Plantaciones (hacienda)		No. Árboles ha ⁻¹	Alturas (m)			DAP (cm)		
	Nombre	Edad (años)		Total Promedio	Máxima	Mínima	Total Promedio	Máximo	Mínimo
Provincia de Los Ríos									
1	Cambiosca	3.5	600	10.5 ± 1.4	13.0	6.0	15.3 ± 2.2	19.9	8.8
2	Rafaelita	4	1320	8.6 ± 2.0	15.0	3.0	10.8 ± 2.3	18.9	5.1
3	La Chorrera	7	700	15.0 ± 2.3	18.0	11	19.7 ± 3.5	19.0	13.4
Provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas									
1	Martha Cecilia	5	753	12.1 ± 1.3	14.5	7.0	15.7 ± 3.2	26.1	8.6
2	Evekar	9	827	12.0 ± 1.8	14.5	5.0	15.5 ± 3.6	28.3	6.7
3	Loor	4	633	10.9 ± 0.8	13.0	9.0	14.6 ± 2.1	19.3	9.0
Provincia de Esmeraldas									
1	Zambrano	7	653	13.6 ± 2.2	17.0	4.0	17.8 ± 4.2	27.6	5.9

2	Malta 2	7	653	13.9 ± 3.3	22.0	7.0	17.5 ± 5.2	31.5	8.9
3	Tepeyac	7	707	10.8 ± 2.2	14.5	3.0	12.3 ± 2.4	18.9	3.8
Provincia del Guayas									
1	La Mont	4	500	11.7 ± 1.6	15.0	7.0	13.6 ± 2.3	19.8	7.9
2	Santa Rosa	7	473	13.0 ± 1.2	16.5	9.0	16.1 ± 2.3	21.3	11.1
3	La Valentina	5	560	10.4 ± 2.4	15.0	5.0	12.4 ± 3.8	20.7	5.9

Presencia de brotes epicórmicos en árboles enfermos

En las haciendas de la provincia de Los Ríos el mayor valor promedio de brotes epicórmicos se presentó en la hacienda "Cambiosca" con 4.4 brotes por árbol, a una altura promedio de ubicación del brote más alto y más bajo de 2.8 m y 1.4 m respectivamente, mientras que la hacienda "Rafaelita" presentó el menor valor promedio de brotes con 3.2 por árbol, con una altura de ubicación del brote más alto y más bajo de 3.8 m y 1.5 m respectivamente. En la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas el valor promedio mayor de brotes presentes se registró en

la hacienda "Loor" con 8.3 brotes por árbol, a una altura promedio de ubicación del brote más alto y más bajo de 5.1 m y 2.5 m respectivamente, mientras que la hacienda "Martha Cecilia" presentó el menor valor promedio de brotes con 3.1 por árbol, con una altura de ubicación del brote epicórmico más alto y más bajo de 2.5 m y 1.5 m respectivamente. En la provincia de Esmeraldas, el valor promedio mayor de brotes se registró en la hacienda "Tepeyac" con 5.0 brotes por árbol, a una altura promedio de ubicación del brote más alto y más bajo de 3.3 m y 1.5 m respectivamente, mientras que la hacienda "Zambrano" presentó el menor valor promedio de brotes con 2.4 por árbol, con una altura de ubicación del brote más alto y más bajo de 2.2 m y 1.2 m respectivamente. Finalmente, en la provincia del Guayas el mayor valor promedio de brotes epicórmicos se presentó en la hacienda "La Mont" con 1.7 brotes por árbol, a una altura promedio de ubicación del brote más alto y más bajo de 2.3 m y 0.8 m respectivamente, mientras que la hacienda "La Valentina" presentó el menor valor promedio de brotes con 0.9 por árbol, con una altura de ubicación del brote más alto y más bajo de 4.2 m y 2.1 m respectivamente. Los brotes epicórmicos surgen de la necesidad que posee el árbol de teca, para realizar el proceso fotosintético de manera adecuada ya que al encontrarse enfermo empieza a perder follaje y por ende su capacidad fotosintética, los nuevos brotes sustituyen a el follaje, comportamiento similar al del *Schizolobium parahybum* (pachaco), como manifiesta Belezaca, Suárez, Cedeño, Mora, Díaz & Garcés (2012), en la publicación Hongos fitopatógenos asociados a la enfermedad de muerte regresiva y pudrición del fuste de pachaco (*Schizolobium parahybum*) en el trópico húmedo ecuatoriano (Tabla 3).

