

# MUESTREO DE ENFERMEDADES VASCULARES E INSECTOS BARRENADORES ASOCIADOS A TECA (*Tectona grandis* L.f.) Y ALTERNATIVAS PARA SU MANEJO



MANUAL TÉCNICO No. 109



Apoyo de la Unión Europea al  
desarrollo del **Talento Humano,**  
**Innovación y Transferencia** de  
Tecnología en el Ecuador



Financiado por  
la Unión Europea



**MUESTREO DE ENFERMEDADES VASCULARES E INSECTOS  
BARRENADORES ASOCIADOS A TECA (*Tectona grandis* L.f.) Y  
ALTERNATIVAS PARA SU MANEJO**

## **Muestreo de Enfermedades Vasculares e Insectos Barrenadores Asociados a Teca (*Tectona grandis* L.f.) y Alternativas para su Manejo**

---

### **AUTORIDADES**

Lenín Boltaire Moreno Garcés, Lic.  
*Presidente de la República del Ecuador*

Xavier Enrique Lazo Guerrero, Ing.  
*Ministro de Agricultura y Ganadería*

Juan Manuel Domínguez Andrade, Ph.D.  
*Director Ejecutivo del INIAP*

Carlos Alberto Molina Hidrovo, Mg.  
*Director Estación Experimental Tropical Pichilingue*

Eddie Ely Zambrano Zambrano, M.C.  
*Director Estación Experimental Portoviejo*

---

### **REVISIÓN TÉCNICA**

#### **Interna**

Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Portoviejo (EEP): M.C. Eddie Zambrano, Ing. Daniel Alarcón, Mg. Benny Avellán, M.Sc. Gloria Cobeña. Dirección de Gestión del Conocimiento Científico. Dirección de Transferencia de Tecnología del INIAP.

#### **Revisión por pares externos**

- Ramón Jaimez Arellano, Ph.D. (Venezuela). Doctor en Ecología Tropical por la Universidad de los Andes con experiencia en Ecofisiología, Agroecología y Agroforestería. Profesor de la Universidad Técnica de Manabí-Ecuador. Profesor Jubilado de la Universidad de Los Andes (Venezuela) y ex docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ecuador).
- Miguel Guara Requena, Ph.D. (España). Doctor Graduado en Fitocenología en la Universidad de Valencia. Profesor titular de la Universidad de Valencia, Departamento de Botánica y Geología. Director del Máster propio de la Universidad de Valencia en Control y Gestión de Plagas.

# MUESTREO DE ENFERMEDADES VASCULARES E INSECTOS BARRENADORES ASOCIADOS A TECA (*Tectona grandis* L.f.) Y ALTERNATIVAS PARA SU MANEJO

Danilo Vera Coello  
Ernesto Cañarte Bermúdez  
Bernardo Navarrete Cedeño  
Karina Solís Hidalgo  
Xavier Muñoz Conforme  
Víctor Cevallos Sandoval  
Edwin Borja Borja

**MANUAL TÉCNICO No. 109**

**2019**



## Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas, Quito - Ecuador

Teléfono: 593-2- 256 7645

Correo electrónico: [iniap.@iniap.gob.ec](mailto:iniap.@iniap.gob.ec)

[www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)

Vera, D.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Solís, K.; Muñoz, X.; Cevallos V.; y, Borja, E. 2019. *Muestreo de enfermedades vasculares e insectos barrenadores asociados a teca (**Tectona grandis** L.f.) y alternativas para su manejo*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. 1ra. Ed. Octubre, 2019.

ISBN: 978-9942-22-469-9

Derecho de Autor SENADI No.: 057545

### Autores

**Daniilo Vera, Ph.D.; Karina Solís, Ph.D.; Edwin Borja, M.Sc.** Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento Nacional de Protección Vegetal. Km 5 vía Quevedo-El Empalme, cantón Mocache, Los Ríos. Teléfonos: 593 5 2783128 / 593 5 2783044 / 593 5 2783138. Correo electrónico: [pichilingue@iniap.gob.ec](mailto:pichilingue@iniap.gob.ec)

**Ernesto Cañarte, Ph.D.; Bernardo Navarrete, M.Sc.; Xavier Muñoz, Mg.** Estación Experimental Portoviejo, Departamento Nacional de Protección Vegetal. Km 12 vía Portoviejo-Santa Ana, cantón Portoviejo, Manabí. Teléfono: 593 5 2420317. Correo electrónico: [portoviejo@iniap.gob.ec](mailto:portoviejo@iniap.gob.ec)

**Víctor Cevallos Sandoval, M.Sc.** Estación Experimental Santo Domingo, Programa de Forestería y Caucho. Km 38 Vía Santo Domingo - Quinindé, cantón La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas. Teléfonos: 593 2 2725339 / 593 2 2726806. Correo electrónico: [santodomingo@iniap.gob.ec](mailto:santodomingo@iniap.gob.ec)

*Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial, sin autorización de los Autores.*

*“Este documento se ha realizado con la ayuda financiera de la Unión Europea, a través de la AECID. Las opiniones expresadas en el mismo no representan necesariamente la opinión oficial de la Unión Europea ni de la AECID”.*

### Diseño Editorial, Diagramación e Impresión:



Editorial Mendieta | Valladolid N24 - 174 y Madrid | Quito - Ecuador

Tel.: (593)2 2502 466 | [editorialmendieta@grupomendieta.com](mailto:editorialmendieta@grupomendieta.com)

[www.grupomendieta.com](http://www.grupomendieta.com)

Miembro de la Cámara Ecuatoriana del Libro Reg. No. 620

Dirección General: Dr. Angel Mendieta Reyes

Maquetación: Pablo Mendieta Bustos

Impreso en Ecuador | Printed in Ecuador



# Agradecimiento

**L**os autores de la presente publicación expresan su agradecimiento, a las autoridades del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Dr. Juan Manuel Domínguez, Director Ejecutivo y Dr. José Luis Zambrano, ex Director de la Gestión del Conocimiento Científico, por su decidido apoyo al Proyecto 2017/SPE/0000400109 “Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”.

A los técnicos especialistas del INIAP que participaron en la prospección realizada durante el año 2015 en plantaciones de teca en el Litoral ecuatoriano, información que sirvió de base para la redacción del presente documento.

Al Dr. Wills Flowers, taxónomo coleopterista de la Florida Agricultural and Mechanical

University, por su contribución en la identificación taxonómica de los insectos encontrados en los recorridos de evaluación.

Al Gobierno Nacional de la República del Ecuador, a través de la Subsecretaría de Producción Forestal (SPF) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), por el apoyo brindado en la coordinación interinstitucional con el INIAP y la participación de la empresa privada, para realizar las visitas técnicas a plantaciones comerciales de teca en el Litoral ecuatoriano.

A la Asociación Ecuatoriana de Productores de Teca y Maderas Tropicales (ASOTECA), por coordinar y permitir el ingreso a las plantaciones de teca visitadas por el equipo multidisciplinario de especialistas del INIAP.

Un reconocimiento especial a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) por el financiamiento de esta publicación, en el marco del proyecto 2017/SPE/0000400109 “Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”.

Al Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Portoviejo, a la Dirección de Gestión del Conocimiento Científico y a la Dirección de Transferencia de Tecnología del INIAP por sus aportes a este documento.

Así mismo queremos expresar nuestra gratitud a los revisores externos por su acertada contribución en el enriquecimiento de este manual.

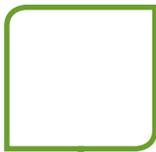


# Presentación

**L**a teca (*Tectona grandis* L.f.), considerada por muchos como la “Reina de las Maderas”, es un producto forestal muy demandado mundialmente, se usa en la fabricación de barcos, muebles, molduras, perfiles, recubrimiento de interiores, artesanías, entre otros. En Ecuador su superficie sembrada se ha incrementado sustancialmente, lo que la convierte en un rubro forestal importante pues representa un ingreso anual de aproximadamente 37 millones de dólares, provenientes de la exportación de alrededor de 281.000 TM anuales. Sin embargo, el incremento de la superficie sembrada también trae consigo el aumento de organismos que provocan la aparición de nuevos problemas fitosanitarios de etiología desconocida, como las enfermedades vasculares, entre las que se cita la enfermedad “Muerte regresiva”, causante de la pérdida de árboles, con graves repercusio-

nes en la producción de la madera. Esta realidad incentivó a profesionales del Departamento de Protección Vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a escribir este manual, cuya estructura permite informar al lector acerca del cultivo de teca y su importancia en Ecuador, para posteriormente adentrarse en el monitoreo fitosanitario, brindando las herramientas adecuadas para realizar un correcto diagnóstico de enfermedades vasculares e insectos asociados a la dispersión de la “Muerte regresiva” en las plantaciones ecuatorianas, con la respectiva descripción de los mismos y algunas recomendaciones preliminares para su manejo. Este documento es una herramienta de consulta para productores, técnicos, extensionistas, estudiantes e investigadores que deseen ampliar sus bases en la identificación adecuada y oportuna de enfermedades vasculares en las plantaciones de teca y sus insectos asociados, contribuyendo de este modo a la aplicación de medidas preventivas para disminuir su efecto adverso.

*Los autores*



## Resumen

**L**a teca (*Tectona grandis* L.f.) es una especie forestal importante para la economía ecuatoriana por los ingresos de divisas que genera su exportación, su siembra ha sido incentivada por programas estatales de fomento debido a sus buenas características maderables que la convierten en un rubro de alto valor comercial; su producción se ve amenazada por un nuevo problema fitosanitario, conocido como “Muerte regresiva”, enfermedad vascular que ha ocasionado importantes daños económicos a los productores por la pérdida de árboles y cuya etiología se desconoce. En el año 2015 se formó un equipo multidisciplinario de investigadores del INIAP para determinar la magnitud y posibles causas del problema, este equipo visitó plantaciones comerciales de teca en las provincias de Guayas, Manabí, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas y El Oro, donde se recolectaron muestras de tejido enfermo e insectos barrenadores en árboles sanos y afectados. Como producto de este muestreo se

encontraron varios organismos asociados a esta dolencia. En el caso de los hongos, se determinó la prevalencia de *Ceratocystis* spp., *Lasiodiplodia* spp. y *Fusarium* spp., mientras que en troncos con presencia de galerías, se hallaron géneros de insectos de la familia Curculionidae, subfamilia Scolytinae como *Xyleborus* spp. y *Coptoborus* spp., que están reportados en la literatura como posibles dispersores de este tipo de problemas. Este documento explica las metodologías empleadas para realizar los muestreos fitosanitarios y en base a los resultados del mismo, presenta recomendaciones preliminares para disminuir la presencia y dispersión de “Muerte regresiva” en Ecuador.

## SUMMARY

Teak (*Tectona grandis* L.f.) is an important forest species for the ecuadorian economy, due to the foreign currency income generated by its exports. The teaks's sowing has been promoted by its good timber quality that make it a product with high commercial value. Its production is threatened by a new phytosanitary problem known as “Muerte regresiva”, a vascular disease that has caused significant economic damage to producers by the loss of trees and whose etiology is still unknown. In 2015, a multidisciplinary task team of INIAP researchers was formed to determine the magnitude and possible causes of the problem. This team visited commercial teak plantations in the provinces of Guayas, Manabí, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas and El Oro, where samples of diseased tissue and wood-boring insects were collected from healthy and affected trees. As a product of this survey, it was found prevalently the fungi *Ceratocystis* spp., *Lasiodiplodia* spp. and *Fusarium* spp. In trunks with galleries, insects of the family Curculionidae subfamily Scolytinae were found, such as *Xyleborus* spp. and *Coptoborus* spp. which are reported in the literature as possible dispersers of this type of problems. This document explains the methodologies used to carry out this phytosanitary survey and presents preliminary recommendations to reduce the presence and dispersion of “Muerte regresiva” in Ecuador.

# Tabla de Contenidos

	<b>Pág.</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b>	21
<b>2. EL CULTIVO DE TECA</b>	27
2.1. Origen y situación actual	27
2.2. Descripción botánica	29
<b>3. LA TECA EN ECUADOR</b>	33
3.1. Requerimientos edafoclimáticos	34
3.2. Zonas productoras	35
<b>4. MONITOREO FITOSANITARIO EN PLANTACIONES COMERCIALES DE TECA</b>	39
4.1. Importancia del monitoreo fitosanitario	39
4.1.1. Fundamentos del monitoreo	42
4.1.2. Consideraciones previas al muestreo	43
4.1.3. Técnicas de muestreo	44
4.1.4. Unidad y tamaño del muestreo	49
4.1.5. Frecuencia de muestreo	50
4.2. Medición de enfermedades	52
4.2.1. Evaluación de la incidencia	52
4.2.2. Evaluación de la severidad	52
4.3. Diseminación de la enfermedad	56
4.4. Registro de información	57
<b>5. PROBLEMAS FITOSANITARIOS ASOCIADOS A ENFERMEDADES VASCULARES ENCONTRADOS EN PLANTACIONES DE TECA EN EL LITORAL ECUATORIANO</b>	59
5.1. Reconocimiento de sintomatología	59

5.2.	Recolecta de muestras para análisis fitopatológicos	62
5.2.1.	Muestreo sistemático de rodajas	62
5.2.2.	Muestreo dirigido a puntos específicos de infección	65
5.2.3.	Identificación y traslado de muestras para análisis en laboratorio	65
5.2.4.	Procedimiento para aislamiento de microorganismos en laboratorio	65
5.2.5.	Purificación, identificación y conservación de aislados	68
5.3.	Visualización de síntomas internos en árboles con problemas vasculares	69
5.4.	Hongos asociados a problemas vasculares	70
<b>6.</b>	<b>PRINCIPALES BARRENADORES ENCONTRADOS EN PLANTACIONES DE TECA AFECTADAS CON MUERTE REGRESIVA</b>	<b>73</b>
6.1.	Muestreo	73
6.2.	Descripción de insectos barrenadores de la teca	83
<b>7.</b>	<b>FACTORES QUE PREDISPONEN LA PRESENCIA DE PROBLEMAS VASCULARES E INSECTOS BARRENADORES</b>	<b>93</b>
<b>8.</b>	<b>ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES VASCULARES E INSECTOS BARRENADORES</b>	<b>99</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>107</b>
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>113</b>
	<b>ABREVIATURAS</b>	<b>120</b>
	<b>BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES</b>	<b>121</b>
	<b>CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS</b>	<b>130</b>

# Índice de Figuras

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Superficie sembrada con teca en los 10 principales países productores (Kollert y Cherubini, 2012)	28
<b>Figura 2.</b> Árbol de teca: a) aspecto general, b) tallo, c) hojas, d) inflorescencia, y e) flores y fruto.	30
<b>Figura 3.</b> Distribución de plantaciones de teca en el Ecuador. Elaborado por los autores con información de archivos de la SPF-2019.	37
<b>Figura 4.</b> Formas de dispersión de plantas enfermas en una plantación de teca: a) aleatoria, b) agregada, y c) regular.	45
<b>Figura 5.</b> Esquema del método de muestreo fitosanitario aleatorio (círculos amarillos) en plantación de teca.	46
<b>Figura 6.</b> Esquema de patrones de muestreo sistemático (línea amarilla) usados para el monitoreo de problemas fitosanitarios en plantaciones de teca: a) en diagonal, b) en zigzag, y c) en rombo.	47
<b>Figura 7.</b> Esquema de muestreo en áreas con interferencias (línea amarilla): a) cruce de carretera, b) cruce de río, y c) parcela irregular con pastos.	48
<b>Figura 8.</b> Esquema de muestreo estratificado basado en una previa selección de áreas con características de monitoreo: a) muestreo excluyendo área interna de plantación, y b) muestreo excluyendo área externa de plantación.	49
<b>Figura 9.</b> Síntomas de “Muerte regresiva” en teca: a) planta con síntoma inicial, clorosis en el tercio medio y superior y b) planta con síntomas avanzados, defoliación y necrosis general del tejido vegetal.	60
<b>Figura 10.</b> Proceso de la “Muerte regresiva” de una planta de teca: a) clorosis en el tercio superior y medio, b) emisión de brotes en el tercio inferior, c) necrosis del tejido en tercio superior y medio, emisión de brotes en el tercio inferior, y d) necrosis de toda la planta.	61

- Figura 11.** Distribución de plantas con síntomas de “Muerte regresiva” en campo, representado por cuadros rojos en los círculos. Los cuadros verdes corresponden a plantas sanas, cuadros amarillos corresponden a plantas con síntomas aparentes de la enfermedad, cuadros negros, plantas muertas por la enfermedad y cuadros azules a plantas marcadas para raleo. Cortesía Técnico Ever Sequeira, 2015. 63
- Figura 12.** Árbol de teca de dos años de edad con síntoma de “Muerte regresiva”, seccionado en rodajas cada 30 cm para determinar el inicio de la necrosis o entrada del patógeno y el progreso de la enfermedad en el fuste. 64
- Figura 13.** Muestreo dirigido a puntos específicos de infección: a) descortezamiento del fuste para observar el daño, y b) área de la albura afectada por mancha necrótica irregular. 64
- Figura 14.** Proceso de muestreo: a) identificación de un árbol con brotes muertos, b) corte para obtener rodajas, c) identificación de las muestras (rodajas), y d) traslado de muestras en caja térmica. 66
- Figura 15.** Procesamiento de muestras en laboratorio: a) corte para aislamiento en PDA, b) corte para aislamiento en sándwiches de zanahoria, c) aislamiento en PDA, y d) aislamiento en zanahoria. 67
- Figura 16.** Purificación y conservación de microorganismos aislados: a) *Fusarium* sp. aislado en PDA, b) *Ceratocystis* sp., aislado en sándwiches de zanahoria (aumento 40X), c) purificación de *Ceratocystis* sp., y d) conservación de *Fusarium* sp. 68
- Figura 17.** Corte transversal de un árbol de teca con el duramen y la albura afectados por la enfermedad. 69
- Figura 18.** Muestreo dirigido: a) raspado de corteza para búsqueda de perforaciones, y b) perforaciones provocadas por insectos barrenadores. 74
- Figura 19.** Muestreo dirigido: a) árbol en condiciones de ser revisado para búsqueda de galerías, y b) sección del tronco mostrando síntomas de la enfermedad y posibles vías de acceso. 75
- Figura 20.** Secciones de fuste de teca mostrando perforaciones provocadas por insectos de la madera: a) Perforación observada sobre corteza, y b) Perforación observada en albura. 75

