

Marchitez en especies forestales asociada a *Ceratocystis*

John Davis Loor Loor¹, Jonathan Alejandro Moreira Vera¹, Christopher Suárez Palacios², Sergio Miguel Vélez Zambrano^{1,3}

¹Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador

² Biológica S.A Ecuador

³Departamento de Fitopatología, Universidade de Brasília, 70910-900 Brasília, DF, Brasil

Dirección de contacto: smvelez@espam.edu.ec

Resumen

Ceratocystis fimbriata Ellis & Halsted es responsable de la marchitez vascular de especies forestales en el Ecuador, esta enfermedad está ocasionando la disminución de especies forestales lo que conlleva serias pérdidas económicas en las regiones productoras. Las especies de *Ceratocystis* son principalmente colonizadoras de heridas asociadas a insectos. Actualmente existe información científica que corrobora estos trabajos y que se hace necesaria presentarla de una forma un poco más integrada. Este levantamiento de información está focalizado en recopilar la documentación existente sobre *Ceratocystis* en el país, y así generar una perspectiva más completa de la realidad actual sobre la marchitez de especies forestales e identificar el verdadero impacto de esta enfermedad en los diversos sistemas forestales presentes en el Ecuador, en especial Teca (*Tectona grandis*) que es la especie más atacada por el patógeno en la actualidad.

Palabras clave: forestales, marchitez, *Tectona grandis*.

Introducción

El género *Ceratocystis* sp., se describe como un complejo de especies de patógenos que causan marchitez a una amplia gama de cultivos de importancia agronómica y forestal causando cuantiosas pérdidas económicas en todo el mundo (Cabrera et al., 2016; Oliveira et al., 2015).

Ceratocystis es un patógeno del suelo, que presenta varias cepas especializadas, cada una de estas cepas tiene un hospedante específico y al parecer distinta distribución geográfica (Herrera Isla et al., 2015; Valdetaro et al., 2019), los hospedantes que se ven afectados por este género incluye *Coffea arabica* (café), *Eucalyptus* spp., *Ficus carica* (Higuera), *Hevea brasiliensis* (árbol de caucho), *Mangifera indica* (mango), *Prunus* spp. (almendra y otras frutas de hueso), *Quercus* spp. (roble) y *Theobroma cacao* (cacao) (De Beer et al., 2014).

Actualmente, la familia Ceratocystidae se encuentra distribuida en 12 géneros (*Ambrosiella*, *Berkeleyomyces*, *Bretziella*, *Ceratocystis*, *Chalaropsis*, *Davidsoniella*, *Endoconidiophora*, *Huntella*, *Meredithiella*, *phialophoropsis* y *thielaviopsis*). (Nel et al., 2018; De Beer et al., 2017; Mayers et al., 2015). Estos géneros son colonizadores de heridas, con una diversidad de tipos de esporas y mecanismos de dispersión, como insectos vectores, viento, material de plantación infectado, injerto de raíces o transmisión mecánica durante la poda y la cosecha (Harrington, Schowalter, y Filip 2013).

En Ecuador, la enfermedad conocida como Mal del Machete se la reporto 1918, donde devasto miles de árboles de cacao Nacional (Suárez Capello, Moreira Duque, y Vera Barahona 1994). En la actualidad *Ceratocystis* representa una seria amenaza para la producción de especies forestales como (*Tectona grandis*). que ponen en riesgo la estabilidad de la especie en la región (Pinargote et al., 2018). El presente trabajo se realizó una recopilación exhaustiva de fuentes bibliográficas sobre *Ceratocystis* sp., y así generar una perspectiva más completa de la realidad actual sobre la marchitez de especies forestales y contribuir a investigaciones futuras con datos referenciales de la enfermedad.

