



## Nota de Investigación / Research Note

# *Kretzschmaria zonata* (Lév.) P.M.D. Martin, causante de la pudrición del cuello y la raíz de teca

# *Kretzschmaria zonata* (Lév.) P.M.D. Martin, causal agent of root and neck rot in teak

David Gibrían Tovar<sup>1</sup>, Omar Alejandro Pérez Vera<sup>1</sup>, Silvia Edith García Díaz<sup>1</sup>,  
Rosario Medel Ortiz<sup>2</sup> y José Gibrían Tovar<sup>3</sup>

## Resumen

En plantaciones forestales comerciales de Campeche, México, la pudrición de raíces en árboles de teca (*Tectona grandis*: Lamiaceae) es una enfermedad que causa una extensa mortalidad en individuos de 4 a 8 años de edad. En este trabajo se determinó el agente causal de la pudrición basal del cuello y raíz. En campo, se caracterizaron los síntomas y se recolectaron estromas jóvenes de ejemplares asintomáticos y enfermos de teca. Los árboles infectados reducen su crecimiento, y follaje reducido el cual es de color verde amarillento y con en cuello y raíz. En la base del tronco se forma un tejido calloso (faldón) y debajo hay un estroma de color café oscuro a negro y aspecto carbonoso. Se identificó a *Kretzschmaria zonata*, como el agente causal, sobre la corteza formando una placa estromática. En medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) se aisló su anamorfo, *Geniculosporium*. En PDA a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , *Geniculosporium* crece en forma radial, con una coloración blanca a verde amarillenta a los 15 días, y tiñe el medio de cultivo de un color verde oscuro. Se registraron conidióforos hialinos, conidios hialinos y unicelulares de  $4-5 (7) \times 2-3 \mu\text{m}$ .

**Palabras clave:** Árboles, estroma, *Geniculosporium*, plantaciones forestales comerciales, *Tectona grandis* L. f., xylariales.

## Abstract

In commercial forest plantations in Campeche, Mexico, the root rot of the teak tree (*Tectona grandis* Lamiaceae) is a disease causing severe mortality in trees aged 4 to 8 years. This paper determines the causal agent of basal root and neck rot in teak. Symptoms were characterized from field collection, and young stromata from symptomatic trees and affected teak trees were collected. It was observed that infected trees reduce their growth and foliage, which has a yellowish green hue, and show root and neck rot. At the stem base a callous tissue (skirt) is formed, underneath which is a dark brown stroma with a black carbonaceous aspect. *Kretzschmaria zonata* was identified growing on the bark and forming stromatic plates as the causal agent of this rot. Its anamorph, belonging to the *Geniculosporium* genus, was isolated in a Potato Dextrose Agar culture medium (PDA). *Geniculosporium* grew radially in PDA at  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , changing its color from white to yellow-green in 15 days and staining the medium culture with a dark green hue. Hyaline conidiophores, hyaline and single-celled conidia from  $4-5 (7) \times 2-3 \mu\text{m}$  were registered.

**Key words:** Trees, stromata, *Geniculosporium*, commercial forest plantations, *Tectona grandis* L. f., xylarial.

Fecha de recepción/Date of receipt: 29 de octubre de 2013; Fecha de aceptación/Date of acceptance: 10 de julio de 2014.

<sup>1</sup> División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Correo-e: oalejandrovera@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Forestales. Universidad Veracruzana

<sup>3</sup> Forestal Milenio.

*Tectona grandis* L. f. es una latifoliada tropical que pertenece a la familia Verbenaceae, y es conocido como teca o *teak* (en inglés); nativa del sudeste de Asia donde alcanza una altura promedio de 50 m de altura y 2 m de diámetro. Esta especie, por la calidad de su madera ha sido introducida en regiones de clima tropical como Indonesia, Sri Lanka, Vietnam, Malasia, Islas Salomón, Costa de Marfil, Nigeria y Togo. En América Tropical fue traída a Trinidad en 1913-1916, con semillas procedentes de Myanmar y distribuyéndose en Antigua, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Haití, Honduras, Jamaica, México, Perú, Puerto Rico y Venezuela (Weaver, 1993; Fonseca, 2004). En México, los primeros ensayos se hicieron en 1981 en el campo experimental de El Tormento del entonces Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF); las plantaciones a mayor escala iniciaron antes del año 2000 y para el 2007 la Comisión Nacional Forestal registra una superficie de 34 700 ha distribuidas en Campeche, Chiapas, Nayarit, Tabasco y Veracruz apoyadas por el programa ProÁrbol (Velázquez *et al.*, 2013). En estas se presenta la roya *Olivea tectonae* (T. S. Ramakr. & K. Ramakr.) J. L. Mulder y *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. que se asocia a pudriciones de raíz en árboles jóvenes (Méndez *et al.*, 2008).