<b>Figura 21.</b>	Revisión en laboratorio de las secciones de fuste de teca recolectadas en campo.	76
<b>Figura 22.</b>	Gran cantidad de galerías originadas de una sola perforación observada en el fuste de un árbol de teca.	76
<b>Figura 23.</b>	Estados biológicos de insectos barrenadores de la madera de teca de la subfamilia Scolytinae: a) huevos, b) larva, c) pupa, y d) adulto.	77
<b>Figura 24.</b>	Sección de fuste de teca con perforaciones causadas por insectos barrenadores.	79
<b>Figura 25.</b>	Secciones de fuste de teca: a) colocadas en estufa a 50 °C durante 48 horas, y b) recuperación de insectos barrenadores.	79
<b>Figura 26.</b>	Elaboración de trampa casera, para captura de insectos escolítinos, utilizando botella plástica reciclada, con una abertura de aproximadamente 9 x 17 cm.	80
<b>Figura 27.</b>	Colocación de atrayente (alcohol en gel -75% etanol-) en trampa para captura de insectos barrenadores Scolytinae asociados a plantaciones de teca.	80
<b>Figura 28.</b>	Trampa de botella plástica colocada en plantación de teca durante 24 horas, para captura de barrenadores Scolytinae asociados a plantaciones de teca.	81
<b>Figura 29.</b>	Insectos Scolytinae capturados en trampas con gel alcohol en plantaciones de teca.	81
<b>Figura 30.</b>	Síntomas internos de “Muerte regresiva” en troncos infestados con Scolytinae, a) perforación de barrenador, b) crecimiento micelial de hongo en galería, c) pigmentación provocada por hongos, y d) áreas necróticas.	82
<b>Figura 31.</b>	Diversidad de estados larvales y adultos de Scolytinae recolectados de las galerías de trozos de teca obtenidos de árboles con síntomas de “Muerte regresiva” en varias plantaciones del Litoral ecuatoriano.	85
<b>Figura 32.</b>	Sección de fuste de teca proveniente de una planta con síntomas de “Muerte regresiva”: a) con evidencia de presencia de una perforación ocasionada por insectos barrenadores de la madera de la familia Scolytinae, y b) sin evidencia de perforación ocasionada por insectos barrenadores de la madera.	86
<b>Figura 33.</b>	<i>Hypothenemus</i> sp. (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) perforaciones a nivel de la corteza provocadas por este barrenador, y b) espécimen adulto.	87

<b>Figura 34.</b> <i>Xyleborus</i> sp.1 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) larva alimentándose en galería, y b) larva y adulto de esta especie.	87
<b>Figura 35.</b> Adultos de <i>Coptoborus</i> sp. (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca.	88
<b>Figura 36.</b> <i>Xyleborus</i> sp.2 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) adulto barrenando en la galería, y b) adulto de esta especie.	88
<b>Figura 37.</b> Adulto de <i>Xyleborus</i> sp.3 (Curculionidae: Scolytinae): a) vista frontal, y b) vista dorsal.	88
<b>Figura 38.</b> Adulto de <i>Xyleborus</i> sp.4 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) vista lateral, y b) vista dorsal.	89
<b>Figura 39.</b> Adultos de <i>Xyleborus</i> sp.5 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca.	89
<b>Figura 40.</b> Adulto de <i>Xyleborus</i> sp.6 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) vista lateral, y b) vista dorsal.	89
<b>Figura 41.</b> <i>Neoclytus</i> sp. (Coleoptera: Cerambycidae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) galería provocada por la larva, y b) larva de este insecto.	91
<b>Figura 42.</b> Árboles con exudación en el fuste originado a partir de heridas.	94
<b>Figura 43.</b> Cortes innecesarios en plantaciones de teca durante la poda, que son vías de entrada de patógenos y atrayentes de insectos.	95
<b>Figura 44.</b> Corte transversal del fuste de un árbol de teca en el que se evidencia el ingreso de patógenos por las heridas laterales (flechas rojas).	96
<b>Figura 45.</b> a) Sintomatología de estado intermedio de desarrollo de muerte regresiva, y b) estado avanzado de desarrollo de la enfermedad.	97
<b>Figura 46.</b> Protección de heridas, a) uso de rodillo y caldo bordelés, y b) herida protegida.	101
<b>Figura 47.</b> Aplicación de mezcla de herbicida y fungicida en tocones de árboles talados por raleo o con problemas sanitarios, con el fin de evitar emisión de brotes o focos de infección de patógenos.	102
<b>Figura 48.</b> Trampa “Lindgren” de seis embudos usada para captura de coleópteros. (Foto cortesía de Ing. Agr. Bernardo Castro).	104

# Índice de Cuadros

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Distribución de plantaciones por región, provincia, número de plantaciones y área de cultivo según inventario de la Subsecretaría de Producción Forestal. Fuente: (Archivos SPF-2019).	36
<b>Cuadro 2.</b> Frecuencia de evaluación de problemas fitosanitarios en plantaciones forestales.	51
<b>Cuadro 3.</b> Determinación de la severidad de problemas fitosanitarios foliares basados en escala arbitraria.	52
<b>Cuadro 4.</b> Determinación de la severidad de problemas fitosanitarios vasculares basada en una escala arbitraria, que toma en cuenta el avance de los síntomas de la enfermedad.	54
<b>Cuadro 5.</b> Organismos fúngicos aislados <i>in vitro</i> , provenientes de muestras recolectadas en plantaciones de teca durante el año 2015.	71
<b>Cuadro 6.</b> Insectos barrenadores recolectados en muestras tomadas en plantaciones de teca con reportes de la presencia de “Muerte regresiva” en varias zonas del Litoral ecuatoriano 2015.	87

Árbol de Teca con síntoma de "Muerte regresiva"

# Antecedentes

El cultivo de teca *Tectona grandis* L.f. (Lamiaceae) se ha incrementado notablemente en la última década en Ecuador, como resultado del apoyo gubernamental canalizado a través del Programa de Reactivación Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), dando como resultado extensas áreas, dedicadas a la producción de esta especie forestal, cuya madera se utiliza para la construcción naviera, muebles y carpintería en general (Weaver, 1993), siendo la India el principal mercado de destino (ASOTECA, 2010).

Es importante considerar que, en la medida en que se incrementa la superficie forestada con una especie, en el tiempo, aumentan los riesgos de daños producidos por problemas fitosanitarios. Los árboles, como cualquier otra planta, son susceptibles de ataque de



organismos nocivos que pueden llegar a comprometer seriamente su sobrevivencia, desde un punto de vista económico, pueden causar un detrimento importante en la productividad y valor de los productos que se espera obtener de la especie (Sharma et al., 1985).

Durante los últimos años, en la América tropical, ha aumentado el número de especies de insectos, patógenos y otros organismos asociados a la teca, así como la intensidad de los daños causados por éstos (CATIE, 2013). Varios estudios, vinculan el incremento de la mortalidad por problemas fitosanitarios en plantaciones forestales, a eventos climáticos característicos de las zonas tropicales; estos eventos, afectan directamente la dinámica de las poblaciones de insectos y microorganismos patogénicos (Allen, 2009).

En Ecuador, a pesar del manejo realizado en las plantaciones de teca, se ha observado la presencia de una patología conocida por los productores como “Muerte regresiva”, que se está incrementando exponencialmente y que afecta a plantaciones en varias zonas del Litoral ecuatoriano. Este problema ocasiona la muerte de los árboles hasta en un 20% en algunas plantaciones afectadas (INIAP, 2015a). Inicialmente, sus síntomas podrían ser confundidos con el “síndrome del decaimiento de la teca”, enfermedad descrita por Arguedas et al. (2004) y Arguedas (2011), que está presente en varios países cultivadores de la especie forestal y es atribuida a factores climáticos y edafológicos.

Los síntomas asociados a la “Muerte regresiva” se inician con una clorosis en las hojas nuevas (dosel superior), seguido de una marchitez generalizada. Posteriormente, en las hojas ocurre una necrosis descendente y se produce una defoliación severa que inicia en el ápice y luego continúa hacia toda la planta. Al realizar un corte transversal del fuste, en la albura, en la mayoría de los casos se observa manchado color café rojizo, finalmente el árbol se seca completamente (INIAP, 2015b).

En el año 2015, un equipo multidisciplinario del INIAP, con el apoyo de la Asociación Ecuatoriana de Productores de Teca y Maderas Tropicales (ASOTECA) y la Subsecretaría de Producción Forestal (SPF) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), realizó un recorrido por varias zonas del Litoral ecuatoriano, con el objetivo de realizar un diagnóstico preliminar de la “Muerte regresiva” en teca.

Los hongos más frecuentes aislados en plantas con síntomas de la enfermedad fueron *Fusarium* sp., *Lasiodiplodia* sp., y *Ceratocystis* sp. (INIAP, 2015a). Estos organismos usualmente provo-

can marchitamiento que es un síntoma característico de enfermedades vasculares que suelen provocar la muerte de las plantas (Agrios, 2005). Este tipo de problemas puede implicar la interacción de dos o más patógenos (Ploetz, 2006).

Se recolectaron también insectos de la familia Curculionidae, subfamilia Scolytinae asociados a árboles enfermos y muertos. Estos coleópteros provocan perforaciones y galerías en los troncos donde depositan sus huevecillos, por lo que son considerados muy destructivos al incidir directamente en la calidad de la madera (Berrio, 1989). Dentro de este grupo de insectos, existen aquellos denominados “escarabajos de ambrosía”, cuyo hábito es cultivar hongos y son considerados un caso de simbiosis insecto-hongo. La eficiencia con la que estos Scolytinae pueden dispersar y transmitir patógenos letales de árboles es alarmante y su capacidad para invadir nuevas regiones ecológicas se está convirtiendo en una amenaza fitosanitaria a nivel mundial (INIAP, 2015a). La presencia de estos organismos en el cultivo de teca en Ecuador fue reportada por Flores-Velasteguí et al. (2010).

Los problemas fitosanitarios representan una amenaza para los productores forestales, que pueden comprometer seriamente la posibilidad de su exportación debido a las exigentes normativas fitosanitarias internacionales, por lo que el desarrollo de conocimientos en este campo y la difusión de los mismos, es fundamental dentro de la silvicultura de plantaciones y específicamente para la teca (Arguedas et al., 2004).

El INIAP, a través del Departamento de Protección Vegetal, durante varios años ha puesto al servicio de la comunidad el diagnóstico de problemas fitosanitarios; así como también, por medio de la investigación, ha desarrollado estrategias de

manejo ambientalmente amigables contra diferentes problemas relacionados con la sanidad vegetal, contribuyendo así a la alimentación y economía de las presentes y futuras generaciones.

En este documento técnico se presenta información sobre las técnicas de monitoreo utilizadas para la evaluación de la enfermedad “Muerte regresiva”, sus microorganismos e insectos asociados y se sugieren alternativas preliminares para su manejo.

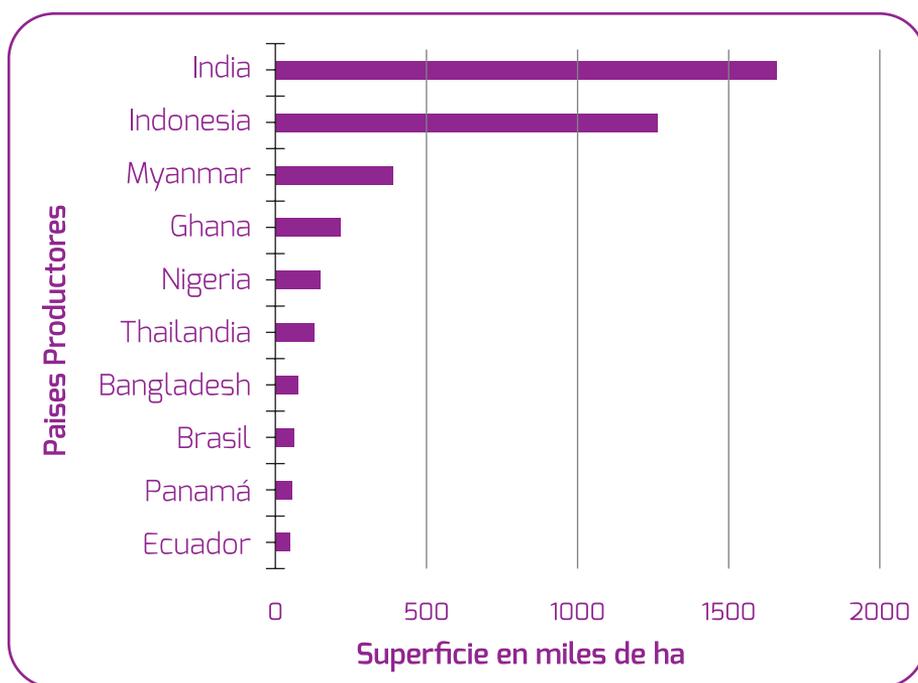


Plantación de Teca en época lluviosa en zonas de alta precipitación

Plantación establecida de Teca

## 2.1 Origen y situación actual

La teca tiene una amplia distribución natural en los bosques tropicales de la India, Myanmar, Tailandia y Laos; sin embargo, se presume que es originaria de Myanmar (Kaosa-ard, 1981; Méniaud, 1930 citado por Kertadikara y Prat, 1995). Los países con mayor área plantada de teca en el mundo son la India, Indonesia y Myanmar (Figura 1), siendo India, China y Tailandia los principales importadores de este recurso maderable. A partir de la prohibición de la explotación comercial de plantaciones de teca en Myanmar en 2014, se creó una oportunidad de mercado para países latinoamericanos como Ecuador, Costa Rica, Panamá, Colombia y Brasil, entre otros; situación que ha provocado un incremento en la demanda y mejora de los precios (FAO, 2015).



**Figura 1.** Superficie sembrada con teca en los 10 principales países productores (Kollert y Cherubini, 2012).



| *Plantación de teca en época seca en zonas de baja precipitación.*

## 2.2 Descripción botánica

La teca es una especie latifoliada que pertenece a la familia Lamiaceae. Es un árbol de fuste recto con corteza áspera y delgada de color claro, sin olor o sabor característico, su tamaño en América supera los 30 m (Chaves y Fonseca, 1991). Sin embargo, en su lugar de origen pueden alcanzar más de 45 m (Weaver, 1993). Sus hojas son grandes, distribuidas de manera opuesta, con peciolo gruesos, limbos membranáceos, nervios prominentes en ambas caras (López, 1977; Chaves y Fonseca, 1991), presenta inflorescencias en panículas erectas terminales que van desde 0,4 m. hasta 1,0 m. de largo. Sus flores son

de cáliz campanulado, de color amarillo verdoso, estilo blanco amarillento, más o menos pubescente con pelos ramificados, estigma blanco amarillento, ovario ovalado, aunque en algunos casos puede ser cónico, presenta alta pubescencia con cuatro celdas (Benthall, 1933; López, 1977). El fruto es subgloboso, algo tetrágono, aplanado, su exocarpo es delgado algo carnoso y su endocarpo grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que generalmente albergan una o dos semillas (Figura 2) (López, 1977; Chaves y Fonseca, 1991).



**Figura 2.** Árbol de teca: a) aspecto general, b) tallo, c) hojas, d) inflorescencia, y e) flores y fruto.



| *Hojas e Inflorescencias del árbol de Teca.*

Plantación joven



## La Teca en Ecuador

Esta especie fue introducida en el país desde Costa Rica hace más de 50 años, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, provincia de los Ríos (Suárez, 2010), donde se observó una adecuada adaptación, la cual, inicialmente fue considerada la fuente de semillas más importante para el resto de plantaciones del país. En los últimos años, los productores de teca están utilizando semillas foráneas consideradas “mejoradas” principalmente de Costa Rica. La superficie actual de teca plantada en Ecuador es de aproximadamente 45.000 ha, distribuidas en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas y Sucumbíos. Según registro de ASOTECA, en el año 2018 se exportaron cerca de 281.407,80 TM, que implicó un ingreso de \$ 37.565.668,02

### 3.1 Requerimientos edafoclimáticos

Conocer los requerimientos edafoclimáticos para el desarrollo de una plantación de teca es de gran importancia para su implementación, pues permite asegurar un desarrollo apropiado del cultivo, además de reducir el riesgo de problemas fitosanitarios. En este sentido, las condiciones agroecológicas adecuadas para el desarrollo del cultivo son: temperatura, comprendida entre 22 y 28 °C; precipitación anual de 1000 a 2200 mm, con una estación seca marcada de tres a seis meses; altitud entre 0 a 300 m s.n.m., siendo los mejores sitios aquellos con pendiente media (menor al 25%). Esta especie requiere suelos con pH neutro, profundidad superior a 90 cm, con alto conte-



| Rodal de teca.

nido de nutrientes especialmente calcio, fósforo y magnesio, de textura franco arcillosa a franco limosa, con buen drenaje, debido a que no tolera suelos arcillosos susceptibles a inundaciones (MAGAP, 2016; Pandey y Brown, 2000; González, 2004).