Metodología

Para la construcción de la presente revisión bibliográfica, se hizo el planteamiento de la estructura base que debía contener. El rastreo inicial, de la

información, se realizó a través de los motores de búsqueda Google, Google Académico, Science Direct, Springer Link, ACS Publications, Redalyc, Web of Science. Una vez planteado se procedió a la búsqueda de artículos científicos y material académico con respaldo científico, tesis de pregrado, posgrado, maestría y doctorado de diferentes países en donde se presente *Ceratocystis*.

- **Sintomatología**

Una característica típica de *Ceratocystis* sp., es su rápido desarrollo de síntomas Iniciando en, las ramas individuales de la copa donde se aprecian hojas amarillentas y necróticas, las hojas secas generalmente permanecen adheridas a ramas muertas o moribundas a medida que los síntomas de la enfermedad se desarrollan rápidamente en todo el dosel, en el xilema se puede observar una decoloración o tinción radial marrón oscuro a negro, el cual es síntoma típico de marchitez causados por especies de *Ceratocystis* a más de estos síntomas se puede observar canchales, gomosis, agrietamiento de corteza y pudrición de raíces (Harrington 2013; Wingfield et al., 2013).

- **Morfología**

Ceratocystis es el agente causal de la enfermedad conocida como “mal de machete o marchitez vascular” (Liu et al., 2015), en medio PDA, desarrolla un micelio hialino que con el transcurso del tiempo se torna marrón verdoso oscuro, con células conidiógenas tubulares simples que se estrechan hacia sus ápices y producen cadenas de conidios rectangulares o conidios secundarios con forma de barril y pueden tener tamaños entre los 11-16 μm de largo por 4- 5 μm de ancho. Los conidióforos especializados forman clamidósporas de paredes gruesas consideradas como las estructuras de resistencia de *Ceratocystis*. Estas presentan tamaños entre 9-16 μm de largo y 6-13 μm de ancho (Hensleigh y Amaranth, 2017).

- **Epidemiología**

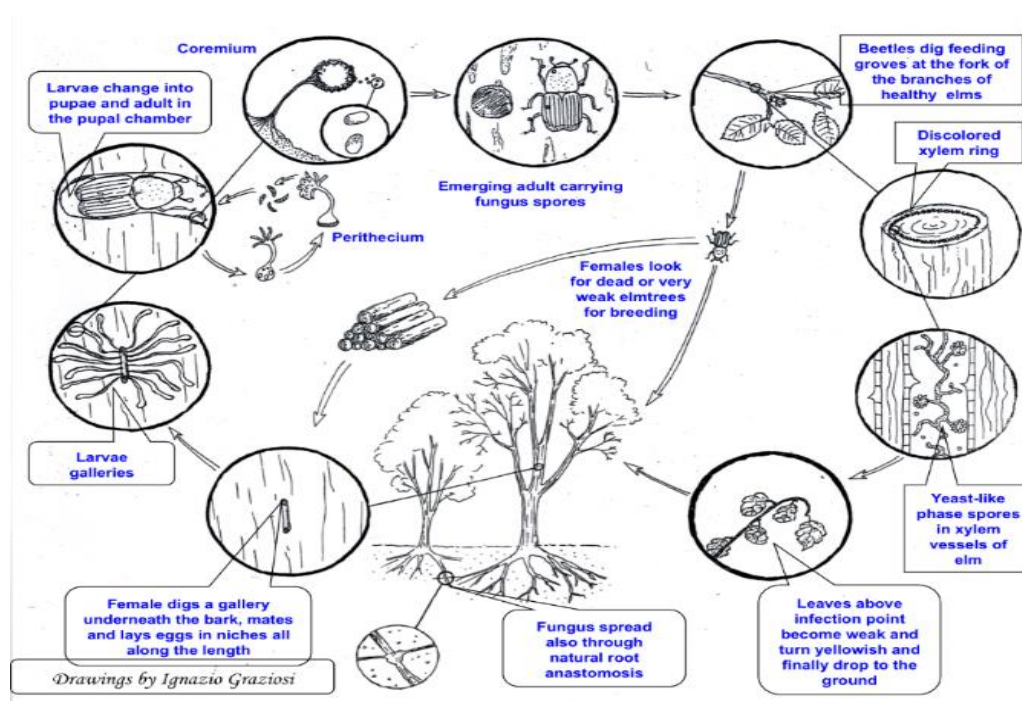
Ceratocystis es un parásito de heridas porque no puede invadir el árbol a través de la epidermis sana. Las heridas en la planta hospedera se pueden dar ya sea por medidas silviculturales, como podas o por eventos climáticos, como viento, granizo u otros, que dejan expuestos los tejidos, una vez que ha ingresado el patógeno la infección puede rodear y matar a un árbol de un diámetro de 30-40