No.	Plantaciones (hacienda)		No. Árboles ha-1	No. de brotes epicórmicos			Altura del brote epicórmico más alto (m)			Altura del brote epicórmico más bajo (m)		
	Nombre	Edad (años)		Promedio	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Provincia de Los Ríos												
1	Cambiosca	3.5	600	4.4	20	0	2.8	6.0	0	1.4	3.0	0
2	Rafaelita	4	1320	3.2	15	0	1.5	6.0	0	0.8	4.0	0
3	La Chorrera	7	700	3.5	21	0	3.8	6.0	0	1.5	4.0	0
Provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas												
1	Martha Cecilia	5	600	3.1	11	0	2.5	6.0	0	1.5	4.0	0
2	Evekar	9	1320	6.0	18	0	4.8	7.0	0	2.7	6.0	0

3	Loor	4	700	8.3	18	0	5.1	7.0	0	2.5	5.0	0
Provincia de Esmeraldas												
1	Zambrano	7	600	2.4	10	0	2.2	7.0	0	1.2	5.5	0
2	Mala 2	7	1320	2.9	11	0	3.2	8.0	0	1.0	5.0	0
3	Tepeyac	7	700	5.0	14	0	3.3	7.0	0	1.5	5.0	0
Provincia del Guayas												
1	La Mont	4	600	1.7	9	0	2.3	5.0	0	0.8	2.5	0
2	Santa Rosa	7	1320	1.2	9	0	4.7	7.0	0	4.1	7.0	0
3	La Valentina	5	700	0.9	7	0	4.2	7.0	0	2.1	4.5	0

Brotos epicórmicos e incidencia y severidad de la enfermedad entre provincias

Se detectaron diferencias estadísticas significativas para esta variable ($P < 0.05$). Las plantaciones de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas ($F=4.52$; $P=0.03$) presentaron un mayor número de brotes promedio por árbol (5.80), pero fueron estadísticamente similares al número de brotes detectado en las provincias de Los Ríos y Esmeraldas, con 3.63 y 3.43 brotes respectivamente y estadísticamente superiores al número de brotes generados por las plantaciones de la provincia del Guayas con 1.27 brotes.

En cuanto a la altura promedio de ubicación del brote epicórmico más alto en los árboles ($F=8.12$; $P=0.00$), el comportamiento estadístico de las plantaciones entre las provincias tuvo diferencias significativas, donde en la provincia de Los Ríos se encontró que la altura en que se ubicaban los brotes epicórmicos era a los 2.49 m sobre el nivel del suelo, siendo inferior a las alturas de ubicación de las plantaciones de las demás provincias. Mientras que a la altura promedio de ubicación del brote epicórmico más bajo en los árboles ($F=3.36$; $P=0.03$), el comportamiento de las plantaciones entre provincias tuvo diferencias estadísticas significativas, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se pudo evidenciar brotes epicórmicos a una altura de 2.47 m sobre el nivel del suelo, siendo este valor superior a las alturas de ubicación de las plantaciones de las demás provincias. Según Salas-Rodríguez, Murillo-Gamboa, Murillo-Cruz, Ávila-Arias & Mata (2016), un proceso de escala en cinco grados de severidad y su validación en sitios diferentes de Costa Rica, permitió identificar con claridad los síntomas iniciales (marchitez y pérdida foliar), síntomas posteriores (pérdida completa foliar y aparición de exudados), hasta la aparición de formación de cancro y el proceso final de pudrición en árboles de *Gmelina arborea*.

La misma metodología realizada en la investigación anterior fue usada en el presente trabajo con la implementación

de la escala arbitraria de cinco categorías, para determinar la severidad de las enfermedades de marchitez vascular y muerte regresiva, lo que nos permite inferir que estas son variables y están en función de la especie, además que los árboles poseen diferentes niveles de tolerancia.

Para las variables Incidencia ($F=1.62$; $P=0.25$) y Severidad ($F=0.21$; $P=0.88$) de la enfermedad entre las provincias, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Tabla 4).

Tabla 4. Comparación de variables relacionadas a árboles de *T. grandis* enfermos con marchitez vascular y muerte regresiva entre cuatro provincias de la región Litoral del Ecuador.

Provincias	VARIABLES				
	Nº de brotes epicórmicos	Altura de ubicación de brote epicórmico más alto	Altura de ubicación de brote epicórmico más bajo	Incidencia*	Severidad*
Los Ríos	3.63 ± 0.51 ab	2.49 ± 1.89 c	1.27 ± 0.14 b	14.97 ± 1.86 ns	1.37 ± 0.15 ns
Santo Domingo de los Tsáchilas	5.80 ± 2.60 a	4.82 ± 0.79 ab	2.47 ± 0.23 a	16.97 ± 4.36 ns	1.30 ± 0.10 ns
Esmeraldas	3.43 ± 1.38 ab	4.93 ± 0.85 a	1.73 ± 0.23 ab	14.93 ± 1.89 ns	1.37 ± 0.29 ns
Guayas	1.27 ± 0.40 b	3.72 ± 2.24 b	2.34 ± 2.74 a	20.40 ± 4.77 ns	± 0.23 ns

* Valores corresponden a promedios de tres repeticiones (haciendas) con su respectiva desviación estándar. Letras iguales

indican medias estadísticamente similares, y ns equivale a no significativo ($P < 0.05$).

Presencia de microorganismos fúngos en tejidos de árboles enfermos

Cámara Húmeda: Los tejidos madera necrosada de árboles enfermos de *T. grandis*, fueron analizados bajo un estereomicroscopio, para constatar que las muestras de todas las plantaciones estudiadas presentaban peritecios de *Ceratocystis fimbriata*, que se encontraban cubriendo las áreas necróticas de la madera (Figura 3).



Figura 3. Muestras de madera de árboles de *T. grandis* enfermos, incubadas en cámaras húmedas que incitaron la expansión de peritecios del hongo *C. fimbriata*.

Sánduches de zanahoria: En rodajas de zanahoria que contenían muestras de madera necrosada de árboles enfermos de teca (sánduches) se visualizó la formación de cuerpos fructíferos (peritecios) globosos de color negro (Figura 4), en el 100% de los árboles enfermos para las plantaciones estudiadas, este resultado se obtuvo mediante la incubación durante 5 días máximo y mediante el análisis en microscópicos se pudo comprobar la presencia de peritecios pertenecientes al hongo ascomicete *C. fimbriata*.

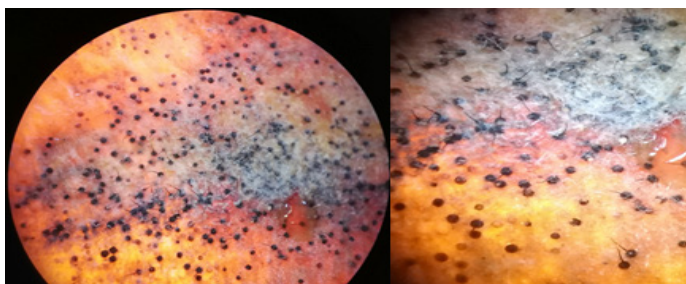


Figura 4. Sánduches de zanahoria mostrando el crecimiento de peritecios del hongo *C. fimbriata* después de la incubación.

CONCLUSIONES

La compleja sintomatología que presentan los árboles de teca enfermos, posee características similares a las reportadas en varias especies forestales del Trópico Húmedo Ecuatoriano que son afectadas por otras patologías, tal es el caso de *Schizolobium parahybum*, *Gmelina arborea*, *Theobroma cacao*, *Spathodea campanulata* y

Acrocarpus fraxinifolius, con características de marchitez vascular, acompañada de muerte regresiva desde los tejidos apicales de ramas, formación de brotes epicórmicos que tratan de sustituir el follaje muerto para mantener vivo al árbol, pero mueren a medida que la enfermedad va avanzando hasta la base.

El comportamiento de la enfermedad en lo referente a Incidencia y Severidad fue similar para todas las plantaciones y provincias estudiadas, lo cual se reflejó en la ausencia de diferencias estadísticas para estas variables, pero se detectaron árboles enfermos y/o muertos entre las categorías de severidad 2 a 5, lo que permite inferir que la enfermedad se encuentra presente en las plantaciones de teca con diferentes niveles de incubación.

Se confirma la presencia del hongo *C. fimbriata*, desde tejidos necrosados del fuste de árboles enfermos de teca, tanto en cámara húmeda, como en sánduches de zanahoria, lo cual permite inferir que este hongo juega un papel primordial en el desarrollo de la enfermedad y posterior muerte de los árboles de teca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, A. (2016). Identificación de microorganismos fúngos asociados a la enfermedad de muerte regresiva en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) en la zona central del Trópico Húmedo Ecuatoriano. (Tesis de Ingeniería Forestal). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Belezaca, C., Suárez, C., Cedeño, P., Mora, W., Díaz, G., & Garcés, F. (2012). 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, 8-17. Recuperado de <https://revistas.uv.cl/index.php/Bolmicol/articulo/download/890/867>
- Commonwealth Mycological Institute. (1983). Plant pathologist's Pocketbook. London: CMI. England. 267 p.
- Cóndor, M. (2017). Determinación del agente causal de la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva de *Tectona grandis* L. f. en el Trópico Húmedo ecuatoriano. (Tesis de Ingeniería Forestal). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Flores, T., Crespo, R., & Cabezas, F. (2010). Plagas y enfermedades en plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en la zona de Balzar, provincia del Guayas. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 3(1), 15-22. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4130581.pdf>

- Herrera, L., Grillo, H., Harrington, T., Díaz, A., & Álvarez, R. (2015). *Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst. f. sp. *spathodense* (nueva especialización): Agente causal de la marchitez en *Spathodea campanulata* Beauv. en Cuba. *Protección vegetal*, 30(1), 40-45. Recuperado de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153212992>
- Li, J., et al. (2014). First report of wilt of *Eucalyptus* caused by *Ceratocystis fimbriata* in China. *Plant Disease*, 98(12), 1744. Recuperado de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-06-14-0580-PDN>
- Nieto, J., Hernández, S., Motte, E., & Mayek, N. (2014). Análisis de la diversidad genética del germoplasma de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Ecuador. *Rev. Mex. de Cienc. Forestales*, 5(21), 109-121. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v5n21/v5n21a8.pdf>
- Salas-Rodríguez, A., Murillo-Gamboa, O., Murillo-Cruz, R., Ávila-Arias, C., & Mata, M. (2016). Evaluación la severidad de la pudrición del tronco en *Gmelina arborea* Roxb. *Mesoamericana KURÚ*, 13-32. Recuperado de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/2547>