### 3.2 Zonas productoras

De las 45.000 ha sembradas con teca en Ecuador, la SPF mantiene un inventario de 970 plantaciones con un total de 14.180,47 ha registradas en el Plan de Incentivos del Programa de Reactivación Forestal del MAG (Cuadro 1), extendiéndose a lo largo del Litoral ecuatoriano, principalmente en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos,

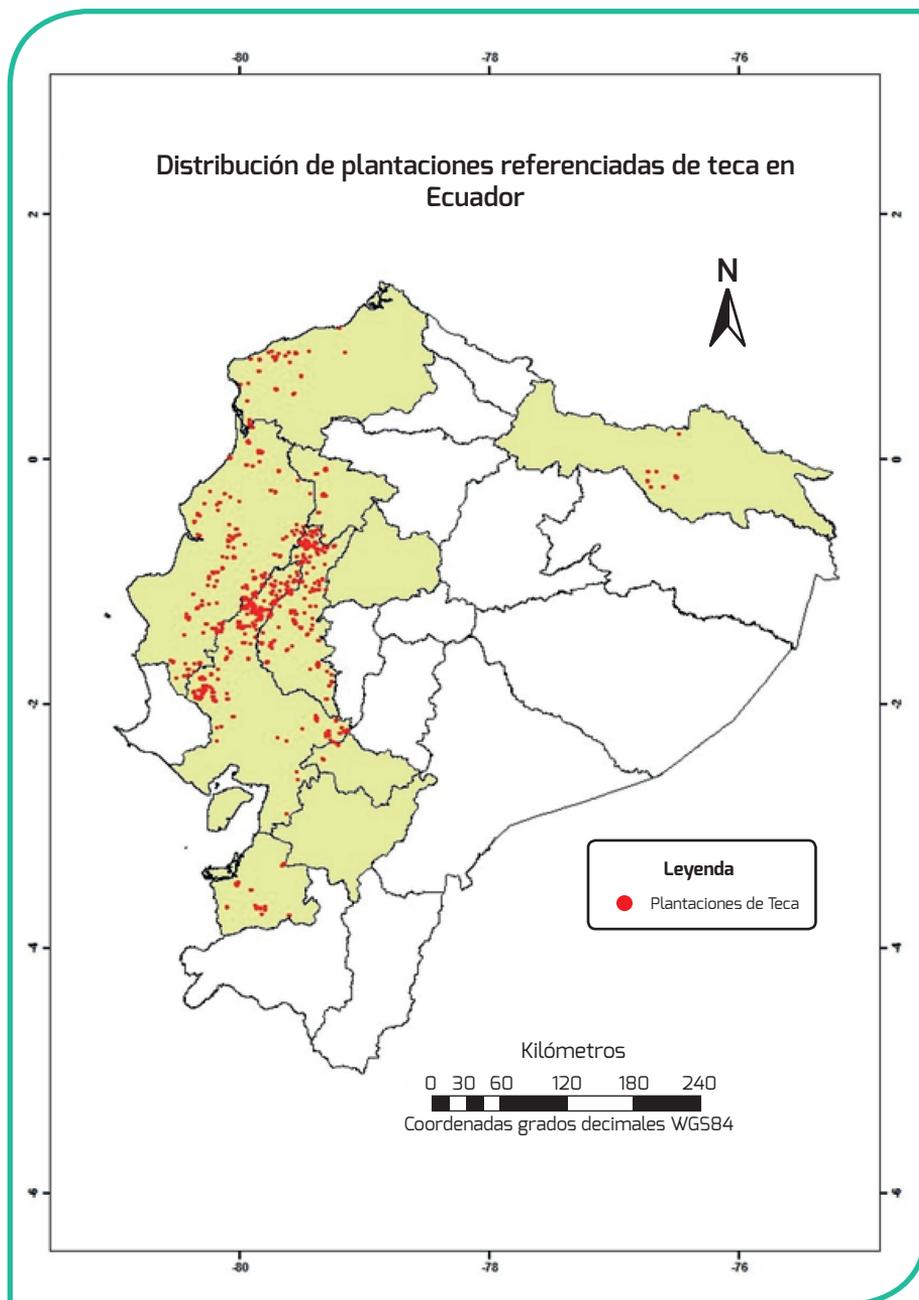


Guayas, Manabí y El Oro, así como también, en las zonas de estribación de algunas provincias de la región Sierra, como: Cotopaxi, Chimborazo, Cañar y Azuay; y, en algunas áreas de la Amazonía, principalmente en la provincia de Sucumbíos como se detalla en la Figura 3.

**Cuadro 1.** Distribución de plantaciones por región, provincia, número de plantaciones y área de cultivo según inventario de la Subsecretaría de Producción Forestal. Fuente: (Archivos SPF-2019).

Región	Provincia	No. de Plantaciones	Hectáreas
<b>Costa</b>	Esmeraldas	50	724,2
	Santo Domingo de los Tsáchilas	43	407,08
	Los Ríos	250	3.690,75
	Manabí	257	3.119,43
	Guayas	324	5.685,03
	El Oro	22	400,12
<b>Sierra</b>	Cotopaxi	2	4,86
	Cañar	2	91,53
	Azuay	3	2,13
	Chimborazo	3	11,24
<b>Amazonía</b>	Sucumbíos	14	44,1
<b>TOTAL</b>		<b>970</b>	<b>14.180,47</b>

**Fuente:** Archivos de la Subsecretaría de Producción Forestal, 2019.



**Figura 3.** Distribución de plantaciones de teca en Ecuador. Elaborado por los autores con información de archivos de la SPF-2019.

Arboles con sintoma de "Muerte regresiva"

# Monitoreo Fitosanitario en Plantaciones Comerciales de Teca

## 4.1 Importancia del monitoreo fitosanitario

Las plantaciones forestales pueden presentar una diversidad de problemas fitosanitarios que van desde marchitamientos (problemas vasculares), patógenos de raíces, troncos, ramas, follaje e incluso plantas parásitas, además de insectos barrenadores, insectos del suelo y follaje, que tiene que ser evaluada durante el desarrollo de la plantación. Sin embargo, dentro del manejo de problemas fitosanitarios en plantaciones forestales, una de las prácticas poco usadas es el monitoreo, el mismo que permite determinar la ocurrencia, tamaño, dirección e importancia de los cambios que se den en problemas fitosanitarios recurrentes, permitiendo conocer cuando aparecen o mejor aún, inferir cómo evolucionan en la plantación. Será importante tener en conside-

ración algunos aspectos del monitoreo, pudiéndose destacar aquellos como: el registro de la información base, las técnicas del muestreo, la unidad y tamaño de muestreo, frecuencia, tipo de problema fitosanitario presente, incidencia y severidad del problema y finalmente, el arreglo espacial para el monitoreo del problema fitosanitario.

El monitoreo consiste en observaciones o mediciones periódicas en el tiempo y es fundamental para tomar decisiones en la aplicación de una medida de control (Nagarajan y Ajai, 1988). La importancia del monitoreo ha sido comparada con la diagnosis, pues no sirve de nada conocer el patógeno de una enfermedad si no es posible cuantificar sus síntomas, resaltándose que la diagnosis y el monitoreo son dos funciones igualmente importantes (Kranz, 1988).



| Monitoreo fitosanitario.

Otro término que es frecuentemente usado es el muestreo fitosanitario, mismo que, a diferencia del monitoreo, consiste en realizar eventos de evaluación/medición esporádicos, sin llevar una secuencia de eventos determinada. Dentro de las ventajas de realizar monitoreo tenemos:

- Detectar problemas fitosanitarios emergentes.
- Detectar cambios en las poblaciones de organismos nocivos.
- Decidir medidas de manejo para problemas prevalentes (presentes por largo periodo de tiempo) o explosivos (elevada tasa de infección o infestación de un organismo).

Entre los problemas fitosanitarios que afectan a las plantaciones de teca, algunos de los más importantes son los provocados por hongos que perjudican el sistema vascular, causando



| *Vista panorámica de plantación.*

graves pérdidas económicas por la muerte de las unidades de producción. Usualmente estas enfermedades son transmitidas por insectos presentes en la plantación.

#### 4.1.1 Fundamentos del monitoreo

El monitoreo se fundamenta en el muestreo sistemático de una población. En este sentido, el muestreo es una manera de reunir información de una plantación, sin que sea necesario recorrerla por completo, si es mal conducido puede producir resultados de subestimación o de sobrestimación de la cantidad de enfermedad presente, por ende, perder el trabajo de evaluación, originando resultados del monitoreo que no se ajustan a lo observado en la población (Amorín, 1995), para ello es necesario considerar varios aspectos que puedan ayudar a realizar un monitoreo ajustado a la realidad, entre ellos tenemos:

**Manejo forestal de la plantación.** Es común observar plantaciones que tienen áreas que son manejadas de forma diferente, principalmente debido a condiciones topográficas y de suelo. En este caso, el muestreo y consecuente monitoreo debe realizarse en función de la variabilidad presente.

**Variación fenológica de la población.** Cuando existe uniformidad del estado de crecimiento de los árboles, se puede generalizar el muestreo, sin embargo, en caso que hubiera diferencias en el desarrollo, los registros del monitoreo deben ser independiente para cada área.

**Variaciones en la incidencia y severidad del problema fitosanitario.** Si previo al muestreo, se observan que existen áreas de una población/plantación con elevadas variaciones en la incidencia y/o severidad de un problema fitosanitario, es aconse-

jable realizar el muestreo por separado a fin de registrar dichas variaciones la cual nos permitirá tomar una medida de control también diferenciada y más ajustada al problema presente.

#### 4.1.2 Consideraciones previas al muestreo

Es necesario tener en cuenta varias consideraciones previas al inicio del muestreo fitosanitario:

##### 4.1.2.1 Materiales y equipos para muestreo

Para realizar un correcto muestreo, es necesario contar con algunos elementos que faciliten este proceso. El uso de estos y otros materiales estaría en función del objetivo que persiga el evaluador. Entre los más comunes tenemos:

- Croquis de campo
- Guía de cultivo
- Papel y lápiz
- Lupa
- Navaja/tijera/machete
- Bolsas de muestreo
- Trampas/cebos
- GPS
- Papel periódico
- Papel toalla
- Kit de primeros auxilios
- Agua potable
- Cámara fotográfica
- Desinfectantes para herramientas y calzado
- Aspirador entomológico/ frascos tapa rosca
- Motosierra

##### 4.1.2.2 Registro de información base

Una vez seleccionada la plantación a muestrear, es importante informar al propietario o responsable el objetivo del muestreo. Además, se completa una encuesta para obtener información relevante que permita realizar un diagnóstico más acertado. Se recomienda obtener información de:

- Propietario;
- Nombre del lote;
- Cultivo anterior;
- Cultivos adyacentes y áreas no cultivadas;
- Edad de plantación;
- Manejo forestal (poda, raleo, fertilización, otras);
- Características edafoclimáticas;
- Control fitosanitario;
- Información del material de siembra utilizado; y,
- Destino de la producción.

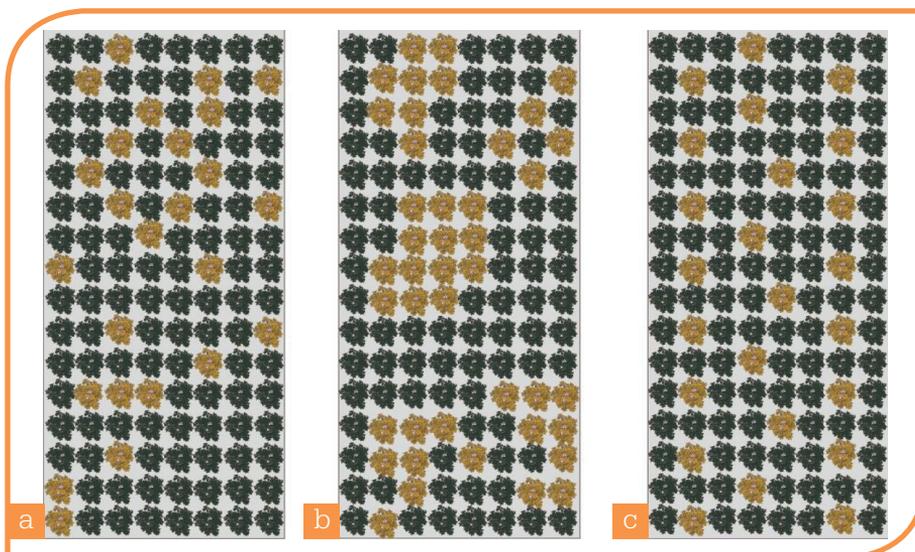
En cada plantación es aconsejable definir el número de puntos de muestreo y la intensidad del mismo, a fin de determinar detalles de las distancias y rumbos de los transectos. En caso de plantaciones mayores a 10 ha, se sugiere realizar los puntos de muestreo en varias parcelas. Para la selección de los puntos a evaluar, se deben escoger los más representativos, considerando aspectos como distribución del problema fitosanitario, uniformidad de la plantación, tipo de pendiente, fuentes de agua, entre otros.

### 4.1.3 Técnicas de muestreo

La selección del método o técnica de muestreo dependerá de la distribución espacial de la enfermedad en el campo y del objetivo del mismo. En este sentido, la determinación previa de la dispersión del problema (enfermedad) es un punto clave en el establecimiento de un plan de muestreo (Cochran, 1977). Esta información puede ser obtenida en levantamientos preliminares del campo a ser muestreado.

Entre los principales modelos de dispersión de las enfermedades tenemos dispersión aleatoria: cuando la distribución de los organismos ocurre al azar; dispersión en agregados: cuan-

do los organismos tienden a agruparse dentro de un campo; y dispersión regular: cuando los organismos están uniformemente distribuidos en una población (Figura 4).

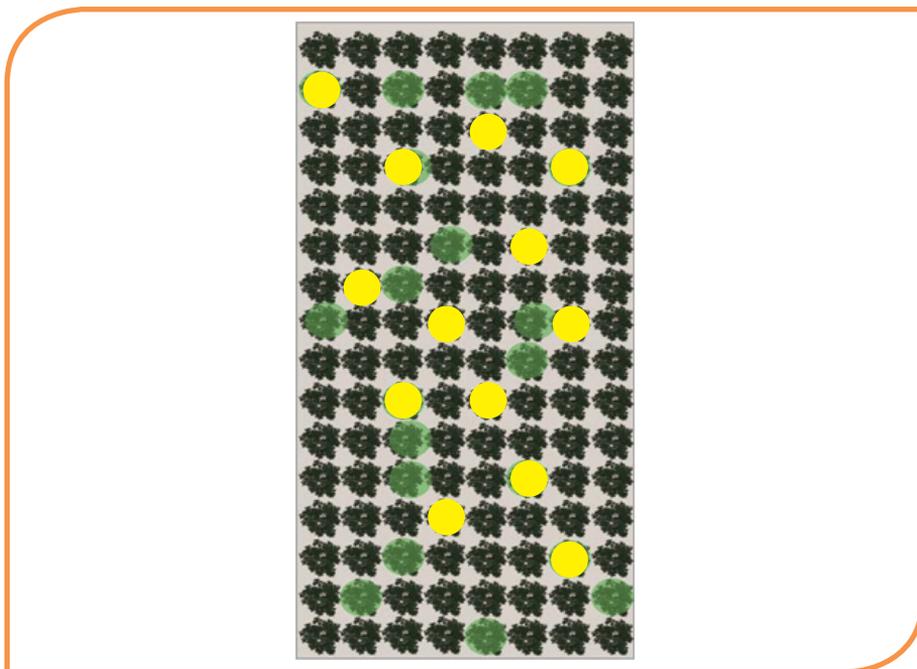


**Figura 4.** Formas de dispersión de plantas enfermas en una plantación de teca: a) aleatoria, b) agregada, y c) regular.

Para cada tipo de enfermedad se puede utilizar una técnica particular de muestreo. Entre las principales tenemos:

#### 4.1.3.1 Muestreo al azar (aleatorio)

Un muestreo al azar es recomendado para enfermedades que se distribuyen de manera uniforme en el campo (modelo de dispersión regular). Sin embargo, una distribución uniforme del problema rara vez ocurre, por tanto, el muestro al azar es usado con poca frecuencia (Figura 5).



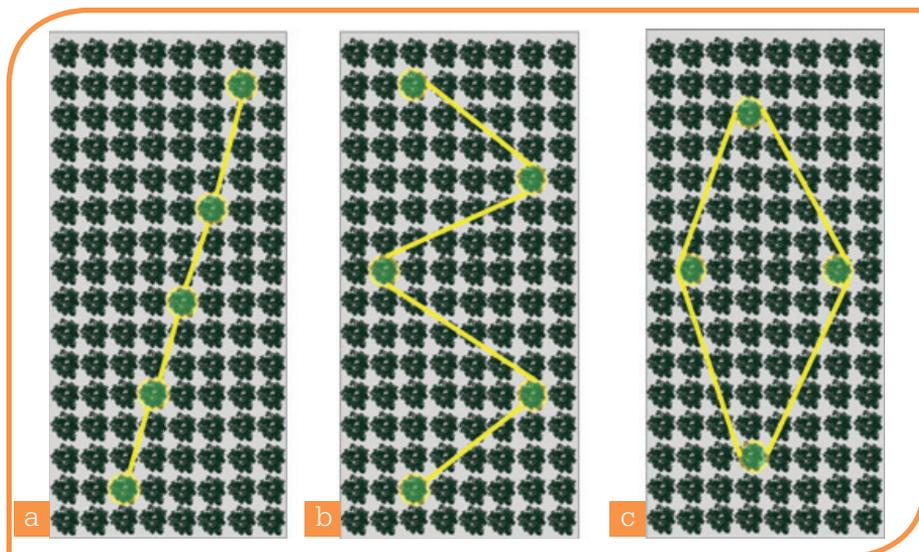
**Figura 5.** Esquema del método de muestreo fitosanitario aleatorio (círculos amarillos) en plantación de teca.

#### 4.1.3.2 Muestreo sistemático

En este muestreo se recolectan las muestras de una forma sistemática. Este tipo de muestreo es muy utilizado en trabajos que involucran la evaluación de enfermedades. En términos generales existen varias formas o “patrones” de muestreo sistemático, los mismos que pueden ser usados o ajustados, dependiendo de la extensión del área, topografía del terreno, tipo de plantación (Shepard y Ferrer, 1990).

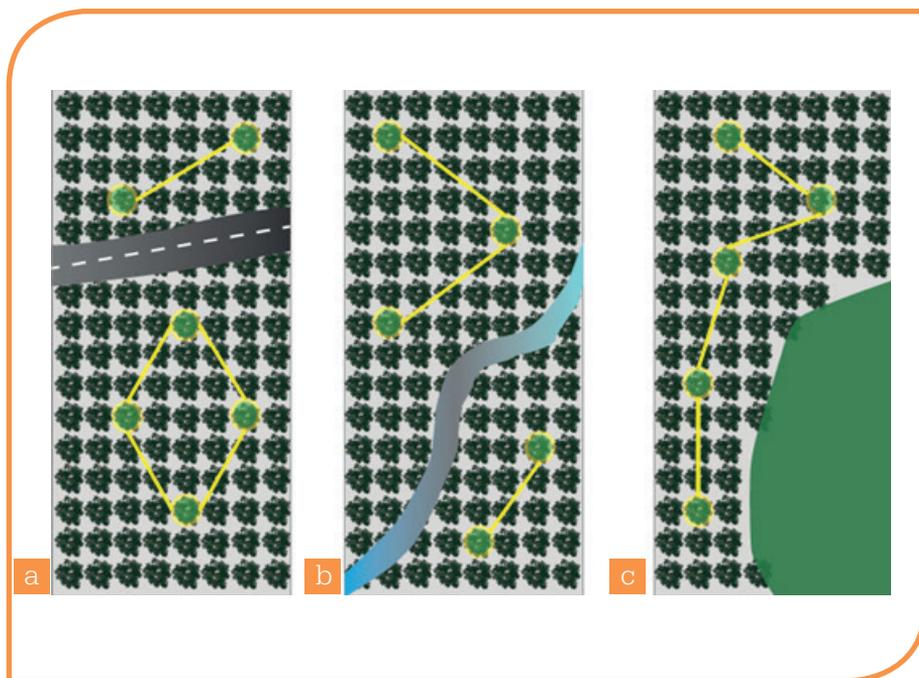
La Figura 6 muestra tipos o patrones que pueden ser utilizados para realizar un correcto muestreo: a) en diagonal, b) en zigzag y c) en rombo. El número de individuos a evaluar en

cada punto de muestreo puede variar dependiendo del criterio del evaluador. Además de los tres métodos de monitoreo presentados, existen otros patrones que pueden ser usados, en todo caso, el objetivo será obtener un muestreo representativo.