cm en 2 a 3 años (Hughes et al., 2020). En estos árboles se produce una muerte regresiva de ramas produciéndose luego brotes adventicios con hojas pequeñas en el fuste después que las hojas mueren, El patógeno se transmite por vectores, este transporta esporas viables en su superficie corporal, Una vez que el patógeno es adquirido por el vector se podrían realizar un máximo de 13 infecciones y permanece infeccioso hasta 12 días (Talukder, Begum y Azad, 2007).

- **Ciclo de la enfermedad**

La diseminación de esporas provenientes de plantas enfermas o muertas, que se depositan en heridas da inicio a la enfermedad. El hongo coloniza los vasos del floema, lo que atrae a los insectos. Estos insectos perforan galerías, las cuales son invadidas por el hongo (Cordero Vega, 2017) varias especies de *Ceratocystis* producen aleurioconidios, y son dispersados por el suelo y el agua (Barnes et al., 2018).

Fig. 1. Ciclo de la enfermedad (Ghelardini y Santini 2009; Santini y Faccoli 2015)



- **Vectores**

Los escarabajos Ambrosia son especies de las subfamilias *Scolytinae* y *Platypodinae* (Fam. *Curculionidae*) que transportan y favorecen el crecimiento

de ciertos hongos (Soulioti, Tsopelas, y Woodward 2015), el género *Ceratocystis* produce sustancias volátiles de olor dulce o afrutadas que atraen a los insectos (Capurro 2007) esta capacidad de producir estos aromas combinado con las ascósporas pegajosas que produce este hongo le permite utilizar a los insectos como vectores, El transporte aéreo del hongo se da solamente cuando el aserrín y heces con conidias adheridas de los insectos que hacen galerías, es arrastrado por el viento hacia otras plantas. En el interior de las galerías se ha evidenciado peritecios así como aleurioconidios y endoconidios cubriendo las paredes (Soulioti et al. 2015).

Discusión

Según la literatura consultada la siembra de genotipos resistentes es la medida de control más adecuado (Arriel et al., 2016), para evitar los daños que ocasiona este patógeno, la variabilidad genética es el eje principal para la resistencia a la marchitez por *Ceratocystis*, ya se ha reportado cultivares resistentes como mango (*Mangifera indica*), Café (*Coffea*) (Cortina y Castro, 2015; Galli et al., 2011). Otras formas de control, está el control cultural donde todo aquel material que se sospeche infectado sea eliminado, para minimizar la probabilidad de diseminación del patógeno (Tran et al. 2018), esto aplica en especial en viveros donde la enfermedad ha provocado muerte de plantas para minimizar la probabilidad de enviar al campo plantines con infecciones, ha esto se suma otras soluciones preventivas como, limitar las heridas a árboles, evitar la poda durante la temporada de lluvias o el clima húmedo (Haugen et al., 2008).

Otra medida de control es por medio de aplicaciones de fungicidas para reducir el crecimiento y propagación de *Ceratocystis* (Tran et al., 2018). La implementación de estas estrategias ha resultado en el control de la marchitez causada por *Ceratocystis*.

Conclusión

La marchitez provocada por *Ceratocystis* spp. es una de las principales enfermedades que pueden afectar a las plantaciones forestales, en especial a la Teca, que es una de las especies más afectadas por esta patología.