En el estado de Campeche, en una plantación comercial de 40 000 ha, se detectó una enfermedad que causó la muerte del arbolado joven (4 a 8 años de edad) en 2 %, la cual ocurre, principalmente, en grupos; la mayoría de los árboles presentan entre la base del tallo y el cuello de la raíz un tejido calloso y en su parte baja se forma el estroma, de manera superficial, de color negro con tonalidades grises y blancas, causa una pudrición de la madera del sistema radical y de la base del tronco. Las hojas toman un color verde amarillento a amarillo y se secan. Estos signos y síntomas son similares a los que se observa en el norte de Veracruz, en plantaciones de *Citrus sinensis* L., *C. paradisi* L. y *C. reticulata* causado por *Hypoxylon deustum* Hoffm.: Fr (= *Kretzschmaria deusta* Hoffm. P.M.D. Martín) (Díaz *et al.*, 1990; Díaz, 1994).

San Martín y Lavín (1997) afirman que el hongo causante de pérdidas en huertas citrícolas de Veracruz, Tamaulipas y Nuevo León es *Ustulina zonata* Lév. Sacc. (= *Kretzschmaria zonata*). Por tal motivo se planteó identificar el agente causal de la pudrición basal del cuello y raíz en plantaciones comerciales de teca en Campeche.

## Sintomatología y recolecta en campo

Se inspeccionaron 50 árboles de teca de tres años de edad en el estado Campeche y se derribaron 10 árboles para caracterizar signos y síntomas de la parte aérea y raíz. Se colectaron estromas jóvenes de la base del tallo. El material recolectado fue etiquetado, colocado en bolsas de polipapel y trasladado al Laboratorio de Parasitología Forestal de la

*Tectona grandis* L. f. is a tropical broadleaf of the Verbenaceae family and is commonly known as teak; it is native to southeastern Asia, where it reaches an average height of 50 m and a diameter of 2 m. Due to the high quality of its wood, this species has been introduced in regions with a tropical climate, such as Indonesia, Sri Lanka, Vietnam, Malaysia, the Solomon Islands, Ivory Coast, Nigeria and Togo. In the tropical American continent it was brought to Trinidad between 1913 and 1916, with seeds from Myanmar, and was distributed to Antigua, Belize, Bolivia, Brazil, Colombia, Costa Rica, Cuba, the Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, the French Guayana, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico, Peru, Puerto Rico and Venezuela (Weaver, 1993; Fonseca, 2004). In Mexico, the first assays were carried out in 1981 at the *El Tormento* Experimental Station, property of the former *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales* (INIF). Plantations on a large scale were started before the year 2000 and, by 2007, the *Comisión Nacional Forestal* registered a surface area of 34 700 ha distributed in *Campeche*, *Chiapas*, *Nayarit*, *Tabasco* and *Veracruz*, and supported by the *ProÁrbol* program (Velázquez *et al.*, 2013). Species associated to root rot in young trees occurring in these plantations include *Olivea tectonae* (T. S. Ramakr. & K. Ramakr.) J. L. Mulder and *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (Méndez *et al.*, 2008).

In a commercial plantation of 40 000 has in the state of *Campeche*, a disease was detected as the cause of the death of 2 % of the young trees (aged 4 to 8 years), primarily in groups. Most trees show callous tissue between the stem base and the root neck, and black stromata with gray and white hues are formed superficially in their lower part, rotting the wood of the root system and the stem base. The leaves take on a yellow-green to green hue and dry. These signs and symptoms are similar to those caused by *Hypoxylon deustum* Hoffm. Fr (= *Kretzschmaria deusta* Hoffm. P. M. D. Martín) in *Citrus sinensis* L., *C. paradisi* L. and *C. reticulata* plantations in northern Veracruz, (Díaz *et al.*, 1990; Díaz, 1994).

San Martín and Lavín (1997) state that the fungus that has caused losses in citrus orchards of Veracruz, Tamaulipas and Nuevo León is *Ustulina zonata* Lév. Sacc. (= *Kretzschmaria zonata*). For this reason, attempts were made to identify the causal agent of basal root and neck rot in commercial teak plantations of *Campeche*.