**Figura 6.** Esquema de patrones de muestreo sistemático (línea amarilla) usados para el monitoreo de problemas fitosanitarios en plantaciones de teca: a) en diagonal, b) en zigzag, y c) en rombo.

Es necesario tomar en cuenta que dentro del monitoreo, no se deben considerar las áreas de borde, divisiones de lotes, bordes de carretera y/o de plantación y, todas aquellas áreas fuera de tipo, que por alguna razón no representen la generalidad de la plantación (Figura 7). Por otro lado, el hecho de no incluir en el monitoreo en estas áreas, no significa que no deban ser revisadas, pues se puede obtener información importante referente a puntos focales de inicio de infección y/o de fuentes de inóculo.



**Figura 7.** Esquema de muestreo en áreas con interferencias (línea amarilla): a) cruce de carretera, b) cruce de río, y c) parcela irregular con pastos.

La plantación debe analizarse por unidades homogéneas, basado en criterios como tipo de material genético, edad fenológica, condiciones topográficas, procedencia del material (si fuere el caso), sistema de producción, etc.

#### 4.1.3.3 Muestreo estratificado

Esta técnica de muestreo es recomendada cuando la población a muestrear es heterogénea. En este caso, la población debe ser dividida en estratos homogéneos a fin de reducir la variabilidad y aumentar la exactitud de la evaluación (Figura 8). Realizar una correcta estratificación permite obtener mejores estimados y reducir el error de muestreo.



**Figura 8.** Esquema de muestreo estratificado basado en una previa selección de áreas con características de monitoreo: a) muestreo excluyendo área interna de plantación, y b) muestreo excluyendo área externa de plantación.

#### 4.1.4 Unidad y tamaño del muestreo

La unidad de muestreo debe ser definida tomando en cuenta el objetivo del levantamiento. En este sentido, si la finalidad del muestreo es para obtener datos y estimar daños o pérdidas, la unidad de muestreo debe ser el órgano afectado del árbol donde los niveles de infección puedan ser correlacionados con la reducción de la producción. En el caso que el objetivo sea estimar la ocurrencia de enfermedades en una región, el árbol debe ser tomado como unidad de muestreo. Para el caso de programas de previsión de problemas fitosanitarios (pre-aviso), la unidad

de muestreo pasa a ser el órgano de la planta más susceptible al organismo nocivo en un determinado momento.

El tamaño de la muestra, además del objetivo del levantamiento, dependerá del modelo de dispersión del problema, de la disponibilidad del tiempo, recurso y del nivel de precisión deseado, por lo tanto, el tamaño ideal de un muestreo puede variar con cada situación particular.

#### 4.1.5 Frecuencia de muestreo

La frecuencia del muestreo puede variar y estará en función de:

- a) **Tipo de información que se desee obtener.** Dependerá del objetivo del evaluador, por ejemplo, para determinar los procesos infecciosos, las frecuencias de muestreo deben ser relativamente cortas (quincenal, mensual). En el caso de insectos, para establecer la dinámica temporal se sugieren frecuencias mensuales de evaluación.
- b) **Tipo de problema fitosanitario presente.** Existen microorganismos patógenos con una muy elevada capacidad de colonización y por ende, pueden causar infección y expresión de síntomas en un tiempo relativamente corto, mientras que otros patógenos, como es el caso de aquellos que producen infecciones vasculares, el proceso de infección y colonización es relativamente lento, para este caso las frecuencias de muestreo se pueden extender a periodos más largos. En el caso de insectos barrenadores, considerando su ciclo biológico se estima adecuado realizar evaluaciones en periodos cortos.

El cuadro 2, muestra los posibles tipos de problemas fitosanitarios presentes en plantaciones forestales con sus frecuencias relativas de evaluación según experiencias de los autores.

**Cuadro 2.** Frecuencia de evaluación de problemas fitosanitarios en plantaciones forestales.

No.	Tipo de problema fitosanitario	Frecuencia de evaluación*
	<b>Microorganismos</b>	
1	Marchitamientos (problemas vasculares)	Trimestral/semestral
2	Patógenos de raíces	Semestral
3	Patógenos de troncos, ramas	Mensual/trimestral
4	Patógenos de follaje	Mensual/semestral
5	Plantas parásitas	Trimestral/semestral
	<b>Insectos</b>	
6	Insectos barrenadores	Mensual
7	Insectos del suelo	Trimestral/semestral
8	Insectos del follaje	Trimestral

\* Los tiempos estimados, pueden variar dependiendo de la incidencia e intensidad del daño presente.

## 4.2 Medición de enfermedades

### 4.2.1 Evaluación de la incidencia

La incidencia de problemas fitosanitarios, determina el grado de presencia de una enfermedad en un lugar o área(s) determinado(s). Generalmente su resultado se expresa en porcentaje y no indica el grado de ataque del problema fitosanitario (Madden y Hughes, 1999). Para el efecto, la incidencia (en porcentaje) se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de plantas con el síntoma}}{\text{Número total de plantas evacuadas}} \cdot 100$$

### 4.2.2 Evaluación de la severidad

La severidad de problemas fitosanitarios se refiere al grado de intensidad de ataque de un problema/enfermedad determinado. Su forma de evaluación puede variar según su tipo:

- a) **Evaluación de severidad para problemas foliares.** - En este caso se determinará usando la escala arbitraria de severidad de acuerdo al porcentaje de follaje afectado por árbol (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Determinación de la severidad de problemas fitosanitarios foliares basados en escala arbitraria.

Valor	Porcentaje de daño	Categoría de daño
0	0	Sano
1	0,1 – 25	Muy bajo
2	26 – 50	Bajo
3	51 – 75	Medio
4	76 – 100	Alto

- b) **Evaluación de severidad para problemas vasculares.**- Es importante tomar en cuenta que la severidad de problemas vasculares es un parámetro epidemiológico difícil de medir y/o cuantificar, puesto que una vez que la planta está infectada, la enfermedad se distribuye por toda la planta a través de los vasos de conducción (sistema vascular). Sin embargo, es posible determinar el grado de avance del problema, para ello, el uso de escalas arbitrarias es lo más recomendado. Como ejemplo, en el cuadro 4, se muestra una escala de intensidad de cuatro categorías de daño, basados en avances o expresión de los síntomas en los árboles.

**Cuadro 4.** Determinación de la severidad de problemas fitosanitarios vasculares basada en una escala arbitraria, que toma en cuenta el avance de los síntomas de la enfermedad.

No.	Categoría de daño	Fotografía
1	Hojas apicales cloróticas (amarilleamiento)	

No.	Categoría de daño	Fotografía
2	Presencia abundante de brotes en parte basal del fuste	 A photograph showing a teak tree in a plantation. The tree has a thick, dark trunk and a dense canopy of green leaves. At the base of the trunk, there are several small, upright sprouts emerging from the ground, indicating a high density of new growth.
3	Aumento de clorosis, defoliación, presencia de brotes necrosados (ramas muertas)	 A close-up photograph of a teak tree branch. The leaves are dark green, but there are noticeable areas of yellowing (chlorosis) and some leaves are missing (defoliation). At the top of the branch, there are several small, upright sprouts that appear to be dead or necrotic, with a brownish, shriveled appearance.

No.	Categoría de daño	Fotografía
4	Hasta 50% de follaje necrosado	 A photograph of a young teak tree in a plantation. The tree has a thin trunk and a dense canopy of green leaves. There is a noticeable amount of brown, necrotic leaf material interspersed among the green leaves, particularly towards the top of the canopy. The background shows a clear blue sky and other trees in the distance.
5	> 50% de árbol necrosado (árbol muerto)	 A photograph of a teak tree in a plantation that is mostly dead. The tree's trunk is thin and appears to be a dead branch or a very young tree that has died. The canopy is sparse, with only a few green leaves remaining. The background shows other trees in the plantation under a clear blue sky.

Es importante considerar, que el parámetro epidemiológico de severidad en enfermedades vasculares es utilizado en la mayoría de los casos para determinar o conocer estados evolutivos del problema, pero no establece el grado de avance, puesto que es complejo determinar el grado interno de afectación de los árboles enfermos.

- c) **Evaluación de severidad para plantas parásitas.**- En este caso, se determinará en grado o porcentaje de cubrimiento de la planta parásita al árbol.

### 4.3 Diseminación de la enfermedad

Para que un organismo logre infectar una planta, es necesaria la llegada de propágulos constituidos por partículas, células, estructuras especializadas y otras formas capaces de producir infección en el tejido sano. Este material es llamado inóculo. Por lo tanto las esporas, esclerocios, micelio, células bacterianas, nematodos, semillas de plantas parásitas y cualquier material propagativo del patógeno constituyen el inóculo (Agrios, 2005).

Para que el inóculo sea producido se requiere de ciertas condiciones ambientales que propicien el desarrollo de los procesos reproductivos sexuales o asexuales, siendo la temperatura y la humedad relativa elevadas las más determinantes. Es necesario que la fuente del inóculo no haya sido invadida por controladores biológicos capaces de eliminar o reducir la cantidad de éste (Nagarajan y Ajai, 1988).

La diseminación del inóculo puede darse de forma activa o pasiva. Para el primer caso, intervienen directamente patógenos utilizando sus propios movimientos o mecanismos para

transportar propágulos. Esta forma se da en nematodos, bacterias, hongos productores de zoosporas, hongos productores de rizomorfos o micelio, así como también en plantas parásitas. Ciertos hongos y plantas parásitas tienen mecanismos por medio de los cuales disparan esporas y semillas lejos de donde se encuentran, sin embargo, estos son muy limitados y tienen poca importancia.

Las formas de diseminación más importantes son las pasivas en las que intervienen el agua, los insectos, otros animales y el hombre.

#### **4.4 Registro de Información**

Otro aspecto importante del monitoreo de enfermedades en plantaciones comerciales, es el registro de información, la cual va a depender de la especie a evaluar y de las condiciones que se den en cada caso. Es muy difícil determinar una única forma de registro, pues esta debe ser desarrollada en base al criterio del evaluador. Como se describe en la sección 4.1.2.2.

Sintomatología interna de árbol afectado con "Muerte regresiva"



## Problemas Fitosanitarios Asociados a Enfermedades Vasculares Encontrados en Plantaciones de Teca en el Litoral Ecuatoriano

**A** continuación, se resume las experiencias obtenidas de varios muestreos fitosanitarios realizados en fincas de productores de teca en varias provincias del Litoral ecuatoriano durante el año 2015 (INIAP, 2015a).

### 5.1 Reconocimiento de sintomatología

El reconocimiento visual de la(s) área(s) afectadas y la sintomatología producida por enfermedades vasculares, es el primero y uno de los más importantes pasos a considerar dentro del monitoreo fitosanitario. Para ello, se puede usar una de las técnicas descritas en la sección 4.1.3. Una vez determinada el área de muestreo, se procede a realizar un reconocimiento de síntomas considerados iniciales, que consisten en clorosis (amarilleamiento), que en la mayoría de los casos se

inicia en el ápice de la planta, aunque en algunas ocasiones se puede observar clorosis inicial en el tercio medio. A medida que continúa la enfermedad, la clorosis se generaliza en toda la planta; en estados avanzados se produce defoliación que se inicia en el ápice y progresa hacia el tercio inferior de la planta (Figura 9).



**Figura 9.** Síntomas de “Muerte regresiva” en teca: a) planta con síntoma inicial, clorosis en el tercio medio y superior, y b) planta con síntomas avanzados, defoliación y necrosis general del tejido vegetal.

Otra característica observada en las plantas afectadas, es la abundante emisión de brotes laterales en el tercio medio o inferior del árbol, como respuesta de sobrevivencia de la planta, observándose en la parte superior una acentuada clorosis acompañada de flacidez del follaje, defoliación y posterior ne-

crisis o muerte de tejidos. En estados avanzados de desarrollo de la enfermedad, se evidencian árboles muertos, debido a la afectación del tejido vascular (Figura 10).



**Figura 10.** Proceso de la “Muerte regresiva” de una planta de teca: a) clorosis en el tercio superior y medio, b) emisión de brotes en el tercio inferior, c) necrosis del tejido en tercio superior y medio, emisión de brotes en el tercio inferior, y d) necrosis de toda la planta.

Basados en los mapeos y registros de plantaciones, se evidenció que la mortalidad de árboles se presentó entre un 5,2% en plantaciones de 2,5 años de edad, hasta más del 30% en plantaciones mayores a seis años. Es necesario aclarar que estas estadísticas se basaron en sintomatología visible.

Tomando en cuenta la sintomatología de la enfermedad de “Muerte regresiva” en teca, usando información de una plantación comercial afectada, se elaboró la Figura 11 que muestra la dispersión de árboles enfermos, que presenta una distribución espacial agregada (focos infecciosos).

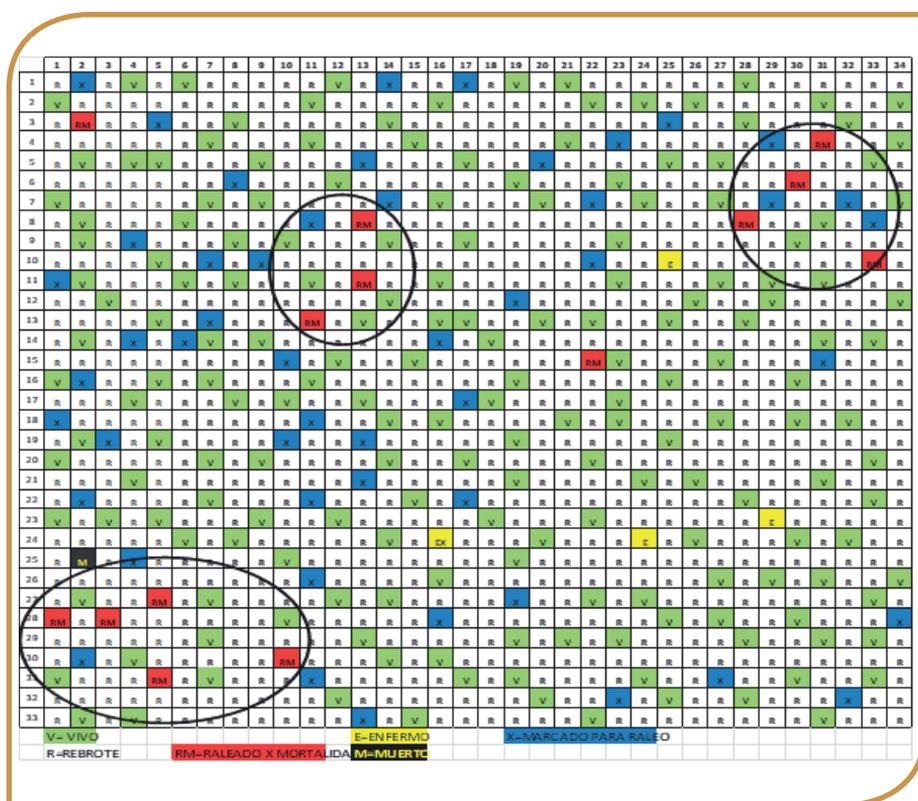
## **5.2 Recolecta de muestras para análisis fitopatológicos**

La toma de muestras se debe realizar en forma dirigida, buscando árboles con síntomas iniciales de la enfermedad, con el objetivo de obtener pistas referente al proceso inicial de infección y con menor contaminación, pues el tejido necrosado (estado avanzado de infección), podría estar invadido por otros microorganismos oportunistas. Una vez identificado el árbol (previo el seguimiento del proceso de monitoreo explicado en punto 4.1.3 y 4.1.4) se pueden realizar según las necesidades dos tipos de recolecta de muestras: i) muestreo sistemático de rodajas y ii) muestreo dirigido a puntos de infección.

### **5.2.1 Muestreo sistemático de rodajas**

Este método es utilizado cuando en el árbol escogido no está definida el área con síntomas aparentes del problema. En este caso, con la ayuda de una motosierra se procede a talar el árbol, procurando realizar el corte lo más cercano posible al suelo. Posteriormente, para obtener muestras en forma de rodajas (entre 2 a 3 cm de grosor), se realizan cortes sistemáti-

cos transversales a diversas distancias y/o alturas (Figura 12). Este método se usa con la finalidad de reconocer o identificar sintomatología interna y conocer el estado de avance de la enfermedad en los diversos estratos del árbol. De este modo se focalizarían puntos de entrada de posibles organismos patogénicos. La Figura 12 muestra secuencia de rodajas obtenidas producto de cortes transversales realizados en un tronco con síntomas evidentes de “Muerte regresiva”.



**Figura 11.** Distribución de plantas con síntomas de “Muerte regresiva” en campo, representado por cuadros rojos en los círculos. Los cuadros verdes corresponden a plantas sanas, cuadros amarillos corresponden a plantas con síntomas aparentes de la enfermedad, cuadros negros a plantas muertas por la enfermedad y cuadros azules a plantas marcadas para raleo. Cortesía Técnico Ever Sequeira, 2015.



**Figura 12.** Árbol de teca de dos años de edad con síntoma de “Muerte regresiva”, seccionado en rodajas cada 30 cm para determinar el inicio de la necrosis o entrada del patógeno y el progreso de la enfermedad en el fuste.



**Figura 13.** Muestreo dirigido a puntos específicos de infección: a) descortezamiento del fuste para observar el daño, y b) área de la albura afectada por mancha necrótica irregular.

### 5.2.2 Muestreo dirigido a puntos específicos de infección

Es el método utilizado en árboles presentando áreas o secciones sintomáticas muy definidas y en algunos casos con presencia de exudados. En este caso, la recolecta se realiza en muestras de tejido vegetal enfermo donde no es necesario eliminar árboles. En primer lugar, utilizando un machete, se procede a realizar descortezamiento de la parte afectada (Figura 13a) y posterior disección longitudinal de la corteza y albura (Figura 13b). En árboles con síntomas intermedios y avanzados, se pueden observar áreas necróticas que pueden comprometer, según el grado de avance, partes internas de la madera (duramen).