Bibliografía

- Arriel, Daniele Aparecida Alvarenga, Lúcio Mauro da Silva Guimarães, Marcos Deon Vilela de Resende, Francisco Pinheiro Lima Neto, Daniella Flávia Said Heid Schettini Silva, Dalmo Lopes de Siqueira, y Acelino Couto Alfenas. 2016. «Genetic control of resistance on *Mangifera indica* to *Ceratocystis wilt*». *Scientia Horticulturae* 211:312-18.
- Barnes, Irene, Arista Fourie, Michael J. Wingfield, TC Harrington, DL McNew, LS Sugiyama, BC Luiz, WP Heller, y LM Keith. 2018. «New *Ceratocystis* species associated with rapid death of *Metrosideros polymorpha* in Hawai'i». *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* 40:154.
- Cabrera, Odalys García, Eddy Patricia López Molano, Juliana José, Javier Correa Álvarez, y Gonçalo Amarante Guimarães Pereira. 2016. «*Ceratocystis wilt* pathogens: history and biology—highlighting *C. cacaofunesta*, the causal agent of wilt disease of cacao». Pp. 383-428 en *Cacao Diseases*. Springer.
- Capurro, Maria Reyes. 2007. «Asociación hongos-insectos xilofagos presentes en muestras de maderas ingresadas en el laboratorio regional del servicio agrícola y ganadero (SAG)-osorno».
- Cordero Vega, María José. 2017. «Caracterización morfológica, patogénica y molecular de aislamientos de *Ceratocystis* spp. provenientes de seis zonas cafetaleras de Costa Rica».
- CORTINA, H., y CASTRO, B. 2015. «Evaluación de híbridos interespecíficos de *coffea Arabica* x *coffea Canephora* con resistencia a *Hemileia vastatrix* y *Ceratocystis colombiana*».
- De Beer, Z. Wilhelm, TA Duong, Irene Barnes, Brenda D. Wingfield, y Michael J. Wingfield. 2014. «Redefining *Ceratocystis* and allied genera». *Studies in Mycology* 79:187-219.
- De Beer, Z. Wilhelm, Seonju Marincowitz, Tuan A. Duong, y Michael J. Wingfield. 2017. «*Bretziella*, a new genus to accommodate the oak wilt fungus, *Ceratocystis fagacearum* (Microascales, Ascomycota)». *MycoKeys* 27:1.

- Galli, Juliana Altafin, Antonio Lucio Mello Martins, Margarida Fumiko Ito, Masako Toma Braghini, Nobuyoshi Narita, y Carlos Jorge Rossetto. 2011. «Secada-mangueira XXII: sobrevivência de variedades poliembrionicas». *Revista Brasileira de Fruticultura* 33(4):1119-26.
- Ghelardini, L., y A. Santini. 2009. «Avoidance by early flushing: a new perspective on Dutch elm disease research». *iForest-Biogeosciences and Forestry* 2(4):143.
- Harrington, TC. 2013. «Infectious Forest Diseases».
- Harrington, TC, TD Schowalter, y GM Filip. 1993. «Beetle–pathogen interactions in conifer forests».
- Haugen, Linda, Joseph O'Brien, Jill Pokorny, Manfred Mielke, y Jennifer Juzwik. 2008. «Oak wilt in the North Central region». Pp. 155-63 en.
- Hensleigh, P., y Pokorny M. Palmer Amaranth. 2017. «CABI Invasive Species Compendium». *Tobacco streak virus*.
- Herrera Isla, Lidcay, Horacio Grillo Ravelo, Thomas Harrington, Alejandro Díaz Medina, y Reinaldo Alvarez Puente. 2015. «Ceratocystis fimbriata Ellis & Halst. f. sp. spathodense (nueva especialización): agente causal de la marchitez en *Spathodea campanulata* Beauv. en Cuba». *Revista de Protección Vegetal* 30(1):40-45.
- Hughes, Marc A., Jennifer Juzwik, Tom Harrington, y Lisa Keith. 2020. «Pathogenicity, symptom development and colonization of *Metrosideros polymorpha* by *Ceratocystis lukuohia*». *Plant Disease* (ja).
- Liu, FeiFei, Michael Mbenoun, Irene Barnes, Jolanda Roux, Michael J. Wingfield, GuoQing Li, JieQiong Li, y ShuaiFei Chen. 2015. «New *Ceratocystis* species from *Eucalyptus* and *Cunninghamia* in South China». *Antonie van Leeuwenhoek* 107(6):1451-73.
- Mayers, Chase G., Douglas L. McNew, Thomas C. Harrington, Richard A. Roeper, Stephen W. Fraedrich, Peter HW Biedermann, Louela A. Castrillo, y Sharon E. Reed. 2015. «Three genera in the Ceratocystidaceae are the respective symbionts of three independent