## Symptomatology and field collection

50 teak trees aged 3 years were examined in the state of *Campeche*, and 10 trees were felled in order to characterize signs and symptoms of the aerial part and the root. Young stromata were collected from the stem base. The material was labeled, placed in polypaper bags and transferred to the Forest Parasitology Laboratory of the Forest Sciences Division of the *Universidad Autónoma Chapingo*, where it was preserved at 4 °C.

División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, donde se conservaron a 4 °C.

## Aislamiento e identificación

De la periferia de una placa estromática joven se tomaron masas de conidias con una aguja de disección estéril y fueron transferidas a cajas de Petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar al 2 % (PDA, Bioxon). Estas se incubaron a una temperatura de  $25 \pm 2$  °C, con luz natural por un periodo de 15 días. De los aislamientos obtenidos se realizaron cultivos monospóricos en agua-agar al 2 % (AA, Bioxon) y los conidios se almacenaron en glicerol al 25 %, a -85 °C. La identificación se hizo a nivel de género, con las claves taxonómicas de Ju y Rogers (1996) y San Martín *et al.* (1998).

Los estudios de la morfología de la fase sexual se llevaron a cabo a partir de cortes transversales del estroma y de los peritecios, efectuados manualmente; montados en preparaciones permanentes en glicerol al 50 % acidificado con HCl, para su observación en un microscopio compuesto (Leica MD2500). La identificación de género y especies se efectuaron con las claves de San Martín y Lavín (1997) y Rogers y Ju (1998).

Con el fin de observar la línea germinal de la ascospora, se utilizó microscopía electrónica de barrido. Las ascosporas se fijaron en glutaraldehído al 3 % y lavaron en amortiguador de fosfatos Sorensen's al 0.1 M. Las muestras se deshidrataron en una serie de soluciones de alcohol (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 %; las últimas tres soluciones dos veces), se secaron con CO<sub>2</sub> en un desecador de punto crítico Sandri-780A® (TOUSIMIS Research Corporation, Rockville, USA) y se recubrieron en una ionizadora JFC-1100® (JEOL LTD, Tokyo, Japan). Las observaciones al microscopio electrónico de barrido JEOL JSM-6390® (Tokyo, Japan) se hicieron en la Unidad de Microscopía Electrónica del Colegio de Postgraduados.

## Sintomatología en campo

La enfermedad en la plantación se presentó en manchones, y los árboles afectados muestran una reducción en el crecimiento y poco follaje, con tonos de verde claros a amarillos (Figura 1A). Sin embargo, es posible observar individuos asintomáticos en su follaje, hasta que la pudrición avanza en la base del tronco; es aquí donde se presentan los signos y síntoma más característico de la enfermedad; cuando ocurre la pudrición de raíz y alcanza el cuello del árbol, en el que se forma una constricción, la cual bloquea el paso de líquidos que bajan por el floema, por lo que hace que se forma un tejido calloso, turgente con apariencia de faldón alrededor del tronco (Figura 1B). No obstante, mientras al agua de la raíz logre ascender por el xilema, el árbol sigue realizando sus funciones vitales y continúa mandando sustancias elaboradas por floema, lo cual

## Isolation and identification

From the periphery of a young stromatic plate, conidia masses were drawn with a sterile dissecting needle and transferred to Petri dishes with a 2 % potato dextrose agar culture medium (PDA, Bioxon). From the isolations thus obtained, monosporic cultures were carried out in 2 % water agar (AA Bioxon), and the conidia were stored in 25 % glycerol at -85 °C. The identification was made at genus level, according to the taxonomic codes of Ju and Rogers (1996) and of San Martín *et al.* (1998).

The studies on the morphology of the sexual phase were carried out based on manual cross cuts of the stroma and of the perithecia, mounted in permanent preparations in HCl-acidified 50 % glycerol for observation under a compound microscope (Leica MD2500). The genus and species were identified according to the codes of San Martín and Lavín (1997) and of Rogers and Ju (1998).

A scanning electronic microscope was used to observe the germinal line of the ascospore. The ascospores were fixed in 3 % glutaraldehyde and were rinsed with Sorensen's 0.1 M phosphate buffer. The samples were dehydrated in a series of alcohol solutions (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 %, twice in the last three solutions), critical-point dried with CO<sub>2</sub> using a Sandri-780A® apparatus (TOUSIMIS Research Corporation, Rockville, USA), and covered in a JFC-1100® ionizer (JEOL LTD, Tokyo, Japan). Observations under the JEOL JSM-6390® scanning electronic microscope (Tokyo, Japan) were carried out at the Electronic Microscopy Unit of the Postgraduate College.