### 5.2.3 Identificación y traslado de muestras para análisis en laboratorio

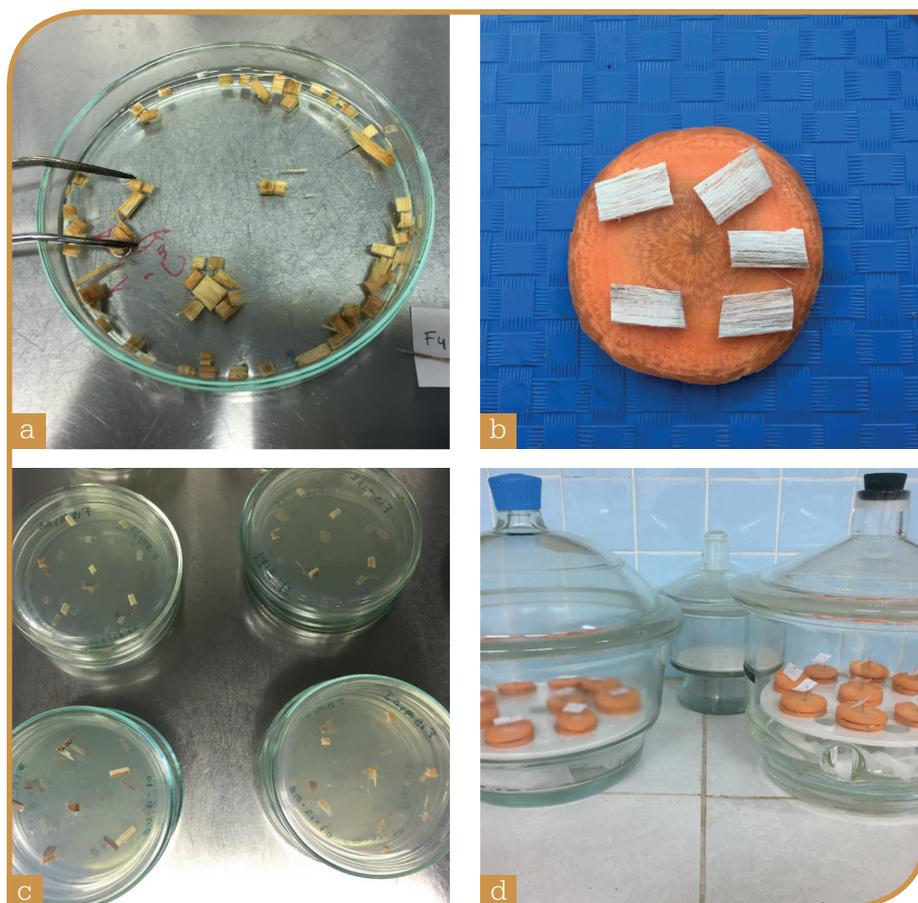
Una vez recolectada la muestra es importante identificarla, registrando el código de finca, número de muestra, en el caso que se recolecten varias secciones del mismo árbol se identificará la sección correspondiente. Posteriormente, las muestras se conservan en caja térmica (cooler) para su traslado al laboratorio (Figura 14).

### 5.2.4 Procedimiento para aislamiento de microorganismos en laboratorio

Las muestras en laboratorio, para el aislamiento *in vitro* en medio de cultivo de Papa Dextrosa Agar (PDA), se cortan en pequeñas secciones del tejido afectado de forma rectangular de aproximadamente 0,5 por 0,4 cm (Figura 15a) y para sándwiches de zanahoria de 1 por 1,5 cm (Figura 15b). Las muestras se lavan en periodos de un minuto en hipoclorito de sodio al 2,5 % y tres veces en agua estéril, finalmente se secan y se colocan en cajas Petri con PDA (Figura 15c). En el caso de los discos de zanahoria, estas se colocan en cámara húmeda para inducir un rápido desarrollo de los microorganismos (Figura 15d).



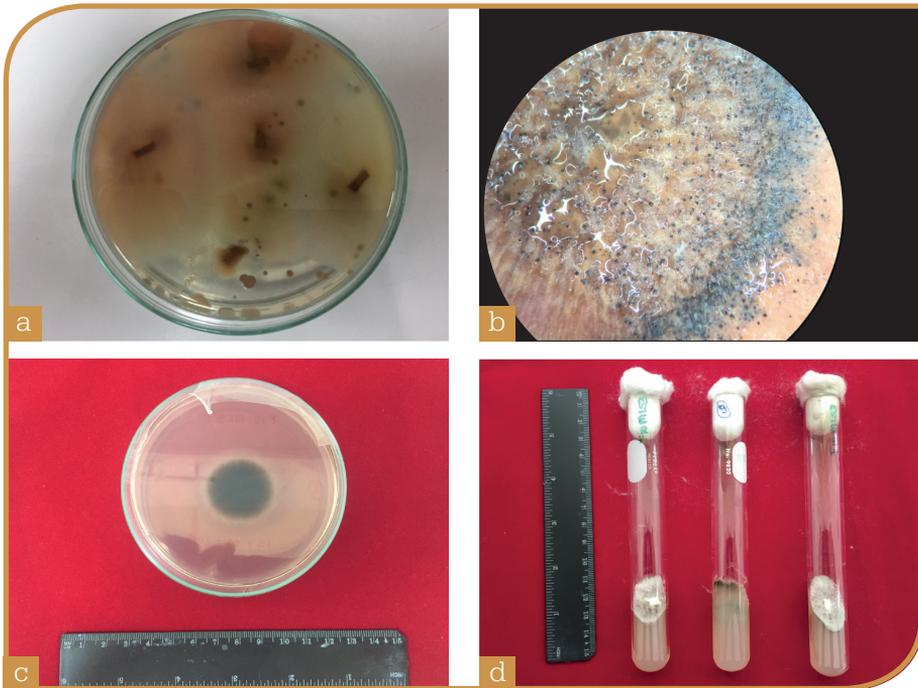
**Figura 14.** Proceso de muestreo: a) identificación de un árbol con brotes muertos, b) corte para obtener rodajas, c) identificación de las muestras (rodajas), y d) traslado de muestras en caja térmica.



**Figura 15.** Procesamiento de muestras en laboratorio: a) corte para aislamiento en PDA, b) corte para aislamiento en sándwiches de zanahoria, c) aislamiento en PDA, y d) aislamiento en zanahoria.

### 5.2.5 Purificación, identificación y conservación de aislados

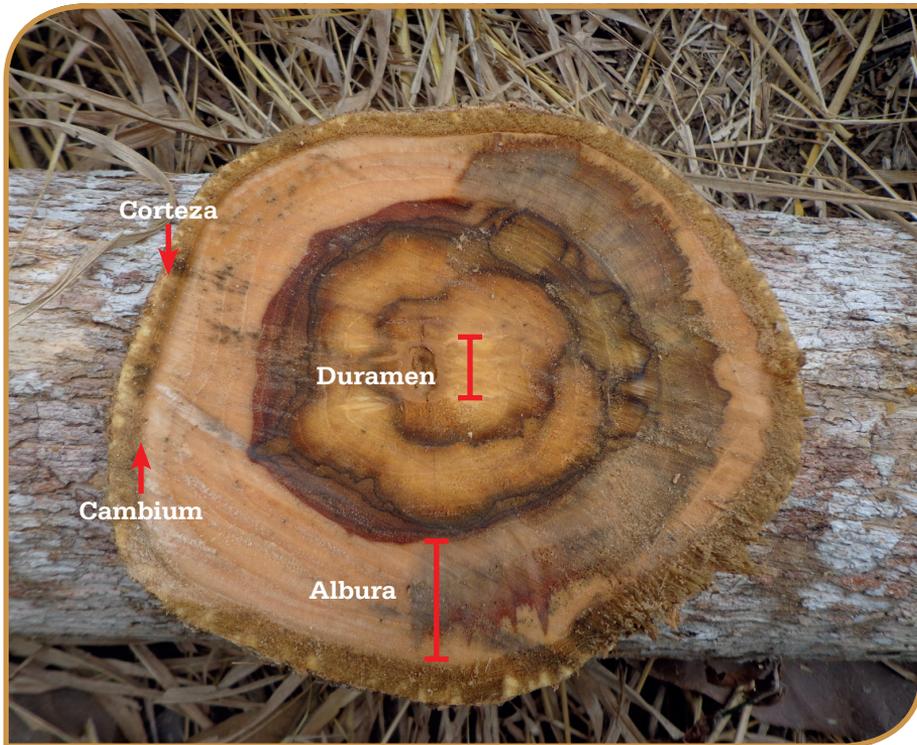
Una vez que han crecido las colonias de hongos en los dos medios se purifican mediante la captura de la parte pura de las colonias en cajas Petri. Los géneros más comunes se identificaron mediante microscopía de luz, donde se observaron sus características morfológicas y sus estructuras reproductivas. Posteriormente se pasa a tubos de ensayo para su conservación entre 3 a 7 °C (Figura 16).



**Figura 16.** Purificación y conservación de microorganismos aislados: a) *Fusarium* sp. aislado en PDA, b) *Ceratocystis* sp., aislado en sándwiches de zanahoria (aumento 40X), c) purificación de *Ceratocystis* sp., y d) conservación de *Fusarium* sp.

### 5.3 Visualización de síntomas internos en árboles con problemas vasculares

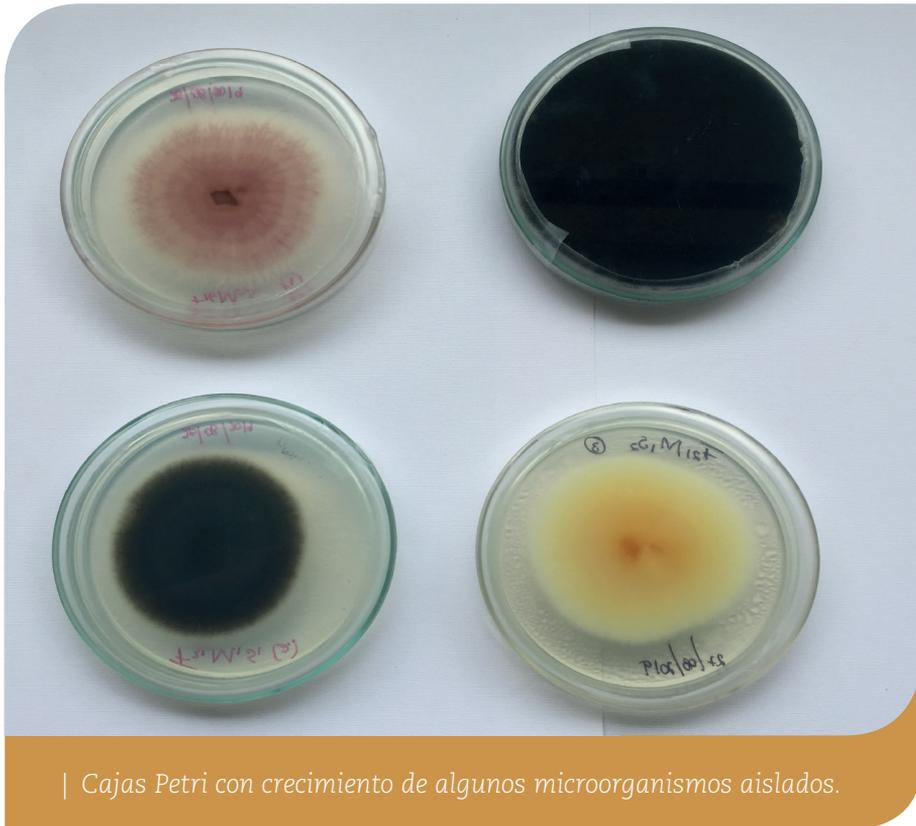
Los síntomas internos en árboles con problemas vasculares pueden ser variables. Una forma de visualizarlos es mediante el corte transversal del fuste, donde se puede apreciar internamente la presencia de manchas o de áreas necrosadas que se desarrollan a lo largo de la albura y duramen, estas decoloraciones o manchas pueden variar de color y tamaño (Figura 17).



**Figura 17.** Corte transversal de un árbol de teca con el duramen y la albura afectados por la enfermedad.

## 5.4 Hongos asociados a problemas vasculares

Los organismos asociados a enfermedades vasculares que predominaron en las muestras recolectadas en las diversas plantaciones de teca visitadas fueron: *Ceratocystis* sp., *Fusarium* sp. y *Lasiodiplodia* sp. La literatura cita a varias especies de estos hongos como agentes causales de enfermedades en teca (Arguedas et al., 2004; Arguedas, 2011; Ugalde, 2013). Adicionalmente, se observaron en menor frecuencia otros microorganismos, como *Chalaropsis* sp. y *Collectotrichum* sp. Sin embargo, se desconoce el efecto de estos microorganismos en los árboles de teca (Cuadro 5).



| Cajas Petri con crecimiento de algunos microorganismos aislados.

**Cuadro 5.** Organismos fúngicos aislados *in vitro*, provenientes de muestras recolectadas en plantaciones de teca durante el año 2015.

Provincia	Muestra	Identificación del organismo
Guayas	1	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Chalaropsis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.,
	2	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp., Bacterias.
	3	<i>Colletotrichum</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.
	4	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.
Manabí	5	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.
	6	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.
	7	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., Bacterias.
Santo Domingo de los Tsáchilas	8	<i>Fusarium</i> sp., Bacterias.
	9	<i>Fusarium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., Bacterias.
	10	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.
	11	<i>Ceratocystis</i> sp.
Los Ríos	12	<i>Lasiodiplodia</i> sp., Bacteria Gram negativa
	13	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.
	14	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.
	15	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., Bacterias.
	16	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp., muestra contaminada con bacterias.
	17	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp.
	18	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., Bacteria (posible <i>Pseudomona</i> sp.)
	19	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Fusarium</i> sp.
El Oro	20	<i>Ceratocystis</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp.

Tallo de teca con perforaciones realizadas por barrenadores



# Principales Barrenadores Encontrados en Plantaciones de Teca Afectadas con Muerte Regresiva

## 6.1 Muestreo

La determinación de la presencia de insectos asociados a la madera de teca, puede realizarse por varios métodos, que van desde el muestreo dirigido mediante la observación visual, hasta la colocación de trampas para captura de Scolytinae.

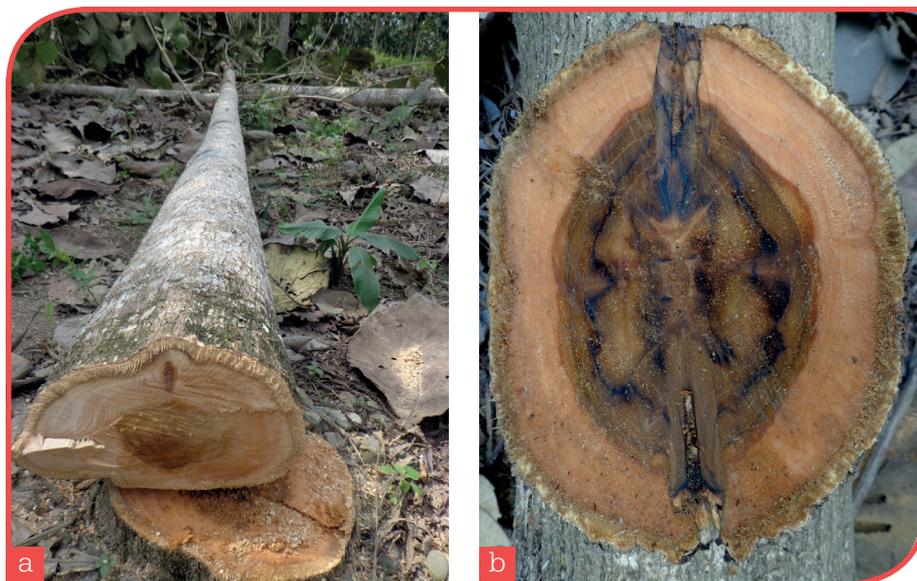
Para el muestreo dirigido, en cada una de las plantaciones seleccionadas, se deben escoger árboles con síntomas iniciales de la enfermedad “Muerte regresiva”, en los que se realiza una revisión externa y visual a lo largo del fuste del árbol seleccionado. El objetivo es detectar la presencia de perforaciones ocasionadas por insectos de la madera (Figura 18). Posteriormente, se procede a cortar el árbol y a seccionarlo (Figura 19), para tomar

muestras representativas del tronco afectado con la enfermedad y con evidencia de perforaciones, así como de aquella sección donde sólo se observe perforaciones (Figura 20). Cada muestra corresponde a una sección de 20 cm de tronco. El número de submuestras (árbol/hacienda) evaluadas, puede variar según la incidencia del problema en la plantación de teca escogida.

Las muestras deben ser llevadas a un laboratorio de entomología para su análisis, donde se procede a cortar longitudinalmente cada sección de tronco recolectado (Figura 21), a fin de constatar la construcción de galerías (Figura 22).



**Figura 18.** Muestreo dirigido: a) Raspado de corteza para búsqueda de perforaciones, y b) Perforaciones provocadas por insectos barrenadores.



**Figura 19.** Muestreo dirigido: a) árbol en condiciones de ser revisado para búsqueda de galerías, y b) sección del tronco mostrando síntomas de la enfermedad y posibles vías de acceso.



**Figura 20.** Secciones de fuste de teca mostrando perforaciones provocadas por insectos de la madera: a) Perforación observada sobre corteza, y b) Perforación observada en albura.



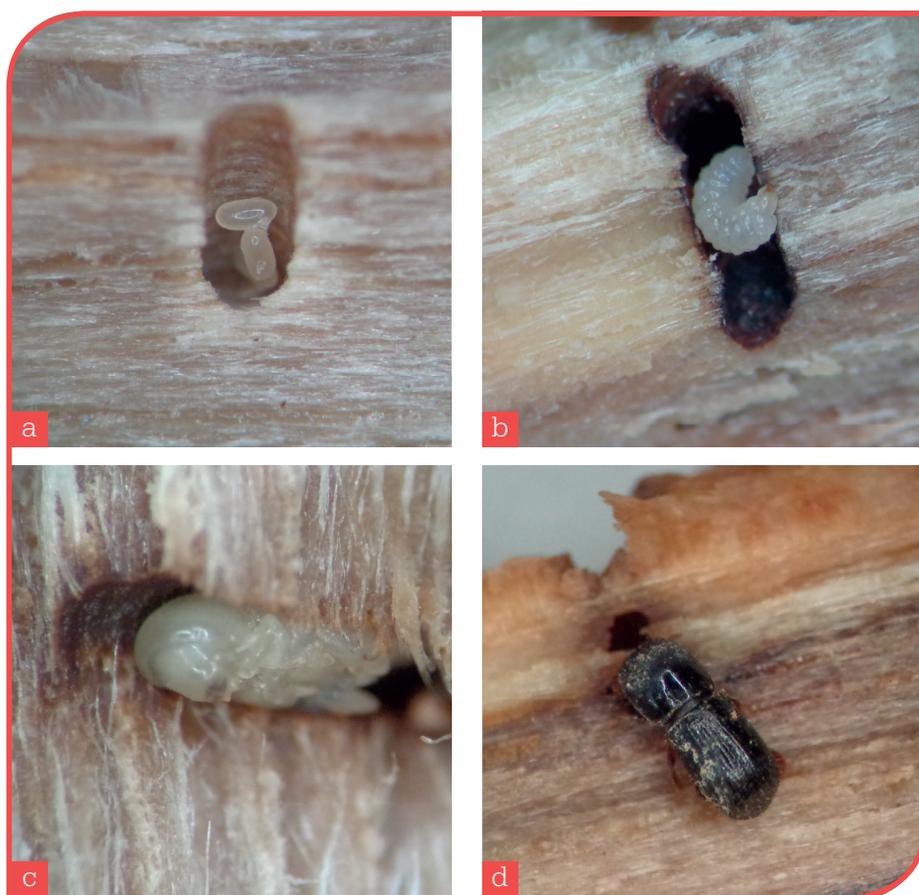
**Figura 21.** Revisión en laboratorio de las secciones de fuste de teca recolectadas en campo.