- lineages of ambrosia beetles with large, complex mycangia». *Fungal Biology* 119(11):1075-92.
- Nel, WJ, TA Duong, BD Wingfield, MJ Wingfield, y ZW De Beer. 2018. «A new genus and species for the globally important, multihost root pathogen *Thielaviopsis basicola*». *Plant pathology* 67(4):871-82.
- Oliveira, LSS, LMS Guimarães, MA Ferreira, AS Nunes, LVA Pimenta, y AC Alfenas. 2015. «Aggressiveness, cultural characteristics and genetic variation of *Ceratocystis fimbriata* on *Eucalyptus* spp.» *Forest Pathology* 45(6):505-14.
- Pinargote, Carlos Belezaca, Edison Solano-Apunte, Rolando Lopez-Tobar, Renato Baque-Mite, Adrián Ávila-Loor, María Cándor-Jiménez, Tito Bohórquez-Barros, y Darío Dueñas-Alvarado. 2018. «Hongos fitopatógenos asociados a la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de *Tectona grandis* Lf (teca) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano». *Boletín Micológico* 33(2):17-29.
- Santini, Alberto, y Massimo Faccoli. 2015. «Dutch elm disease and elm bark beetles: a century of association». *iForest-Biogeosciences and Forestry* 8(2):126.
- Soulioti, Nikoleta, Panagiotis Tsopelas, y S. Woodward. 2015. «*Platypus cylindrus*, a vector of *Ceratocystis platani* in *Platanus orientalis* stands in Greece». *Forest pathology* 45(5):367-72.
- Suárez Capello, Carmen, Manuel Moreira Duque, y Jaime Vera Barahona. 1994. «Manual del cultivo de cacao».
- Talukder, M., Begum, F., y Azad, M. 2007. «Management of Pineapple Disease of Sugarcane through Biological Means». *J Agric Rural Dev* 5(1&2), 79-83.
- Tran, TTT, TQ Pham, Paul A. Barber, y CM Nguyen. 2018a. «Control of *Ceratocystis manginecans* causing wilt disease on *Acacia mangium* seedlings». *Australasian Plant Pathology* 47(6):579-86.

- Tran, TTT, TQ Pham, Paul A. Barber, y CM Nguyen. 2018b. «Control of *Ceratocystis manginecans* causing wilt disease on *Acacia mangium* seedlings». *Australasian Plant Pathology* 47(6):579-86.
- Valdetaro, Denise COF, Thomas C. Harrington, Leonardo SS Oliveira, Lúcio MS Guimaraes, Douglas L. McNew, Lucas VA Pimenta, Rivadave C. Gonçalves, Daniel A. Schurt, y Acelino C. Alfenas. 2019. «A host specialized form of *Ceratocystis fimbriata* causes seed and seedling blight on native *Carapa guianensis* (andiroba) in Amazonian rainforests». *Fungal biology* 123(2):170-82.
- Wingfield, BD, M. Van Wyk, H. Roos, y MJ Wingfield. 2013. «The ophiostomatoid fungi: expanding frontiers». *Ceratocystis: emerging evidence for discrete generic boundaries* 57-64.