## On-field symptomatology

The disease occurred in patches in the plantation, and the affected trees show a reduction in growth and sparse foliage with light green to yellow hues (Figure 1A). However, individuals present in the foliage may be asymptomatic until the rot at the stem base progresses; it is there that the most characteristic signs and symptoms of the disease occur; when there is root rot; finally, the rot reaches the tree neck, where a constriction blocks the passage of the fluids that descend along the phloem, and therefore a turgid, callous tissue is formed, having the appearance of a skirt around the stem (Figure 1B). However, as long as water is able to ascend from the root through the xylem, the tree continues to perform its vital functions and send substances produced by the phloem; this condition may persist for several weeks, according to the size and vigor of the affected tree.

At the site of the constriction, the surface of the tissue is dark, with a hardened bark, and will form a conidial stroma with a white halo; then a dark brown to black perithecial stroma occurs, having the appearance of coal (Figure 1 C). The newly infected roots are black due to the great accumulation of

puede suceder por varias semanas, dependiendo del tamaño y vigor del árbol afectado.

En el sitio de constricción, la superficie del tejido es oscura, con la corteza endurecida, y formará un estroma conidial con un halo blanco, después se presenta un estroma peritecual color café oscuro a negro, de aspecto carbonoso (Figura 1C). Las raíces recién infectadas son negras por la gran acumulación de hifas; su corteza es fácilmente desprendible, textura acuosa, húmeda, la madera, posteriormente, adquiere una consistencia fibrosa en la superficie.

El patógeno causa una pudrición suave de la madera, el micelio consume la celulosa en la pared celular secundaria, dejar intacta la lamela media, rica en lignina; por ello se aprecia la madera con una apariencia compacta; sin embargo, la resistencia disminuye conforme se desarrolla la pudrición (Figura 1D). Algo similar ocurre en plantaciones de cítricos en Argentina, en los que *Kretzschmaria deusta* provoca una pudrición blanda en la madera muerta o tocones, donde forma cavidades en la capa  $S_2$  de la pared secundaria de las fibras de las traqueidas. La madera podrida contiene gran cantidad de hifas de color oscuro en sección longitudinal, en la que al poco tiempo se forman estromas carbonosos, de aspecto de costroso, y las plantas mueren de 12 a 15 meses, a partir del inicio de la enfermedad (Palacios *et al.*, 2008). En *Hevea brasiliensis* Muell Arg., el daño inicial por *K. zonata* se observa al interior de los tejidos de la raíces por donde penetra el hongo, a través de heridas mecánicas ocasionadas por el crecimiento de raíces en el suelo, o por labores culturales en las plantaciones; este daño no es visible, y de manera similar ocurre con la aparición de cuerpos fructíferos que se desarrollan a nivel del cuello del árbol, los cuales se confunden con el suelo (Brooks, 1915). Sánchez (2011) considera que las características físicoquímicas del suelo son factores que impiden la formación de raíces laterales en plantaciones de teca en Campeche. Entre ellas la relación calcio/carbono (15:1); la acidez, por el aluminio; y la formación de agregados angulares compactos de 30 cm de profundidad que provocan la ruptura de la raíz primaria y la formación de raíces adventicias, lo que permite la entrada de patógenos oportunistas que contribuyen al debilitamiento del árbol.

En cortes de tocones se aprecia la pudrición de la madera de afuera hacia adentro, con evidencias de pérdida de celulosa. La infección por *K. zonata* alcanza las raíces principales y secundarias; afecta la madera central de la raíz y puede alcanzar varios centímetros de longitud. La muerte de los árboles se presenta en manchones y en un proceso de mortalidad secuencial, con árboles muertos, sin ramas, a muertos con ramas, luego recién muertos, los que están a punto de morir con follaje reducido y amarillento, y, por último, los que se ven sanos; aunque pueden tener síntomas internos en la base del árbol e incluso estructuras reproductoras del hongo (estromas).

hyphae; their bark is easily detached and has a watery, moist texture; subsequently, the wood acquires a fibrous consistency on the surface.