**Figura 22.** Gran cantidad de galerías originadas de una sola perforación observada en el fuste de un árbol de teca.

Es posible observar en las galerías, diversos estados biológicos (huevos, larvas, pupas, adultos) de insectos barrenadores de la subfamilia Scolytinae, asociados a teca (Figura 23).

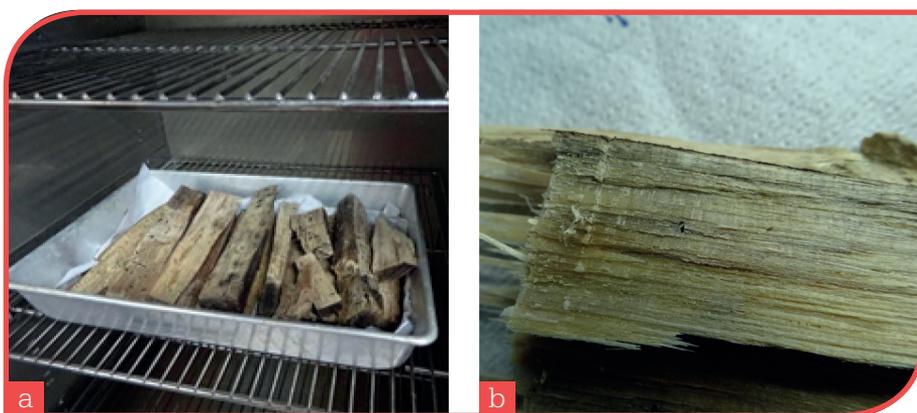
Para facilitar la recuperación de los especímenes adultos de insectos barrenadores presentes en las secciones de fuste seleccionadas (Figura 24), estas se colocan en estufa a 50°C por 48 horas, provocando así, la emergencia de los adultos. Posteriormente, se recuperan los insectos de cada muestra (Figura 25), se separan y



**Figura 23.** Estados biológicos de insectos barrenadores de la madera de teca de la subfamilia Scolytinae: a) huevos, b) larva, c) pupa, y d) adulto.



**Figura 24.** Sección de fuste de teca con perforaciones causadas por insectos barrenadores.



**Figura 25.** Secciones de fuste de teca: a) Colocadas en estufa a 50 °C durante 48 horas, y b) Recuperación de insectos barrenadores.

se cuentan para luego conservarlos en alcohol al 70%. Es necesario realizar una separación por morfo-especie de los grupos más importantes de barrenadores encontrados y usando claves taxonómicas adecuadas (Borror et al., 1989), es posible su identificación a nivel de familia. En el caso de los escarabajos encontrados

en nuestros muestreos preliminares, su determinación a nivel de género fue realizada por el Dr. Wills Flowers (taxónomo de coleópteros de la Florida A&M University con sede en Tallahassee, Florida en Estados Unidos).

Otro método para el muestreo de insectos barrenadores en teca, consiste en la colocación de trampas caseras distribuidas en la plantación. Estas son elaboradas con botellas plásticas (recicladas) de aproximadamente un litro de volumen, donde se realiza una abertura de 9 x 17 cm (Figura 26) para colocar en su interior 100 ml de gel desinfectante para manos (75% etanol) como atrayente (Figura 27 ). Las trampas se colocan a 1 m de altura, sujetadas al fuste del árbol con un alambre (Figura 28). Veinticuatro horas después, las trampas son revisadas (Figura 29) y su contenido colocado en frascos con tapa rosca para su traslado a un laboratorio donde los especímenes son contados y separados por morfo-especies; para realizar esta labor se necesita un estereomicroscopio y claves taxonómicas adecuadas para este grupo. El número de trampas colocadas dependerá del objetivo de la evaluación y de la superficie a evaluar.

Es frecuente encontrar tejidos con posible colonización de hongos, en las galerías realizadas por los insectos barrenadores, (Figura 30). Existen estudios que vinculan a coleópteros en la transmisión de agentes causales de enfermedades (Carrillo et al., 2014). Para determinar su presencia en los insectos recolectados, se puede realizar el aislamiento de hongos de la parte externa y del sistema digestivo de los estados larvales y adultos de los especímenes. Posteriormente, se efectúa la identificación de los patógenos observando el crecimiento en medios de cultivo selectivos y/o usando técnicas moleculares mediante la metodología descrita por Kajimura e Hijii (1992) y O'Donnell et al., (1998).



**Figura 26.** Elaboración de trampa casera, para captura de insectos escolítinos, utilizando botella plástica reciclada, con una abertura de aproximadamente 9 x 17 cm.



**Figura 27.** Colocación de atrayente (alcohol en gel -75% etanol-) en trampa para captura de insectos barrenadores Scolytinae asociados a plantaciones de teca.

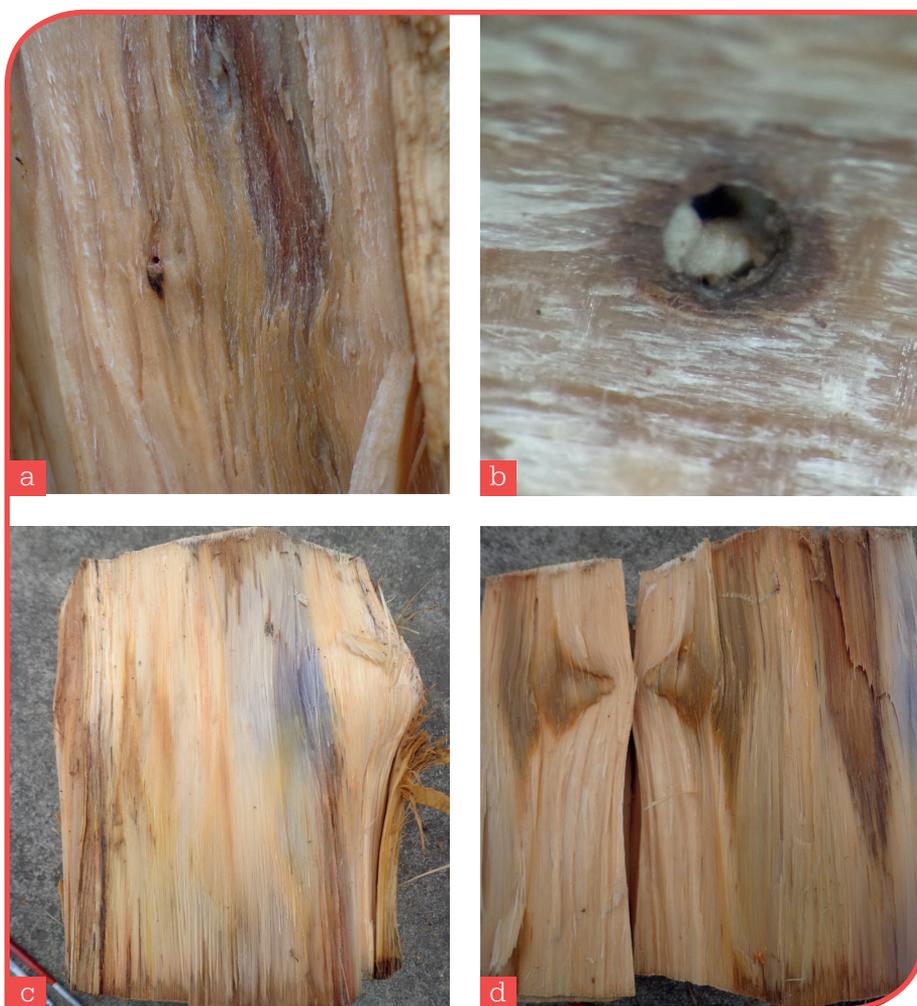
Principales Barrenadores Encontrados en Plantaciones de Teca  
Afectadas con Muerte Regresiva



**Figura 28.** Trampa de botella plástica colocada en plantación de teca durante 24 horas, para captura de barrenadores Scolytinae asociados a plantaciones de teca.



**Figura 29.** Insectos Scolytinae capturados en trampas con gel alcohol en plantaciones de teca.



**Figura 30.** Síntomas internos de “Muerte regresiva” en troncos infestados con Scolytinae: a) perforación de barrenador, b) crecimiento micelial de hongo en galería, c) pigmentación provocada por hongos, y d) áreas necróticas.

## 6.2 Descripción de insectos barrenadores de la teca

Los insectos xilófagos, llamados así por alimentarse de madera, eligen su hospedante de acuerdo a las características que presenta la madera, sea esta por su conservación, dureza, presencia de hongos, etc. Entre los coleópteros xilófagos se pueden mencionar las familias: Passalidae, Buprestidae, Bostrichidae, Alleculidae, Melandryidae, Cerambycidae, Brentidae, Curculionidae y Platypodidae (Arguedas et al., 2004).

Los escarabajos de la corteza de la familia Curculionidae se agrupan a su vez en la subfamilia Scolytinae la cual se caracteriza por poseer especies consideradas plagas de importancia económica. La subfamilia Scolytinae comprende escarabajos pequeños de 0,5 a 9,0 mm de longitud, mayormente entre 1 a 3 mm. Son de cuerpo cilíndrico o ligeramente ovalado, de color marrón hasta negro (Figura 31). Pico corto, antenas cortas, acodadas y capitadas, siendo el mazo compacto. Fórmula tarsal 5-5-5, aparenta 4-4-4 (Lawrence y Newton, 1995). La hembra fundatrix realiza galerías en el interior de la madera siguiendo la dirección de la fibra, donde oviposita. Luego emergen las larvas hasta convertirse en adultos que continúan con la construcción de nuevas galerías y orificios redondos de 1 a 2 mm de diámetro que es el momento cuando se puede advertir su ataque (Arguedas et al., 2004).

Estos Scolytinae pueden ser xilófagos o fungívoros y causan daños a su huésped. No obstante, también existen otros grupos de estos escarabajos que pueden utilizar algunas estructuras específicas del árbol para su desarrollo, pero sin causar un daño significativo al mismo. Otros son vectores de enfermedades que pueden causar daños adicionales o la mortalidad de plantas de importancia económica y ecológica (Arguedas

et al., 2004). En la subfamilia Scolytinae, se pueden mencionar algunos géneros de mayor importancia económica como *Ips*, *Dendroctonus*, *Xyleborus* y *Scolytus*. Algunas de estas especies han sido reportadas como causantes de muerte de árboles (Arguedas et al., 2004)

Este grupo se divide en poblaciones menores llamadas tribus, siendo importantes Hylesinini y Scolytini. Miembros del grupo Hylesinini son conocidos como descortezadores, que se alimentan en la parte interna de la corteza de los árboles, usualmente en la superficie de la madera. Han sido descritos en términos generales como barrenadores que viven en las galerías creadas entre la corteza y la región del floema (Arguedas et al., 2004).

El grupo Scolytini se los describe como escarabajos de ambrosía que se alimentan de hongos que cultivan (Farrell et al., 2001; Arguedas et al., 2004; Six, 2012;). Muchas de estas especies de insectos presentan estructuras especializadas llamadas micangios que son utilizadas para transportar esporas de hongos (Carrillo et al., 2014).

Estos escarabajos de ambrosía, son destructivos y se consideran un caso exitoso de simbiosis hongo-insecto, ocasionando pérdidas irreparables a la industria maderera por millones de dólares al año en diferentes regiones del mundo. La eficiencia con la que estos Scolytinae pueden dispersar y transmitir patógenos letales de árboles puede ser alarmante (Carrillo et al., 2015). Su capacidad para invadir nuevas bioregiones se está convirtiendo cada vez más en una gran amenaza fitosanitaria en todo el mundo. Este grupo contiene plagas invasivas y provienen normalmente de la gran diversidad de especies presentes en bosques tropicales y subtropicales (Arguedas et al., 2004).

La capacidad que tiene este grupo de insectos de localizar un hospedante, depende en gran medida de la atracción que ejercen sobre estos organismos las sustancias volátiles emitidas por el tejido necrosado o recién cortado del árbol como son los alcoholes, terpenos, entre otros. Cuando encuentran un medio apropiado para la alimentación y la reproducción, ellos empiezan a barrenar, lo que provoca la liberación de compuestos volátiles producto de la fermentación de la madera, así como de feromonas. Usualmente, estos barrenadores permanecen gran parte de su ciclo de vida dentro de las galerías que perforan (Wood y Bright, 1992).



**Figura 31.** Diversidad de estados larvales y adultos de Scolytinae recolectados de las galerías de trozos de teca obtenidos de árboles con síntomas de “Muerte regresiva” en varias plantaciones del Litoral ecuatoriano.

En un estudio realizado por INIAP (2015a), el 53% de los árboles de teca con síntomas de “Muerte regresiva”, presentaron perforaciones de insectos asociados a la madera. El restante 47% de árboles a pesar de estar enfermos, no presentaron ninguna perforación visible a lo largo del fuste (Figura 32).

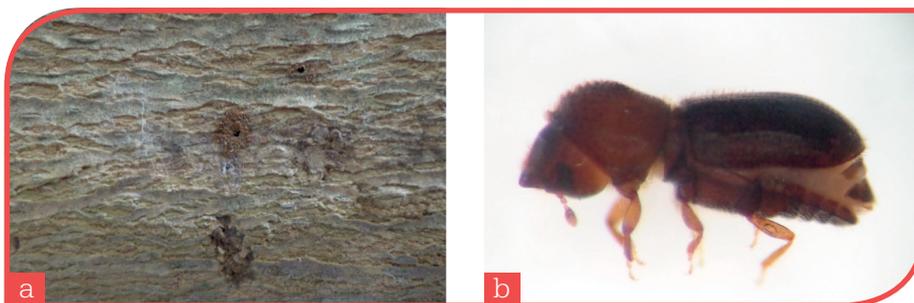
En el mismo estudio, fueron recuperados 124 especímenes, de los cuales, 123 correspondieron a la familia Curculionidae: Scolytinae. Se identificaron preliminarmente ocho especies (Cuadro 6), de los géneros *Hypothenemus* sp. (Figura 33), *Xyleborus* sp.1 (Figura 34), *Coptoborus* sp. (Figura 35), *Xyleborus* sp.2 (Figura 36), *Xyleborus* sp.3 (Figura 37), *Xyleborus* sp.4 (Figura 38), *Xyleborus* sp.5 (Figura 39), *Xyleborus* sp.6 (Figura 40), presentándose en mayor número los individuos del género *Xyleborus* spp. De los resultados obtenidos, se desprende que la zona con mayor diversidad y abundancia de Scolytinae corresponde a aquella comprendida en la ruta Quevedo-Santo Domingo de los Tsáchilas.



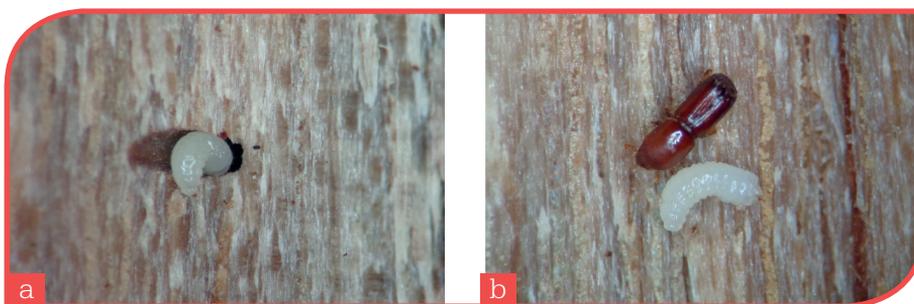
**Figura 32.** Sección de fuste de teca proveniente de una planta con síntomas de “Muerte regresiva”: a) Con evidencia de presencia de una perforación ocasionada por insectos barrenadores de la madera de la familia Scolytinae, y b) Sin evidencia de perforación ocasionada por insectos barrenadores de la madera.

**Cuadro 6.** Insectos barrenadores recolectados en muestras tomadas en plantaciones de teca con reportes de la presencia de “Muerte regresiva” en varias zonas del Litoral ecuatoriano 2015.

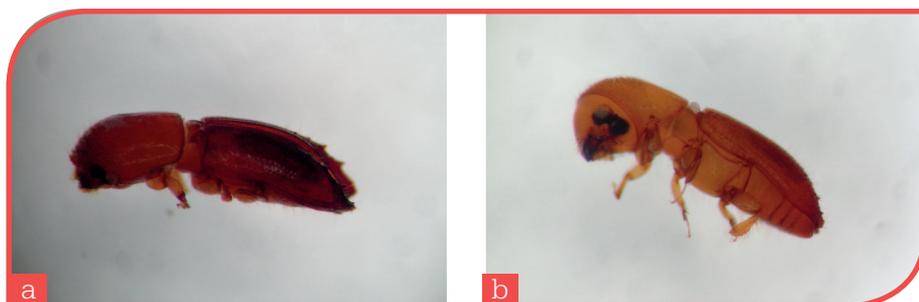
Muestra No.	Especie	Sector / Provincia				
		Pichincha / Manabi	Yuracyaca / Los Ríos	Buena Fe / Los Ríos	La Palma / Los Ríos	Mónaco / Los Ríos
1	<i>Hypothenemus</i> sp.	X				
2	<i>Xyleborus</i> sp. 1	X	X	X	X	
3	<i>Coptoborus</i> sp.			X	X	
4	<i>Xyleborus</i> sp. 2			X	X	X
5	<i>Xyleborus</i> sp. 3			X	X	
6	<i>Xyleborus</i> sp. 4			X	X	X
7	<i>Xyleborus</i> sp. 5				X	
8	<i>Xyleborus</i> sp. 6		X	X		



**Figura 33.** *Hypothenemus* sp. (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) perforaciones a nivel de la corteza provocadas por este barrenador, y b) espécimen adulto.



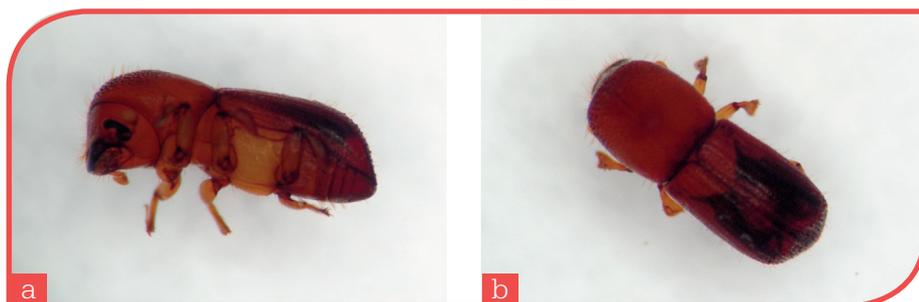
**Figura 34.** *Xyleborus* sp.1 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) Larva alimentándose en galería, y b) Larva y adulto de esta especie.



**Figura 35.** Adultos de *Coptoborus* sp. (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca.



**Figura 36.** *Xyleborus* sp.2 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) adulto barrenando en la galería, y b) adulto de esta especie.



**Figura 37.** Adulto de *Xyleborus* sp.3 (Curculionidae: Scolytinae): a) vista frontal, y b) vista dorsal.

Principales Barrenadores Encontrados en Plantaciones de Teca  
Afectadas con Muerte Regresiva



**Figura 38.** Adulto de *Xyleborus* sp.4 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) vista lateral, y b) vista dorsal.



**Figura 39.** Adultos de *Xyleborus* sp.5 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca.



**Figura 40.** Adulto de *Xyleborus* sp.6 (Curculionidae: Scolytinae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) vista lateral, y b) vista dorsal.

Un segundo grupo de insectos asociados a la madera, son aquellos “escarabajos de la corteza” pertenecientes a la familia Cerambycidae, de los cuales se reportan a nivel mundial aproximadamente 35.000 especies. Entre sus características distintivas se destacan sus antenas largas, que a veces son 2 ó 3 veces más largas que el cuerpo, así como por tener ojos facetados (Nogueira, 2014), colores brillantes y vistosos, cuerpo alargado y cilíndrico, presentando especies con una longitud que va de los 2,5 hasta los 180 mm, tarsos aparentemente de cuatro segmentos o evidentemente 5-5-5, el tercero es bilobulado, el cuarto reducido y difícil de distinguir. Las formas adultas regularmente se encuentran sobre flores, mientras que las larvas por su hábito descortezador permanecen entre la corteza y el leño.

De las evaluaciones realizadas por INIAP en el año 2015, en varias plantaciones productoras de teca en el Litoral ecuatoriano, donde se colectaron 124 especímenes de insectos de la madera, apenas un espécimen correspondió al género *Neoclytus* sp. (Coleoptera: Cerambycidae), reportado en la Hda. La Marina del cantón Pichincha- Manabí (INIAP, 2015b), no representando al momento una amenaza a las plantaciones de teca. *Neoclytus* sp. se presenta principalmente en piezas almacenadas en patios, provenientes frecuentemente de raleos de teca. Las larvas construyen galerías en la albura, sin que externamente se detecten signos del ataque (Figura 41). El ciclo de vida se completa en las galerías y el adulto construye orificios circulares de aproximadamente 5 mm de diámetro por donde emerge. El adulto puede medir hasta 1,5 cm de longitud, de color café claro, con cuatro marcas blancas sobre los élitros. Las antenas son más cortas que el cuerpo. El primer par de patas es más pequeño que las medias y las posteriores. Las patas de los dos últimos son más largas que el cuerpo (Arguedas et al., 2004).

El hecho de encontrar plantaciones de teca con síntomas de la enfermedad que no reportaron presencia de insectos barrenadores (INIAP, 2015b), hace suponer que existen otros medios de dispersión dentro y entre las plantaciones, como el uso de herramientas contaminadas y el movimiento de personas y animales. Sin embargo, hay que considerar la importancia de los Scolytinae en el esparcimiento del problema, ya que la literatura reporta otros patosistemas en los cuales estos organismos son el componente principal de transmisión (Carrillo et al., 2014).

En los casos donde se ha demostrado el rol de los Scolytinae como dispersores de enfermedades, se ha observado que estos forman galerías en el tronco, que utilizan para cultivar hongos de los cuales se alimentan, desencadenando en muchos casos la muerte del árbol por efecto del patógeno simbiote (Carrillo et al., 2015).



**Figura 41.** *Neoclytus* sp. (Coleoptera: Cerambycidae), asociado al fuste de un árbol de teca: a) galería provocada por la larva, y b) larva de este insecto.

Daños por malas prácticas de poda



## Factores que Predisponen la Presencia de Problemas Vasculares e Insectos Barrenadores

**E**n las observaciones realizadas en las diferentes plantaciones de teca del Litoral ecuatoriano, se pudo determinar que uno de los factores que favorecen la presencia de “Muerte regresiva” son las heridas en los árboles, provocadas por las podas, quebraduras de ramas, y de fisuras en la corteza por la presencia de vientos dominantes. Estas lesiones en algunos casos provocan exudación de fluidos (Figura 42), condición ideal para atraer escarabajos Scolytinae.

Por otro lado, se recomienda en el momento de la poda no hacer cortes innecesarios como los que se aprecia en la Figura 43.



**Figura 42.** Árboles con exudación en el fuste originado a partir de heridas.



**Figura 43.** Cortes innecesarios en plantaciones de teca durante la poda, que son vías de entrada de patógenos y atrayentes de insectos.

Al realizar cortes transversales en el fuste de los árboles sintomáticos, observamos que la necrosis empieza desde la corteza, comprometiendo la albura hasta llegar al duramen (Figura 44), obstruyendo el sistema vascular, provocando clorosis y flacidez en las hojas, causando un daño irreversible y la muerte de las plantas (Figura 45).



**Figura 44.** Corte transversal del fuste de un árbol de teca en el que se evidencia el ingreso de patógenos por las heridas laterales (flechas rojas).



**Figura 45.** a) Sintomatología de estado intermedio de desarrollo de “Muerte regresiva”, y b) estado avanzado de desarrollo de la enfermedad.

Aplicación de pasta protectora en heridas causadas durante la poda



## Alternativas de Prevención de Enfermedades Vasculares e Insectos Barrenadores

**B**asados en la experiencia de los autores a través de las múltiples visitas técnicas realizadas a plantaciones de teca afectadas con “Muerte regresiva”, a continuación se describen varias alternativas consideradas preliminares y de fácil adopción, que pueden contribuir a reducir la dispersión y por ende, el impacto del problema:

- Siendo las heridas probablemente la principal vía de entrada de organismos patógenos, es de fundamental importancia la protección de toda lesión generada en los árboles. Sumado a ello, es necesario programar las podas durante el periodo seco a fin de reducir las re-infecciones provocadas por la mayor cantidad de inóculo presente durante la época lluviosa.

- En caso de realizarse podas, no olvidar aplicar caldo bordelés en las heridas, con el objetivo de proteger e impedir el ingreso de patógenos. La preparación del caldo bordelés se debe realizar siguiendo las normas básicas para su preparación. La aplicación de la pasta protectora es esencial al momento de la poda y debe realizarse en un periodo no mayor a 12 horas después de haber realizado el corte de las ramas.
- Para la preparación de caldo bordelés se emplean: 200 g de sulfato de cobre en polvo, 1 kg de cal viva y 2,5 kg de óxido de cobre; preferiblemente los polvos se deben disolver con agua por separado y luego mezclarlos hasta obtener una solución de consistencia pastosa, la que es aplicada sobre las heridas, con el objetivo de evitar el ingreso de insectos y patógenos (Figura 46).
- Contar con personal capacitado para el reconocimiento de árboles afectados de manera temprana a fin de realizar las respectivas prácticas fitosanitarias recomendadas, de manera oportuna.
- Informar a los trabajadores y/o empleados de la plantación sobre el riesgo que conlleva la presencia de enfermedades tipo vasculares, por tanto, es fundamental evitar la circulación innecesaria de personas en el sector. Preferiblemente, cada vez que el personal labore en lotes de mayor incidencia de la enfermedad, debe lavar sus botas al momento de entrar y salir de él (pues existen organismos que sobreviven en el suelo). Se sugiere el uso de pediluvios con solución desinfectante (hipoclorito de sodio al 10% o amonio cuaternario al 4%) a fin de reducir la probabilidad de dispersión de la enfermedad.



**Figura 46.** Protección de heridas: a) uso de rodillo y caldo bordelés, y b) herida protegida.

- En el caso que se realice el raleo en una plantación afectada, tomar precaución de eliminar el tocón mediante la utilización de herbicidas apropiados, con el objetivo de acelerar el proceso de muerte de las raíces y así evitar la multiplicación del patógeno. Tomar en cuenta que la aplicación de herbicida como práctica cultural, permite “matar” tejido vivo en tiempo más corto, reduciendo considerablemente la colonización de microorganismos patógenos en las raíces debilitadas.
- Cuando se eliminan árboles por raleo o enfermedad, se recomienda realizar el corte lo más cercano al suelo (10 cm aproximadamente) y posteriormente hacer una aplicación del herbicida-fungicida “Triclopyr” en dosis de 10 cc por litro de agua más 200 g de óxido de hierro (Figura 47) para evitar que surjan rebrotes o que ese tocón sirva como fuente de inóculo para patógenos que luego infecten los árboles sanos.



**Figura 47.** Aplicación de mezcla de herbicida y fungicida en tocones de árboles talados por raleo o con problemas sanitarios, con el fin de evitar emisión de brotes o focos de infección de patógenos.

- Durante el raleo se debe reducir, en la medida que sea posible, el contacto entre árboles a fin de evitar lesiones en los árboles vecinos.
- Si bien es cierto, no se cuenta con información referente al efecto de organismos biológicos sobre “Muerte regresiva” en zonas productoras, su acción ayudaría a reducir la presión de inóculo debido a la competencia que ellos ejercen.
- Reducir en lo posible los restos de madera en las plantaciones, por ser una fuente de inóculo de hongos patógenos además de un foco de infestación o refugio de insectos barrenadores, principalmente aquellos de las familias Curculionidae (Scolytinae, Hylesinini) y Cerambycidae. Para ello se recomienda retirar los árboles afectados.
- De no ser posible el retiro de los árboles, se recomienda aplicar un insecticida químico de contacto y una hora después, espolvorear cal viva para eliminar e interrumpir la migración de escarabajos (Curculionidae: Scolytinae).
- Con fines de monitoreo y en cierta medida para reducir las poblaciones de especies de Curculionidae: Scolytinae, se pueden utilizar trampas profesionales de captura tipo embudos múltiples Lindgren (Figura 48), que son adecuadas para este grupo de insectos. De no ser posible su adquisición, se pueden elaborar trampas caseras, que consisten en utilizar pequeñas botellas plásticas, conteniendo un atrayente en el interior, pudiéndose utilizar alcohol en gel (75% de alcohol etílico), colocando 100 ml de la mezcla en cada trampa y ubicando seis trampas/ha.



**Figura 48.** Trampa “Lindgren” de seis embudos usada para captura de coleópteros. (Foto cortesía de Ing. Agr. Bernardo Castro).

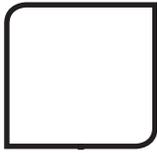


| *Fuste con evidencia de daños físicos.*

Árbol en floración

106





# Referencias Bibliográficas

Agrios, G. 2005. Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. 759 p.

Allen, C. 2009. Climate-induced forest dieback: an escalating global phenomenon? *Unasylva* 231/232 Vol 60: 43-49.

Amorín, L. 1995. Avaliação de doenças. In Bergamin Filho, A., Kimati, H., A y Amorín, L. (eds). Manual de Fitopatologia. 3ra Ed. Sao Paulo, Agronomia Ceres, 671 p.

Arguedas, M., Chaverri, P., y Verjans, J. 2004. Problemas fitosanitarios de la teca en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente Vol. 45: 130-135.

Arguedas, M. 2011. Plagas y enfermedades de Teca (*Tectona grandis* L.f.). In International Teak Conference, Planted Teak Forests-a globally Emerging Forest Resource (2011, San José C. R.). CATIE. Costa Rica. 63 p.

- Asociación de Productores de Teca y Maderas Tropicales del Ecuador ASOTECA . 2010. La Teca en Ecuador: Mercado, Producción y Comercialización. Ecuador. 88 p.
- Benthall, A. 1933. The trees of Calcuta and its neighbourhood. Calcuta, India, Thacker Spink. 450 p.
- Berrio, M. 1989. Observations on the feeding habits of *Hypsi-pyla grandella* larvae under laboratory conditions, Baracoa Vol. 19: 7-14.
- Borror, D. J., Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F. 1989. An introduction to the study of insects, 6ta Ed. 875 p.
- Carrillo, D., Duncan, R., Ploetz, J., Campbell, A., Ploetz, R., and Peña, J. 2014. Lateral transfer of a phytopathogenic symbiont among native and exotic ambrosia beetles. Tropical Research y Education Center, University of Florida, 18905 SW 280 Street, Homestead, FL, 33031-3314, USA. *Plant Pathology* Vol 63:54-62.
- Carrillo, D., Dunlap, C., Avery, P., Navarrete, J., Duncan, R., Jackson, M., Behle, R., Cave, R., Crane, J., Rooney, A. and Peña, J. 2015. Entomopathogenic fungi as biological control agents for the vector of the laurel wilt disease, the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae). *Biological Control* Vol 81: 44-50.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. 2013. Las plantaciones de teca en América Latina: mitos y realidades. Serie técnica. Informe Técnico No. 397. 54 p.

- Chaves, E. y Fonseca, W. 1991. *Tectona grandis* L.f. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Informe técnico N° 179. Turrialba, Costa Rica. 48 p.
- Cochran, W. 1977. *Sampling Techniques*, 3ra Ed. John Wiley and Sons, New York. 167 p.
- FAO. 2015. Global teak trade in the aftermath of Myanmar's log export ban by Kollert, W. and Walotek, P.J. *Planted Forests and Trees Working Paper FP/49/E. Italy*. 46 p.
- Farrell, B., Sequeira, A., O'Meara, B., Normark, B., Chung, J., and Jordal, B. 2001. The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). *Evolution* 55, 20-28.
- Flores-Velasteguí, T., Crespo-Gutiérrez, M. y Cabezas-Guerrero, F. 2010. Plagas y enfermedades en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f) en la zona de Balzar, Provincia del Guayas. *Ciencia y Tecnología* Vol. 3 (1): 15-22.
- González, W. 2004. Manual para productores de Teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica. 115 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. 2015a. Informe de visita técnica sobre el estado fitosanitario de plantaciones de teca en el litoral ecuatoriano. 25p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. 2015b. Informe Técnico Anual. Departamento Nacional de Protección Vegetal-Sección Entomología. Estación Experimental Portoviejo, EC. 65p.

- Kajimura, H. and N. Hijii. 1992. Dynamics of the fungal symbionts in the gallery system and the mycangia of the ambrosia beetle, *Xylosandrus mutilatus* (Blandford) (Coleoptera: Scolytidae) in relation to its life history. *Ecological Research*. Vol. 7:107-117.
- Kaosa-ard, A. 1981. Teak (*Tectona grandis*): Its natural distribution and related factors. *Natural History Bulletin of the Siam Society* Vol. 29: 55-74.
- Kertadikara A, and Prat D. 1995. Isozyme variation among teak (*Tectona grandis* L.f.) provenances. *Theoretical Applied Geneticist*. Vol. 90: 803 -810
- Kollert, W. and Cherubini, L. 2012. Teak resources and market assessment 2010. FAO Planted Forests and Trees Working Paper FP/47/E, Rome. 121 p.
- Kranz, J. 1988. Measuring plant disease. In Kranz J. y Rotem, J. (eds). *Experimental Techniques in plant disease epidemiology*. Heidelberg, Springer. 50 p.
- Lawrence, F. and Newton, A. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). 1006 p.
- López, P. 1977. Flora de Venezuela Verbenaceae. Talleres Gráficos Universitarios. Mérida, Venezuela. 654 p.
- Madden, L. and Hughes, G. 1999. Sampling for plant disease incidence. *Phytopathology* Vol. 89: 1088-1103.

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP, 2016 Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. ¡El incentivo es efectivo! (<http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2014/06/SPF-FOLLETO-PIF-2014-050614.pdf>). 56 p.
- Nagarajan, S. and Ajai, A. 1988. Monitoring and mapping long-distance Spread of Plant Pathogens. In Kranz J. y Rotem, J. (eds). *Experimental Techniques in plant Disease epidemiology*. Heidelberg, Springer. 249 p.
- Noguera, F. 2014. Biodiversidad de Cerambycidae (Coleoptera) en México *Revista Mexicana de Biodiversidad (Suplem.)*, Vol 85: 290-297
- O'Donnell, K., Kistler, H., Cigelnik, E. and Ploetz, R. (1998). Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95 (5): 2044-2049.
- Pandey, D. and Brown, C. 2000. "Teak: A Global Overview," *Unasylva*, Vol. 51: 201- 209.
- Ploetz, R. 2006. "Fusarium-Induced diseases of tropical perennial crops." *Phytopathology* Vol. 96: 648-52.
- Sharma, J., Mohanan, C. and Florence, E. 1985. Disease survey in nurseries and plantations of forest tree species grown in Kerala. Kerala, IN, Kerala Forest Research. 275 p.

- Shepard, B. and Ferrer, E. 1990. Sampling insects and diseases in rice. In crop loss assessment in rice. International Rice Research Institute. Philippines. 130 p.
- Six, D. 2012. Ecological and evolutionary determinants of bark beetle–fungus symbioses. *Insects* Vol. 3: 339-66.
- Suárez, E. 2010. Selección de árboles y manejo de roales de *Tectona grandis* L. (Teca) para el establecimiento de fuentes semilleras en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Ambientales, Escuela de Ingeniería Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 106 p.
- Ugalde, L. 2013. Teak: New trends in silviculture, commercialization and Wood utilization. 1 ed. Cartago, Costa Rica. International Forestry and Agroforestry. 568 p.
- Weaver, P. 1993 *Tectona grandis* L.f. Teak. SO-ITF-SM-64. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 18 p.
- Wood, S. and Bright, D. E. 1992. A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), part 2: Taxonomic index, vol. B. Great Basin Naturalist Memoirs Vol. 13: 835-1553.



# Glosario de Términos

## A

**Agar.-** Sustancia de consistencia gelatinosa que se obtiene a partir de ciertas algas. Se usa como aglutinante en medios de cultivo para el crecimiento de hongos y bacterias.