The pathogen causes a soft rotting of the wood. The mycelium consumes the cellulose in the secondary cell wall, leaving the lignine-rich middle lamella untouched. For this reason, the wood has a compact appearance; however its resistance decreases as the rotting advances (Figure 1D). Something similar occurs in citrus plantations in Argentina, where *Kretzschmaria deusta* causes a soft rotting of dead wood or stumps, forming cavities in the  $S_2$  layer of the secondary wall of the tracheid fibers. The cross-section of the rotten wood contains a large amount of dark hyphae, on which carbonaceous stromata with a scabby appearance are soon formed, causing the death of the plants 12 to 15 months after the onset of the disease (Palacios *et al.*, 2008). In *Hevea brasiliensis* Muell Arg., the initial damage produced by *K. zonata* is observed within the root tissues through which the fungus penetrates, through mechanical wounds due to the growth of the roots in the soil or to agricultural work in the plantation. This damage is not visible; a similar case is the occurrence of fruit-bearing bodies that develop at the neck of the tree and are blended together with the soil (Brooks, 1915). Sánchez (2011) considers that the physicochemical characteristics of the soil are factors that prevent the formation of side roots in teak plantations in Campeche. These include the calcium/carbon ratio (15:1); the aluminum-related acidity, and the formation of 30 cm deep compact angular aggregates, which cause root rupture and formation and thereby allow entry of opportunistic pathogens that contribute to the weakening of the tree.

Cross-sections of stumps show the rotting of the wood from the inside out with evident loss of cellulose. Infection by *K. zonata* reaches the main and secondary roots; it affects the central wood of the roots and may cover several centimeters in length. Tree death occurs in patches and is a process of sequential mortality, going from dead branchless trees to dead trees with branches, newly dead trees, trees about to die, with a reduced, yellowish foliage, and, finally, healthy-looking trees that may have basal internal symptoms or even fungus-reproducing structures (stromata). In the presence of winds, the diseased trees fracture by the neck.

## Isolation and identification

A genus similar to *Geniculosporium* Chesters & Greenh was identified in the middle of a PDA culture of material from direct sowing of *Kretzschmaria zonata* ascospores. The growth was radial, with an initial white to dark yellow-green coloration after 15 days, and stained the culture medium with a dark green hue. The presence of hyaline conidiophores with 4-5 (7) x 2-3  $\mu$ m hyaline and unicellular conidia was observed. These characteristics of the anamorph fit the description of Ju and Rogers (1996). The adequate axenic culture medium for the

En la presencia de vientos, los árboles enfermos se fracturan por el cuello.

## Aislamiento e identificación

Se identificó un género similar a *Geniculosporium* Chesters & Greenh en medio de cultivo PDA de material proveniente de siembra directa de ascosporas de *Kretzschmaria zonata*. El crecimiento fue radial, con una coloración inicial blanca a verde amarillenta oscura a los 15 días, y tiñe el medio de cultivo de verde oscuro. Conidióforos hialinos con conidios hialinos y unicelulares de  $4\text{--}5\text{ (7)} \times 2\text{--}3\text{ }\mu\text{m}$ . Estas características del anamorfo corresponden con la descripción de Ju y Rogers (1996). El medio de cultivo axénico adecuado para el desarrollo del anamorfo de *K. zonata* es harina-avena-agar al 2 % (Rogers y Ju, 1998). Estos autores registran que la colonia es blanca a gris oscuro y al reverso de la caja de Petri de color negro; con márgenes enteros; azonotados y un diámetro de 90 mm, a una temperatura de 20 °C durante 12 h bajo de luz fluorescente y después de 30 días. Los conidios, están presentes son hialinos, cilíndricos a elipsoides de  $5.5\text{ (7.5)} \times 2\text{ (3)}\text{ }\mu\text{m}$  con su base plana.

Los estromas son de color café oscuro a negro, pulvinado a efuso pulvinado e internamente debajo de los peritecios con una capa blanquecina formando una placa estromática con crecimiento irrestricto sobre la corteza (Figura 2A y B). Peritecios ovoides de  $1.2\text{ (1.4)} \times 0.8\text{ (1)}\text{ mm}$  (Figura 2B); ascas hialinas evanescentes de  $300 \times 10\text{ }\mu\text{m}$ , con ocho ascosporas (Figura 2C y D). Ascosporas de color café oscuro a casi negro elipsoides inequilaterales con extremos ligeramente agudos de  $(24\text{--}) 25\text{--}29\text{ (32)} \times (8\text{--}) 9\text{ (10.5)}\text{ }\mu\text{m}$ , con línea germinal recta (Figura 1E). Las características anteriores concuerdan con Brooks (1915); Rogers y Ju (1998) y San Martín y Lavín (1997). En madera de un bosque tropical de Chiapas se han registrado estromas y en zonas de Veracruz con árboles de naranja (*Citrus* spp.) síntomas de una muerte descendente (San Martín y Lavín, 1997).

El estroma del hongo es de tipo repando pulvinados superficiales de  $3\text{ (7.5)} \times 2\text{ (5)} \times 0.1\text{ (0.2)}\text{ cm}$ , de color oscuro a negro y una capa blanquecina debajo de los peritecios. La superficie es lisa, pero se observan las protusiones periteciales. Peritecios ovoides, monósticos, de  $(1.2\text{--}) 1.5 \times 0.9\text{ (1)}\text{ mm}$  con ostiolos inconspicuos a hemisféricamente papilados. Ascos no observados. Ascosporas de color café 0 muy oscuro a casi negro, elipsoides inequilaterales a crescéticas con extremos estrechos, frecuentemente constreñidos, de  $(25\text{--}) 29\text{ (30)} \times (8\text{--}) 12\text{ }\mu\text{m}$ , con la línea germinal recta, casi a todo lo largo de la espora.

development of the *K. zonata* anamorph is 2 % oatmeal-agar (Rogers and Ju, 1998). According to these authors, the colony is white to dark gray, and black on the underside of the Petri dish, with whole margins, zonings and a diameter of 90 mm, at a temperature of 20 °C during 12 h under fluorescent light and after 30 days. The conidia are hyaline, cylindrical to ellipsoidal, with a flat base, and measure  $5.5\text{ (7.5)} \times 2\text{ (3)}\text{ }\mu\text{m}$ .

The stromata are dark brown to black, effused to pulvinate, and they occur internally underneath the perithecia, and a whitish coat forms a stromatic plate with unrestricted growth on the bark (Figure 2A and B). Oval  $1.2\text{ (1.4)} \times 0.8\text{ (1)}\text{ mm}$  perithecia (Figure 2B); ascae are evanescent and hyaline and measure  $300 \times 10\text{ }\mu\text{m}$ , with eight ascospores (Figure 2C and D). Dark brown to black ascospores, non-equilateral ellipsoids with slightly sharp  $(24\text{--}) 25\text{--}29\text{ (32)} \times (8\text{--}) 9\text{ (10.5)}\text{ }\mu\text{m}$  ends, and with a straight germinal line (Figure 1E). The above characteristics agree with the descriptions made by Brooks (1915); Rogers and Ju (1998), and San Martín and Lavín (1997). Stromata have been found as symptoms of a top-down death in a tropical forest in Chiapas, as well as in certain orange (*Citrus* spp.) groves in Veracruz (San Martín and Lavín, 1997).

The fungus stroma is superficial repando-pulvinate, and measures  $3\text{ (7.5)} \times 2\text{ (5)} \times 0.1\text{ (0.2)}\text{ cm}$ ; it is dark to black in color, with a whitish layer underneath the perithecia. The surface is smooth, but shows perithecial protrusions. Oval, monostic perithecia measuring  $(1.2\text{--}) 1.5 \times 0.9\text{ (1)}\text{ mm}$ , with un conspicuous to hemispherically papillate ostioles are present, and so are very dark brown to black ascospores, non-equilateral to crescentic-ellipsoid, with narrow and frequently constricted ends, measuring  $(25\text{--}) 29\text{ (30)} \times (8\text{--}) 12\text{ }\mu\text{m}$ , and with a straight germinal line along almost the entire spore. No ascae have been observed.

Rogers and Ju (1998) point out that *K. pavimentosa*, (Ces.), *K. sandvicensis* (Reichardt) and *K. zonata* are distributed in tropical and subtropical areas; they are confused with *K. deusta*, which is primarily distributed in temperate climates, while *K. zonata* is a significant pathogen of perennial tropical crops and differs from the first one in the characteristics of the ascospore. The former has a dark brown, nearly black ascospore with a straight germinal line along almost its entire length, while the latter has brown ascospores with a short straight germinal line along less than  $\frac{3}{4}$  the total length of the propagulus.

The fungus that causes root and neck rot in *Tectona grandis* is *Kretzschmaria zonata*. This species has been cited as causing root rot in various crops, including citrus trees. The obtainment of the *Geniculosporium* genus in PDA corroborates that it is the anamorph of the *Kretzschmaria* genus. It is regarded as an economically relevant disease in the state of Campeche, as it is a cause of death of teak trees. 🌿



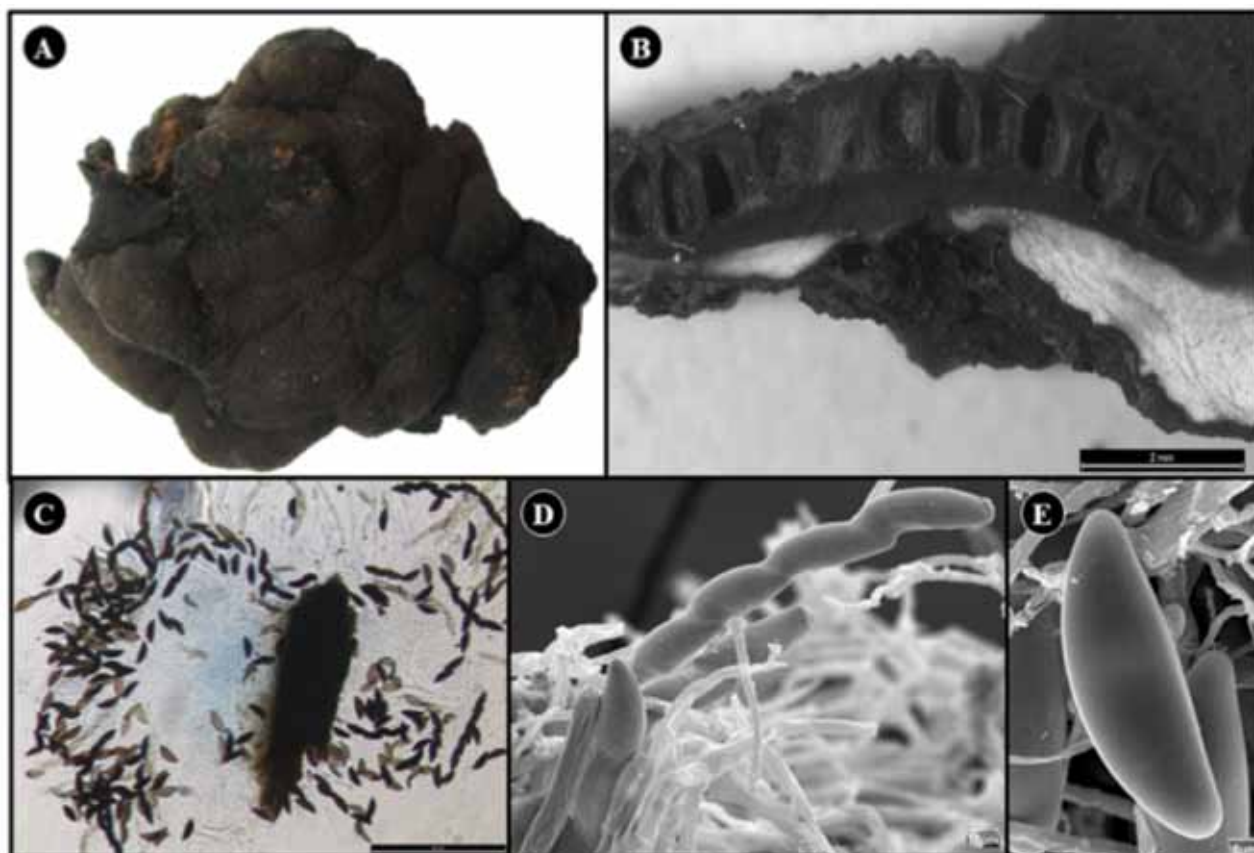




A) Árbol asintomático de teca con poco follaje y de color verde amarillento; B) Tejido calloso (hipertrofia) alrededor de la base del tronco; C) Estromas de color negro sobre la corteza; D) Raíz con pudrición.  
A) Asymptomatic teak tree with sparse, yellow-green foliage; B) Callous tissue (hypertrophy) around the stem base; C) Black stromata on the bark; D) Root rot.

Figura 1. Plantación comercial de *Tectona grandis* L. f. infectada por *Kretzschmaria zonata* Lév. P.M.D. Martin.

Figure 1. Commercial *Tectona grandis* L. f. plantation infected by *Kretzschmaria zonata* Lév. P.M.D. Martin.



A) Estroma. B) Peritecios. C y D) Ascas con ascosporas. E). Ascosporas con línea germinal.  
A) Stroma; B) Perithecia; C y D) Ascae with ascospores. E). Ascospores with germinal line.

Figura 2. *Kretzschmaria zonata* Lé. P.M.D. Martín.

Figure 2. *Kretzschmaria zonata* Lé. P.M.D. Martín.

Rogers y Ju (1998) señalan que *K. pavimentosa*, (Ces.), *K. sandvicensis* (Reichardf) y *K. zonata*, se distribuyen en zonas tropicales y subtropicales, se confunden con *K. deusta*, cuya distribución principalmente es en clima templado y *K. zonata* es un patógeno importante de cultivos tropicales perennes que difiere de *K. deusta*, principalmente, por las características de la ascospora. El primero tiene una ascospora café oscura casi negra con línea germinal recta, casi a todo lo largo de la ascospora; y en la segunda, las ascosporas son color café con una línea germinal recta, corta, alcanzando menos de  $\frac{3}{4}$  de la longitud total del propágulo.

El hongo causante de la pudrición del cuello y raíces en *Tectona grandis* es *Kretzschmaria zonata*, especie que ha sido citada anteriormente como causante de pudriciones de raíz en diversos cultivos, entre ellos los cítricos. La obtención en PDA del género *Geniculosporium* corrobora que el anamorfo es del género *Kretzschmaria*. Se considera una enfermedad de importancia económica, ya que ocasiona la muerte de árboles de teca en el estado de Campeche. 🍄

## Acknowledgments

This research is part of the Project of the *Fondo Sectorial para la Investigación y Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal*, Conafor-Conacyt 148206 (*Diagnóstico y alternativas para la prevención, control y manejo de diversas plagas y enfermedades que afectan las plantaciones forestales comerciales*).

End of the English version





## Agradecimientos

Esta investigación forma parte del proyecto del Fondo Sectorial para la Investigación y Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal, Conafor-Conacyt 148206 (Diagnóstico y alternativas para la prevención, control y manejo de diversas plagas y enfermedades que afectan las plantaciones forestales comerciales).



## Referencias

- Brooks, F. T. 1915. A disease of plantation rubber caused by *Ustulina zonata*. *New Phytologist* 14: 152-164.
- Díaz, Z. U. 1994. Combate de cancro basal *Ustulina deusta* Hoffm. ex. Petrak en naranja Valencia *Citrus sinensis* (L.) Osbeck en Alamo, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 114 p.
- Díaz, Z. U., P. J. C. Delgado y L. E. N. Becerra. 1990. Estudios preliminares sobre el "cáncer basal" o muerte de árboles de cítricos en el norte del estado de Veracruz. *Revista Mexicana de Fitopatología* 8: 13-16.
- Fonseca, G. W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Costa Rica. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Fonafifo). Heredia, Costa Rica. 121 p.
- Ju, Y.-M. and J. D. Rogers. 1996. A revision of the genus *Hypoxylon*. The Mycological Society of America. *Mycologia Memoir and the Phytopathological Society of America*. St. Paul, MN, USA. 365 p.
- Méndez M., J. T., S. E. García D., B. Don Juan M. y L. Ángel A. 2008. Diagnóstico fitosanitario en plantaciones forestales comerciales en las Choapas, Veracruz y Huimanguillo, Tabasco. Conafor-Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx., México. 112 p.
- Palacios, J., A. I. Hladki, L. D. Ploper y N. V. Canton. 2008. Plantaciones cítricas afectadas por *Kretzschmaria deusta* en la provincia de Salta (Argentina). *Lilloa* 45(1-2): 83-85.
- Rogers, J. D. and Y.-M. Ju. 1998. The genus *Kretzschmaria*. *Mycotaxon* 68: 345-393.
- Sánchez, R. F. 2011. Identificación y manejo de plagas y enfermedades detectadas en plantaciones forestales comerciales de teca y cedro en el estado de Campeche. FOMIX-Conacyt. México, D.F., México. 54 p.
- San Martín, F. E. y P. A. Lavin. 1997. Datos sobre los géneros *Entonaema* y *Ustulina* (Pyrenomycetes, Xylariaceae). *Acta Botánica Mexicana* 40: 25-35.
- San Martín, F., J. D. Rogers e Y.-M. Ju. 1998. Clave dicotómica provisional para los géneros de la familia Xylariaceae (Pyrenomycetes, Sphaeriales) de México. *Acta Botánica Mexicana* 42: 35-41.
- Velázquez, M. A., H. S. Posadas, A. M. F. González, A. G. Guerrero, A. Aldrete, H. S. Posadas, M. J. González, S. F. Cázares, T. L. Ocampo, J. L. Upton y C. R. Herrera. 2013. Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Comisión Nacional Forestal (Conafor). México, D.F., México. 472 p.
- Weaver, P. L. 1993. *Tectona grandis* L. f. Teak. SO-ITF-SM-64. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, LA, USA. 18 p.