**Agente causal.-** Organismo que se encuentra en el medio ambiente y que puede generar una enfermedad en un huésped.

**Albura.-** Parte más joven de la madera, corresponde a los últimos anillos de crecimiento de un árbol.

**Ambrosía.-** Tipo de hongos capaces de vivir en asociación con escarabajos y potencialmente patógenos para ciertas especies forestales. La mayoría pertenece al fílum Ascomycota.

**Antena capitada.-** En insectos, antena de artejos finales notablemente engrosados.

**Ápice.-** En botánica o zoología, es el extremo superior de la hoja, del fruto, del pólipo, etc.

**Atrayente.-** Sustancia utilizada para atraer insectos con base a preferencias alimenticias, de agregación o sexuales.

## B

**Bacteria.-** Organismo microscópico unicelular, carente de núcleo, que se multiplica por división celular sencilla o por esporas.

**Bilobulado.-** Poseedor de dos lóbulos. Ej. Tarso bilobulado

**Biorregión.-** Territorio cuyos límites no están definidos por fronteras políticas pero sí por los límites geográficos de sistemas ecológicos y comunidades humanas.

## C

**Caducifolio.-** Árbol que pierde sus hojas en algún momento del año.

**Caldo bordelés.-** Combinación de sulfato de cobre y cal hidratada, es usado como protector de heridas en plantas.

**Clave taxonómica.-** Herramientas metodológicas que ayudan a identificar un organismo desconocido a través de elecciones entre dos o más enunciados.

**Clorosis.-** Condición fisiológica de la planta caracterizada por la falta de producción de clorofila

## D

**Dextrosa.-** Glucosa, en especial la que contiene la fruta.

**Duramen.-** Parte central, más seca y compacta, del tronco y de las ramas gruesas de un árbol

## E

**Élitros.-** Alas anteriores de los coleópteros, caracterizadas por su dureza.

**Enfermedad vegetal.-** Respuestas de células y tejidos vegetales a microorganismos patógenos o factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, función o integridad del vegetal que puede conducir a una incapacidad parcial o muerte del vegetal.

**Epidemiología.-** Disciplina científica en el área de la biología que estudia la distribución, frecuencia, factores determinantes, predicciones y control de las enfermedades.

**Esclerocio.-** Masa compacta de micelio endurecido que contiene reservas alimenticias. Se trata de una fase de resistencia, que tras un periodo de tiempo germina originando cuerpos fructíferos donde se producen las esporas que propagarán el hongo. Es típico de Ascomicetes.

**Espora.-** Estructura reproductiva típica de los hongos. Son unicelulares o pluricelulares y se forman con fines de dispersión.

**Exudado.-** Sustancias secretadas a través de heridas, cortes, quebraduras y lesiones que rompen la corteza o epidermis en tejidos primarios.

## F

**Floema.-** Conductos o vasos que transportan la savia elaborada.

**Fórmula tarsal.-** Es el número de segmentos de cada tarso de las patas de los insectos.

**Fungicida.-** Sustancia con capacidad de matar o inhibir el crecimiento de hongos.

**Fungívoro.-** Organismo que se alimenta total o parcialmente de hongos.

**Fuste.-** Madera de los árboles.

## H

**Herbicida.-** Producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas o fuera de lugar.

**Hongos.-** Organismos eucariotas, sin clorofila, provistos de talo, generalmente filamentosos y ramificados de tamaño microscópico y reproducción preferentemente asexual; viven como parásitos de vegetales o animales o sobre materias orgánicas en descomposición.

## I

**In vitro.-** Técnica para estudiar un organismo fuera de su contexto biológico habitual.

**Incidencia.-** Porcentaje de ocurrencia de un problema fitosanitario en una población.

**Infeción.-** Invasión y multiplicación de patógenos microbianos en los tejidos de un ser vivo.

**Infestación.-** Invasión de un organismo vivo por parásitos no microbianos.

**Insecto.-** Artrópodo de tamaño pequeño, respiración traqueal, un par de antenas, tres pares de patas y el cuerpo diferenciado en cabeza, tórax y abdomen.

## M

**Micangio.-** Estructuras especializadas en el integumento de ciertos insectos, diseñadas para el transporte de esporas de hongos.

**Micelio.-** Conjunto de hifas que forman la parte vegetativa de un hongo.

**Morfoespecie.-** Conjunto de organismos de cualquier taxón con características morfológicas similares.

## N

**Necrosis.-** Síntoma de enfermedad en las plantas caracterizado por la muerte prematura de las células de un tejido u órgano.

**Nematodo.-** Fílum de gusanos unisexuales, de cuerpo cilíndrico y delgado, sin segmentar y cubierto por una cutícula; existen formas libres y parásitas.

## O

**Organismos nocivos.-** Término genérico que agrupa el conjunto de organismos cuya existencia y acción representan una fuente dañina para las plantas, ej. virus, hongos, insectos, entre otros.

## P

**Pediluvio.-** Se refiere al baño de zapatos durante un tiempo determinado en agua con desinfectantes.

**Planta parásita.-** Es la planta que obtiene alguna o todas las sustancias nutritivas que necesita para su desarrollo desde otra planta.

**Propágulo.-** Parte o estructura de un organismo producido sexual o asexualmente, con capacidad de desarrollarse de manera separada para dar lugar a un nuevo organismo idéntico al que lo formó.

## R

**Rizomorfo.-** En los hongos, dícese de los cordones de micelio que recuerdan en cierta manera las raíces de los cormófitos.

## S

**Severidad.-** Porcentaje de área de tejido enfermo o necrosado en plantas u órganos vegetales.

**Silvicultura.-** Disciplina que trata sobre la gestión de los bosques y por extensión, la ciencia que trata de este cultivo.

**Simbiosis.-** Cualquier tipo de relación a largo plazo entre dos organismos, puede ser mutualista, comensalista o parásita.

**Síndrome.-** Conjunto de síntomas y signos del patógeno.

**Síntoma.-** Efecto visible de una enfermedad en la planta.

## T

**Tarsos.-** Último segmento de la pata de los insectos, se divide en secciones llamadas tarsómeros.

**Trampa Lindgren.-** Trampa elaborada con una serie de embudos negros colocados uno encima de otro, en el fondo se ubica un recipiente con alcohol que funciona como atrayente. Se usa generalmente para capturar escarabajos Scolytinae.

**Transectos.-** Trayecto a lo largo del cual se toman muestras con fines científicos.

## X

**Xilófago.-** Organismo que consume y daña la madera.

## Z

**Zoosporas.-** Espora asexuales móviles con flagelos; producidas en esporangios propios de algunos hongos y algas.

## ABREVIATURAS

<b>AECID</b>	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
<b>ASOTEGA</b>	Asociación Ecuatoriana de Productores de Teca y Maderas Tropicales.
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
<b>EEP</b>	Estación Experimental Portoviejo.
<b>EETP</b>	Estación Experimental Tropical Pichilingue.
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization.
<b>INIAP</b>	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
<b>ISBN</b>	International Standard Book Number.
<b>MAG</b>	Ministerio de Agricultura y Ganadería.
<b>PDA</b>	Papa-Dextrosa-Agar.
<b>SPF</b>	Subsecretaría de Producción Forestal.



# Biografía de los Autores

Danilo Vera Coello, Ph.D.

Ernesto Cañarte Bermúdez, Ph.D.

José Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc.

Karina Solís Hidalgo, Ph.D.

Xavier Muñoz Conforme, Mg.

Víctor Javier Cevallos Sandoval, M.Sc.

Edwin Borja Borja, M.Sc.

Muestreo de Enfermedades Vasculares e Insectos Barrenadores Asociados a Teca (*Tectona grandis* L.f.) y Alternativas para su Manejo



| Socialización con productores en plantación de teca.



Danilo  
Vera Coello, Ph.D.

Ingeniero Agrónomo. En el año 2003 obtuvo su grado de magister en el área de fitopatología en la Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais en Brasil y en el año 2015 obtuvo su grado de Ph.D. en el Departamento de Protección de Plantas en Washington State University, en Pullman, WA., Estados Unidos. Su área de expertise es Fitopatólogo con enfoque en Epidemiología de hongos patogénicos. Desde el año 2000 es investigador del Departamento de Protección Vegetal del INIAP, realizando trabajos en clínica y diagnosis de problemas fitosanitarios además de ser técnico consultor en protección cultivos tropicales y forestales. Durante el año 2016 fue profesor contratado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en la asignatura de Sanidad Vegetal y Patología Forestal. Dentro de su carrera profesional ha trabajado en varios proyectos internacionales focalizados en el Manejo Integrado de Enfermedades en cultivos tropicales, además de haber participado como expositor y asistente en varios congresos, workshops, simposios en Argentina, Brasil, Estados Unidos, Filipinas, México, Perú, Italia, Venezuela, entre otros. Ha publicado en revistas internacionales indexadas más de 20 artículos científicos. En la actualidad es responsable del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Pichilingue del INIAP, sus responsabilidades incluyen la coordinación y ejecución proyectos de investigación en el área de protección de plantas.



Ernesto  
Cañarte Bermúdez, Ph.D.

Graduado de Ingeniero Agrónomo en 1993 en la Universidad Técnica de Manabí-Ecuador. Desde 1993 investigador del Departamento de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP-Ecuador). Obtuvo su maestría en Entomología en 2001 en el Colegio de Postgraduados de México. Doctorado en Entomología en 2014 en la Universidad Federal de Viçosa-Brasil. Experiencia en el Manejo Integrado de Plagas de cítricos, maracuyá, cacao, café, maíz, hortalizas, así como en insecticidas vegetales, control biológico y ecología de ácaros. Por siete años fue profesor de Entomología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). Ha participado en 22 proyectos de investigación nacionales e internacionales, en alianza con centros internacionales como el CIAT- Colombia, CIP-Perú y organismos financiadores como FUNDAGRO, COSUDE, GTZ, PROMSA, SENESCYT y actualmente con AECID-España en el proyecto Teca y FAO en el proyecto +Algodón, además de alianzas con universidades como Michigan State y USDA-ARS (USA), ESPOL-CIBE. Miembro de los equipos multidisciplinarios del INIAP de PC, teca, Galápagos, Spodoptera, cocotero, otros. Participación en más de 100 eventos de capacitación como asistente y expositor a nivel nacional y en países como México, Chile, Guatemala, Colombia, Perú, Brasil. Autor y coautor de al menos 90 publicaciones internacionales y nacionales. Ha publicado en México, Chile, Estados Unidos y Brasil. Es Investigador Acreditado y Categorizado por el SENESCYT. Desde el 2015 Responsable del Departamento de Entomología de la Estación Portoviejo del INIAP. Revisor de revistas científicas indexadas como La Técnica, Espamciencia y Neotropical Entomology.



## José Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc.

Ingeniero Agrónomo (Universidad Técnica de Manabí, 1999) con maestrías en Sanidad Vegetal (Universidad Agraria del Ecuador, 2006) y Entomología y Nematología (University of Florida, 2012). Investigador del Departamento Nacional de Protección Vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias en las Estaciones Tropical Pichilingue y Portoviejo. Ex miembro de la Comisión Académica de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UTM. Miembro actual del Comité Técnico de la Estación Experimental Portoviejo. Veinte años de experiencia en Manejo Integrado de Insectos- plagas en cultivos tropicales con énfasis en la identificación preliminar de artrópodos (plagas y benéficos) presentes en agroecosistemas de la costa ecuatoriana, además en el planeamiento y ejecución de proyectos de investigación con enfoque en control biológico, cultural e integrado de insectos dañinos. Ha trabajado en la cría de enemigos naturales con potencial para el control de plagas de importancia económica así como en la evaluación de la eficacia de sustancias insecticidas naturales y de síntesis química. Es autor y coautor de más de 60 publicaciones técnicas, científicas y de difusión, entre ellas 17 artículos científicos en revistas indexadas de USA, Ecuador, Colombia, Paraguay, Venezuela y Malasia. Miembro del Comité de Revisores de las Revistas Espamciencia y La Granja. Investigador acreditado por la SENESCYT con la categoría de Investigador Agregado 1(REG-INV-14-00002).



Karina  
Solís Hidalgo, Ph.D.

Ingeniera Agrónoma, en el año 2003 obtuvo su especialización en Ingeniería Genética y Biología Molecular, en el 2005 su grado de Magister en Biotecnología en la Universidad de Guayaquil. Durante el 2013 al 2017, fue tesista en el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, CITA-España y en el 2017 obtuvo su grado de Doctora en Ciencias Agrarias y del Medio Natural con Mención “CUM LAUDE”, en la Universidad de Zaragoza, Aragón-España. Desde el año 2000 es investigadora del Departamento de Protección Vegetal en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. Su experticia es la sanidad vegetal en cultivos tropicales con énfasis en el manejo integrado de plagas, modelos y recomendaciones para el manejo de enfermedades principalmente en cacao y plátano (musáceas), introduciendo el control biológico con especies de *Trichoderma* Pers. y hongos entomopatógenos. Realizando clínica y diagnóstico de problemas fitosanitarios, principalmente patógenos (hongos, oomicetos y bacterias) causantes de enfermedades en cultivos de la costa ecuatoriana, así como el estudio de las comunidades microbianas, su cultivo, selección *in vitro* e *in situ*, su caracterización microscópica y molecular. Dentro de su carrera profesional ha trabajado en varios proyectos de manejo integrado de enfermedades en cultivos tropicales. Ha participado como expositor y asistente a varios congresos, workshops, simposios, tanto nacionales como internacionales en España, Alemania, Colombia, Venezuela, Brasil, Costa Rica y Estados Unidos.



Xavier  
Muñoz Conforme, Mg.

Ecuatoriano, nacido en el cantón Chone, provincia de Manabí. Ingeniero Agrónomo graduado en la Universidad Técnica de Manabí, 2011. Master en Agroecología y Agricultura Sostenible en la Universidad Agraria del Ecuador, 2016. Becario del Departamento Nacional de Protección Vegetal, Sección Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, 2010. Investigador Agropecuario dentro del proyecto “Plan e Investigaciones para Seguridad Alimentaria – Rubro yuca”, financiado por SENESCYT, 2012 – 2016. Docente tiempo completo en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Chone, 2016 – 2018. Investigador Acreditado en la SENESCYT Investigador Auxiliar 1 - REG-INV-15-00438. Investigador Agropecuario dentro del proyecto “Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de insectos en su dispersión”. Autor y coautor de publicaciones científicas, técnicas y divulgativas enfocadas a sanidad vegetal y manejo agronómico de cultivos.



## Víctor Javier Cevallos Sandoval, M.Sc.

Ingeniero Agrónomo (2003) por la Universidad Técnica de Manabí, Magister Scientiae (2013) por la Universidad Federal de Vicosa Brasil, Investigador Acreditado por SENESCYT, Responsable Caucho Forestería de la Estación Experimental Santo Domingo del INIAP, obtentor de dos nuevos clones de caucho para Ecuador, Autor del artículo científico *Regressão aleatória Bayesiana para avaliação genética da resistência ao mal das folhas em seringueiras*, publicado en *Revista Ciência Agronômica*; coautor de *Assessing resistance of rubber tree clones to *Microcyclus ulei* in large-scale clone trials in Ecuador: a less time-consuming field method*, publicado en *European Journal of Plant Pathology*; coautor de *Breeding *Hevea brasiliensis* for yield, growth and SALB resistance for high disease environments*, coautor de *Suitable rubber growing in Ecuador: An approach to South American leaf blight*, coautor de *Performance of 10 *Hevea brasiliensis* clones in Ecuador, under South American Leaf Blight escape conditions*, publicados en *Industrial Crops and Products*; coautor de *Genetic diversity within and between accessions of *Elaeis oleifera* from the Ecuadorian Amazon* publicado en *International Journal of Agriculture and Environmental Research*.



Edwin  
Borja Borja, M.Sc.

Ecuatoriano, nacido en el cantón Guaranda, provincia Bolívar en 1984. Graduado de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Estatal de Bolívar en 2009, becario de INIAP 2008 e Investigador agropecuario en la Estación Experimental Santa Catalina, Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos DENAREF desde 2011 a 2016, ha participado en proyectos como: SENESCYT, Fortalecimiento Institucional, Economía agrícola y Agrobiodiversidad. Así como también, en la EET Pichilingue, Departamento de Protección Vegetal desde octubre 2018, con el proyecto “Etiología de la principal enfermedad de teca en Ecuador y rol de los insectos en su dispersión”. Máster en Biodiversidad: Conservación y Evolución de los Ecosistemas, premio extraordinario en la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Valencia España 2016 - 2017. Investigador acreditado y categorizado por la SENESCYT con el No. REGINV-16- 01543. Autor y coautor de publicaciones de manejo, conservación y usos de la agrobiodiversidad.

## CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

### **Danilo Vera Coello**

*Figuras:* 9a, 10a, 10b, 10d, 12, 42, 43, 46a, 46b, 47.

*Imágenes en páginas:* 22, 58.

### **Ernesto Cañarte Bermudez**

*Portada:* Insectos.

*Figuras:* 9b, 10c, 17, 18a, 18b, 19a, 19b, 20a, 20b, 21, 22, 23a, 23b, 23c, 23d, 30a, 30b, 30c, 30d, 31, 32a, 32b, 33a, 33b, 34a, 34b, 35a, 35b, 36 a, 36b, 37a, 37b, 38 a, 38b, 39a, 39b, 40a, 40b, 41a, 41b, 44, 45a.

*Imágenes en páginas:* 20, 32, 40, 72.

### **Bernardo Navarrete Cedeño**

*Figuras:* 27, 29, 48.

### **Xavier Muñoz Conforme**

*Figuras:* 24, 25a, 25b, 26, 28.

### **Edwin Borja Borja**

*Portada:* Disco de teca y plantación.

*Figuras:* 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 13a, 13b, 14a, 14b, 14c, 14d, 15a, 15b, 15c, 15d, 16a, 16b, 16c, 16d, 45b.

*Imágenes en páginas:* 25, 26, 29, 31, 34, 35, 38, 41, 70, 92, 105, 106, 122.



INSTITUTO NACIONAL DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



EL  
GOBIERNO  
DE TODOS



ISBN: 978-9942-22-469-9



9 789942 224699



agroinvestigacionecuador



@INIAPECUADOR



agroinvestigación iniap

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)  
Av. Eloy Alfaro N-30-350 y Av. Amazonas, Edificio MAGAP-Piso 4  
Casilla 17-17-362. Teléfonos (593-2) 2565963 / 2504 996 / 2567 645

[www.iniap.gob.ec](http://www.iniap.gob.ec)

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue