

# FICHA TÉCNICA

## PUDRICIÓN NEGRA DEL AGAVE



*Ceratocystis paradoxa*

Créditos: Avila, 2015.

Oficina Dirección

Deposito Interno de Control en el SENASICA

+52(55) 5325 1200 ext. 31646  
+52(55) 3371 5300 ext. 30595

Dirección

Campañas Fitosanitarias

01 902 987 9879

www.gob.mx

www.senasica.gob.mx

**SAGARPA**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



**SENASICA**

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,  
INOCUIDAD Y CALIDAD  
AGROALIMENTARIA

CONTENIDO

IDENTIDAD ..... 1  
    Nombre científico ..... 1  
    Clasificación taxonómica ..... 1  
    Sinonimias ..... 1  
    Nombre común ..... 1  
IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA ..... 1  
SITUACIÓN FITOSANITARIA EN MÉXICO ..... 1  
HOSPEDANTES ..... 1  
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL ..... 2  
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA ..... 3  
ASPECTOS BIOLÓGICOS ..... 4  
    Ciclo de vida ..... 4  
SÍNTOMAS ..... 5  
ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS ..... 6  
    Epidemiología de la plaga ..... 6  
    Dispersión ..... 7  
MÉTODOS DE DETECCIÓN ..... 7  
MUESTREO ..... 7  
MEDIDAS FITOSANITARIAS ..... 8  
    Control legal ..... 8  
    Control cultural ..... 8  
    Control Biológico ..... 9  
    Control Químico ..... 9  
LITERATURA CITADA ..... 9

## IDENTIDAD

### Nombre científico

*Ceratocystis paradoxa* (CABI, 2017a).

### Clasificación taxonómica

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Microascales

Familia: Ceratocystidaceae

Género: *Ceratocystis*

Especie: *Ceratocystis paradoxa*

(CABI, 2017a)

### Sinonimias

*Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) von Höhnelt

*Ceratostomella paradoxa* Dade

*Chalara paradoxa* (de Seynes) Saccardo

*Ophiostoma paradoxa* (Dade) Nannfeldt

(EPPO-PQR, 2016)

### Nombre común

Corazón negro de la caña, enfermedad de la piña, mal de piña, marchitez barbada, marchitez barbada de los árboles frutales, pudrición basal seca, pudrición de esquejes de la caña de azúcar (EPPO-PQR, 2016; CABI, 2017a).

### IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

*C. paradoxa* representa un problema fitosanitario, debido a que causa marchitamiento y muerte en más del 23% de plantas de *A. tequilana* Weber var. azul en el estado de Jalisco, atacando principalmente raíces y tallos (Sánchez *et al.*, 2007). Sin embargo, es común que este patógeno se encuentre asociado a la marchitez del agave, en la que se ha reportado como agente causal a *Fusarium oxysporum* (Fucikovsky, 2000; Virgen-Calleros, 2000).

## SITUACIÓN FITOSANITARIA EN MÉXICO

En 1987, el cultivo del agave en México presentó un problema fitosanitario cuyos síntomas consistieron en un enrollamiento anormal de las pencas, seguido de una necrosis regresiva con un posterior secamiento total y culminando con la muerte de la planta; el nombre con el cual se denominó a estos síntomas fue “marchitez del agave” y/o “tristeza y muerte del agave” (Fucikovsky, 2000). Los agentes causales fueron identificados como *Fusarium oxysporum* y *Thielaviopsis paradoxa* (Virgen-Calleros, 2000; Fucikovsky-Zak, 2001). Sin embargo, otros autores han aislado a diferentes especies de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. moniliforme*) de plantas de agave que presentaron los mismos síntomas antes descritos (Loera, 2000; Castañeda-Vázquez, 2002).

### HOSPEDANTES

Se reporta que este hongo tiene los siguientes hospedantes: *Ananas comosus* (piña), *Areca catechu* (nuez de areca), *Borassus flabellifer* (palma toddy), *Butia capitata* (palmera capitata), *Cocos nucifera* (coco), *Coffea* (café), *Daucus carota* (zanahoria), *Dypsis decaryi* (palma triangulo), *Elaeis guineensis* (palma aceitera africana), *Howea forsteriana* (palma paraíso), *Hyophorbe lagenicaulis* (palma de botella), *Mangifera indica* (mango), *Musa x paradisiaca* (plátano), *Phoenix dactylifera* (palma datilera), *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), *Solanum muricatum* (pera melón), *Theobroma cacao* (cacao), *Zea mays* (maíz), *Dracaena marginata* (dracaena) (Soytong *et al.*, 2005; Abdullah *et al.*, 2009; Figueredo *et al.*, 2012; Gepp *et al.*, 2013; Sansoli, 2015; CABI, 2017b).

## DISTRIBUCIÓN MUNDIAL

*C. paradoxa* se encuentra en **Asia:** Bangladesh, Territorio Británico del Océano Índico, Brunei Darussalam, China (Fujian, Hainan, Hunan, Jiangsu, Isla de Cocos), India (Andaman e Isla Nicobar, Assam, Goa, Punjab Indio, Karnataka, Kerala, Lakshadweep, Maharashtra, Odisha, Tamil Nadu, Uttar Pradesh), Indonesia (Java, Sumatra), Irán, Iraq, Japón, Kuwait, Malasia (Sabah, Sarawak), Myanmar, Pakistán, Filipinas, Qatar, Arabia Saudita, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia y Vietnam; **África:** Argelia, Angola, Burkina Faso, Camerún, República Democrática del Congo, Costa de Marfil, Egipto, Etiopía, Gana, Guinea, Kenia, Libia, Madagascar, Malawi, Mauritania, Mauricio, Marruecos, Mozambique, Nigeria, Réunion, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, España (Islas Canarias) Suazilandia, Tanzania,

Togo, Túnez, Uganda y Zimbabue; **Norte América:** México, San Pedro y Miquelón, y Estados Unidos (California, Florida, Hawái); **América Central y Caribe:** Antigua y Barbuda, Barbados, Belice, Islas Caimán, Costa Rica, Cuba, Curazao, República Dominicana, El Salvador, Guadalupe, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago; **Sudamérica:** Argentina, Brasil (Piauí), Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Suriname, Uruguay, Venezuela; **Europa:** Francia, Italia (Sicilia), Polonia, Portugal (Madeira) y **Oceanía:** Australia (Nueva Gales del Sur, Queensland), Fijí, Polinesia Francesa, Nueva Caledonia, Papúa Nueva Guinea, Isla Salomón, Vanuatu (CABI, 2017b) (Figura 1).

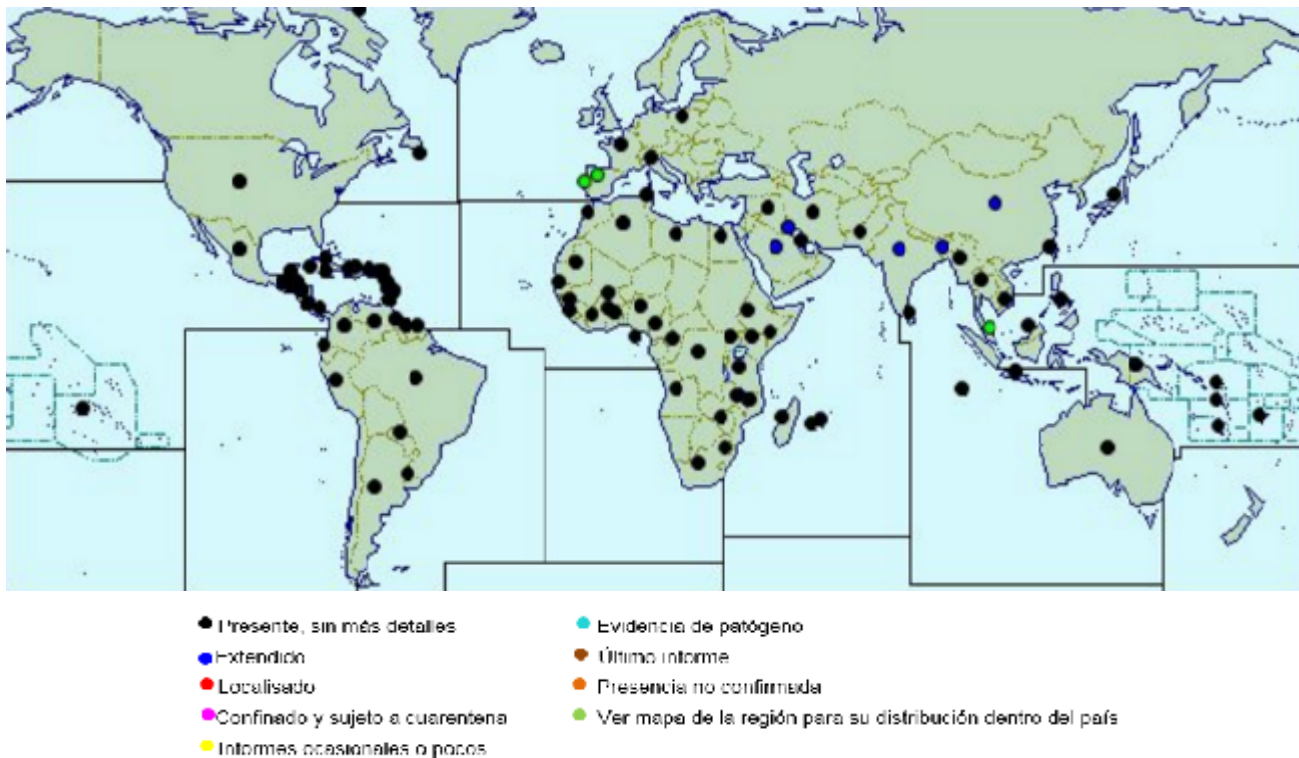
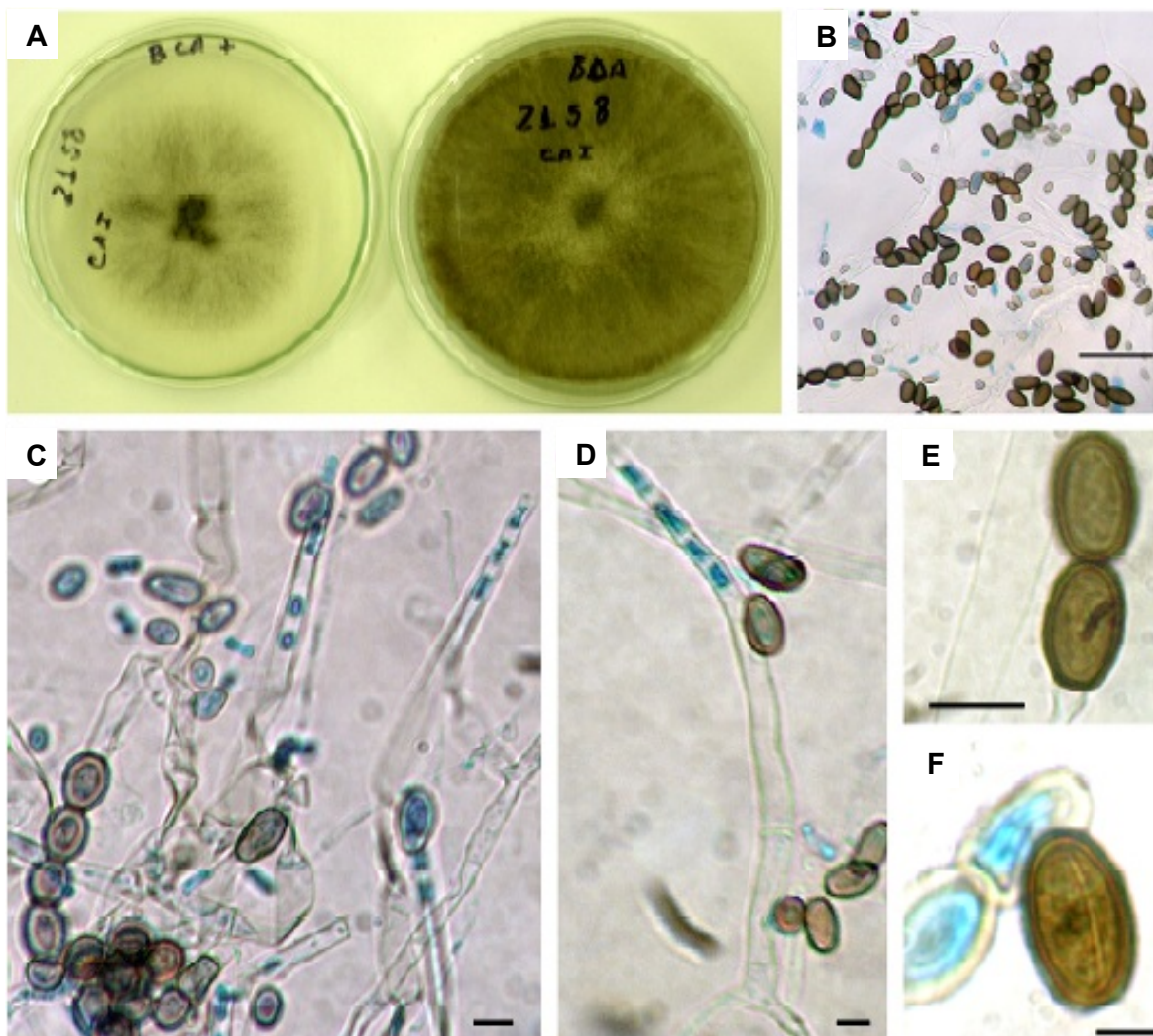


Figura 1. Distribución de *Thekopsia paradoxa*. Créditos. CABI, 2017b.

## DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

En medio de cultivo PDA, los aislamientos obtenidos de *Dracaena marginata* desarrollan colonias de color gris a verde grisáceo bajo condiciones de 12 h luz a  $\pm 22\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Figura 2A); presenta conidióforos de  $85\text{-}180 \times 4\text{-}10\text{ }\mu\text{m}$ , rectos, lisos, a veces sinuosos en la base, hialinos a marrón claro, septados en la base; Células conidiógenas  $57\text{-}80 \times 7\text{-}10\text{ }\mu\text{m}$ , lageniforme,

a veces cilíndricas, hialinas,  $3\text{-}4\text{ }\mu\text{m}$  de diámetro en el ápice (Figura 2C y 2D). Conidios cilíndricos de  $4\text{-}14 \times 2\text{-}3\text{ }\mu\text{m}$ , truncados en los extremos, fialídicos, lisos, hialinos, tornándose de color marrón claro y algunas veces de forma variable, cilíndricos-ovales o ligeramente elipsoidales,  $4\text{-}21 \times 3\text{-}6\text{ }\mu\text{m}$ , con hendidura longitudinal, liso o en cadena (Figuras 2B, 2E y 2F) (Figueredo *et al.*, 2012).



**Figura 2.** Morfología de *Ceratocystis paradoxa*. A) Desarrollo de colonias en medio de cultivo PDA. B) Conidios (barra=50  $\mu\text{m}$ ). C-D) Células conidiógenas (barra=10  $\mu\text{m}$ ). E) Conidios en cadena (cladosporas) (barra=10  $\mu\text{m}$ ). F) Hendidura longitudinal del conidio (barra=5  $\mu\text{m}$ ). Créditos: Figueredo *et al.*, 2012.

En banano, *C. paradoxa* crece de manera y superficial en medio de cultivo PDA, en la etapa temprana es de color blanco y después de unos días se vuelve negro y el crecimiento emite una fragancia a fruta; conidios unicelulares y pigmentados, elipsoidales a ovoides, de pared lisa, desarrollados en cadena, de 7-14 x 3-6  $\mu\text{m}$ ; fiálides de color gris, longitud de 200  $\mu\text{m}$  (Tzeng y Sun, 2009; Aguilar *et al.*, 2013).

Por otra parte, en aislamientos obtenidos de coco, se desarrollan conidios y clamidosporas. Los conidios son hialinos a oscuro brillante, cilíndricos a ovales, de pared gruesa cuando maduran, de dimensiones 8.5-16 x 4.7-6.7  $\mu\text{m}$ ; fiálides de 80-155 x 5 a 7.8  $\mu\text{m}$ . Clamidosporas en cadena, ovaladas, de color negro de 13.4-25 x 8.9-12.5  $\mu\text{m}$ . Con formación de peritecios en PDA, de color marrón, globosos, de 280  $\mu\text{m}$  de diámetro, cuello largo de 1100  $\mu\text{m}$ ; ascosporas generalmente elipsoides, de 2 x 3  $\mu\text{m}$  (Tzeng y Sun, 2009). Por otra parte, Melgarejo *et al.* (2010) mencionan que *C. paradoxa* produce peritecios sumergidos parcial o totalmente, de color marrón claro, globosos, de 190 a 350  $\mu\text{m}$  de diámetro, con cuello muy largo de más de 1400  $\mu\text{m}$  de longitud, color negro y marrón pálido hacia su extremo; ascosporas elipsoidales, hialinas, unicelulares, lisas, de 7-10 x 2.5-4  $\mu\text{m}$  (Melgarejo *et al.*, 2010).

## ASPECTOS BIOLÓGICOS

La temperatura para el desarrollo del micelio de este hongo es de 25 a 30 °C con una tasa de crecimiento de 3.2 cm por día; no puede crecer a temperaturas menores de 10 °C o mayores de 35 °C (Tzeng y Sun, 2009); por otro lado, se menciona que también crece y esporula a 28 °C y puede iniciar la esporulación a partir de los 15 °C con un pH entre 6.5 y 7; sin

embargo, se ha observado que las condiciones pueden variar dependiendo del hospedante de donde se aisló, tal es el caso del aislamiento obtenido de cocotero el cual se desarrolla a 28 °C y produce mayor cantidad de esporas a 29 °C y el crecimiento como la esporulación se reduce a medida que aumenta la temperatura ya que a 40 °C se detiene (Correa, 2013).

La humedad del suelo juega un papel importante para la presencia de la enfermedad, las condiciones favorables son cuando hay un 20% hasta 100% de humedad, esto porque el hongo se encuentra principalmente en los 25 cm superiores del perfil del suelo (Correa, 213; Raid y Rott, 2015).

## Ciclo de vida

La poca información existente sobre *C. paradoxa* en el cultivo del agave, hace que en este apartado se aborden algunas especies de *Ceratocystis* que nos podrán ayudar a entender como ocurre la infestación e infección de este patógeno en otros hospedantes; así también, permitirá establecer medidas que podrían ser útiles durante la presencia de esta enfermedad en el cultivo de agave.

En el caso de *Ceratocystis platani*, se desarrollan estructuras reproductivas en la superficie de la corteza o en heridas tomadas en el borde de un cancro. Los conidios germinan cuando entran en contacto con heridas y el micelio resultante coloniza los tejidos expuestos, las estructuras reproductivas se desarrollan al mismo tiempo. La forma asexual aparece a los 2 o 3 días (endoconidióforos) y después de 6 a 8 días aparecen las clamidosporas; los peritecios se pueden identificar después de 10 a 20 días. A veces, las estructuras reproductivas sexuales y asexuales se producen dentro de vasos

o heridas y en la médula (CABI, 2017b) y el hongo es diseminado por diversos medios. Por ejemplo, los escarabajos Nitidúlidos llevan las esporas de *Ceratocystis fagacearum* de árboles infectados a árboles sanos durante su alimentación o cría, así mismo el hongo se transmite a través de las raíces interconectadas de árboles infectados a árboles sanos que crecen en las proximidades. Cuando el árbol muere, el hongo produce una masa de conidios y ascosporas. Las masas de conidios generalmente se producen a finales del otoño o principios de la primavera, y son viables durante dos o tres semanas, atrayendo a insectos que se arrastran, se entierran y se alimentan de ellos. Las esporas se adhieren a los insectos y posteriormente son transportadas a árboles sanos donde se depositan en las heridas cuando los insectos se posan. Las masas de conidios se han observado principalmente en troncos y ramas grandes, pero también se han encontrado en ramas de 2 a 4 cm de diámetro. *Ceratocystis fagacearum* puede sobrevivir durante un año en un árbol muerto, la supervivencia del hongo es un poco mayor cuando se encuentra en el suelo (Canadian Food Inspection Agency, 2016).

Por otra parte, en otros casos, el medio más importante de propagación del hongo a nuevos hospedantes es a través del injerto de raíz, por lo que la dispersión del hongo es muy rápido. La diseminación del hongo de manera aérea es considerada más lenta y menos común (Canadian Food Inspection Agency, 2016).

## SÍNTOMAS

Robles (2006), menciona que los primeros síntomas que se pueden observar en agave son un secamiento de menos de 10 cm en el ápice de la hoja y un ligero encarrujamiento, y en las orillas de las

hojas basales aparece un ligero color rojizo, que con el paso del tiempo (aproximadamente más de dos meses) también acentúan los síntomas y aparecen otros. Con el paso del tiempo se presenta un enrollamiento de la hoja, coloración morada en el borde y en algunas ocasiones muestra la tendencia de que esta coloración sea rojiza. Aparecen unos puntos negros en los bordes de las hojas y después de un tiempo se convierten en manchas moradas y en casos avanzados éstas se tornan de color negro, de aproximadamente medio centímetro cada una; el secamiento avanza hasta casi la mitad de la hoja y las hojas que no sufren estos síntomas muestran en sus puntas un color negro, en otras hojas se aprecia la presencia de manchas amarillas y oscuras, ambas originan que la parte afectada comience a secarse; así mismo, las hojas que no muestran síntomas dejan de crecer y da la impresión de que sufren un achaparramiento.

Ireta y Flores (2011), mencionaron que en el cultivo de agave se tiene un complejo de patógenos que provocan la marchitez del agave, dentro del cual se encuentra *Ceratocystis* sp., observándose los siguientes síntomas: cambio de color de un verde azul a un verde pálido hasta llegar gradualmente a un verde amarillo, enrollamiento gradual de las pencas; generalmente este síntoma se inicia en el ápice y baja gradualmente hasta que toda la hoja se enrolla. En este momento se le llama “acigarramiento y/o encarrujamiento” de las hojas; en forma simultánea al enrollamiento, se presenta una marchitez de la hoja, la cual se observa como un plegamiento o arrugamiento del tejido epidermal en forma paralela a la hoja, de aquí el nombre de la enfermedad; esta marchitez permanece hasta que muere la planta y adicionalmente se puede presentar una descomposición acuosa del tejido del cogollo,

punto central de crecimiento de la planta, desintegrándolo totalmente (de aquí provienen el otro nombre de “Putridión del cogollo” con el cual

muchos productores reconocen a la enfermedad (Figura 3).



**Figura 3.** Síntomas de marchitez del agave (complejo), causado por *Ceratocystis paradoxa*. Créditos: Avila, 2015.

## ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

### Epidemiología de la plaga

Una vez que las plantas están infectadas estas empiezan a manifestar los primeros síntomas a los 10 días (Robles, 2006), este mismo autor menciona que cuando la enfermedad se detiene, se debe a la variación de temperatura que oscila entre 28 a 34°C, observándose que cuando incrementa la temperatura a más de 31°C la manifestación de síntomas se detiene. Así mismo, si el hongo penetra por heridas, los síntomas se observan en menor tiempo.

Los conidios de *C. paradoxa* permanecen viables en el suelo, residuos vegetales y también se encuentran libres en todas las áreas del cultivo donde se presenta. *C. paradoxa* crece más activamente a temperaturas de 21 a 22°C, por debajo de 10°C el desarrollo se detiene. El nivel de humedad en el suelo o en el medio ambiente es otro factor importante para la germinación de los conidios y la penetración al hospedante. La infección por lo general ocurre a través de picaduras de insectos, grietas de crecimiento o directamente a través de las aberturas naturales de las frutas o pedúnculo. Siendo un patógeno de herida, en el caso de piña



entra a través del tallo cortado del pedúnculo o en heridas hechas durante el manejo de los frutos. Por lo general, la infección ocurre 8 a 12 horas después (Bautista, 2014).

### Dispersión

Estudios realizados por Parra y colaboradores (2003) lograron demostrar que *Rhynchophorus palmarum* transportaba a *C. paradoxa* en el tubo digestivo, lo cual sugiere que este insecto es un vector del hongo en el cultivo de coco. Si esto es confirmado, se podría inferir que el patógeno en el caso del cultivo de agave podría ser dispersado por *Scyphophorus acupunctatus*, lo cual falta por estudiarse, también se menciona que los conidios se dispersan por el viento, salpicadura de agua de lluvia y entran por las heridas o tejidos dañados (Raid y Rott, 2015); así mismo, la dispersión puede ocurrir a través de herramientas de trabajo (Bautista, 2014).

### MÉTODOS DE DETECCIÓN

Para la confirmación del patógeno se puede realizar a través de morfología; sin embargo, de manera complementaria para confirmación del hongo es necesario el uso de la PCR para la secuenciación del ADN (Pinho *et al.*, 2013; Mirzaee *et al.*, 2014).

### MUESTREO

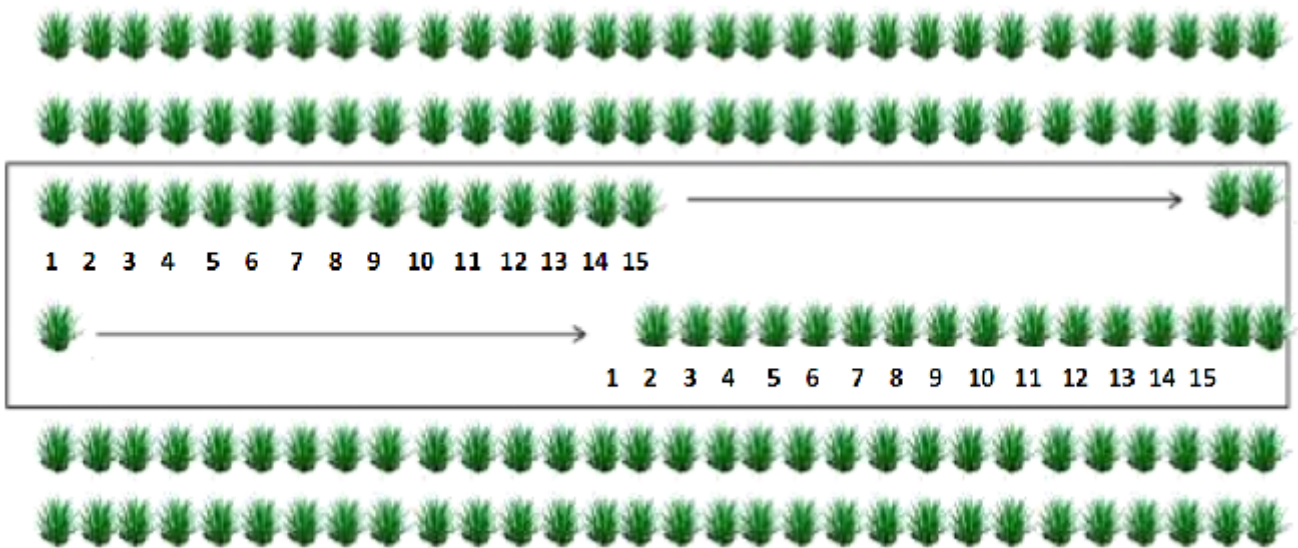
En campo, el muestreo para la detección de síntomas sospechosos a *C. paradoxa* se realizará de acuerdo a lo marcado en el Manual Operativo de la Campaña Contra Plagas Reglamentadas del Agave.

En zonas Bajo Control Fitosanitario y Zonas Libres, el muestreo deberá realizarse de acuerdo a la siguiente metodología:

1. Obtener un plano cartográfico fraccionado o plano perimetral de los predios a muestrear.
2. Dibujar en el plano cartográfico fraccionado o el plano perimetral 5 cuadrantes (muestreo en cinco de oros) con el objetivo de definir el lugar donde se realizará el muestreo.
3. Estos 5 cuadrantes se podrán incrementar de acuerdo al inventario total del predio para que el tamaño de muestra sea acorde a la superficie.

Número de plantas.	Cantidad de cuadrantes por predio
Menor o igual a 50,000	5=1 cinco de oros
50,001-100,000	10=2 cinco de oros
100,001-200,000	15=3 cinco de oros
Mayor a 200,000	20=4 cinco de oros

4. Realizar un recorrido de reconocimiento perimetral previo al muestreo, con la finalidad de ubicar físicamente los cuadrantes marcados en el plano cartográfico.
5. Una vez ubicados físicamente los cuadrantes se continuará con lo siguiente a fin de realizar el muestreo: a) Omitir en el muestreo el surco de la orilla y no incluir las primeras 5 plantas de inicio de surco del cuadrante seleccionado; b) Seleccionar físicamente dos hileras contiguas dentro de cada cuadrante donde se contarán 30 plantas; c) Se tomará primero la hilera del lado izquierdo, en la que se excluirán las primeras plantas con la finalidad de eliminar el efecto "orilla", posteriormente, se iniciará la revisión de 15 plantas en la hilera del lado izquierdo. Una vez terminada la cuenta de la primera fila, se continúa con las otras 15 plantas en la hilera del lado derecho (Figura 4).



**Figura 4.** Sistema de muestreo para la detección de síntomas causados por *Ceratocystis paradoxa* en agave.

En caso de encontrar plantas con síntomas sospechosos se procederá a tomar la muestra. Esta puede constar de partes afectadas de raíces, piña y pencas, que incluya tanto tejido sintomático como asintomático. Cada muestra deberá envolverse en papel absorbente y colocarse en bolsas de plástico con cierre hermético, cada una deberá ser etiquetada, es importante que la muestra se encuentre en buen estado. El conjunto de muestras se depositará en una hielera con geles refrigerantes. Las muestras deberán ser enviadas el mismo día para su diagnóstico. De manera adicional se recomienda reportar los síntomas y su incidencia en el cultivo, plagas observadas, tratamientos fitosanitarios aplicados, fenómenos meteorológicos ocurridos.

Las muestras se etiquetarán con los siguientes datos: fecha de muestreo, coordenadas geográficas, nombre del(los) propietario(s), estado, municipio, nombre del colector, cultivo, edad de la plantación.

## MEDIDAS FITOSANITARIAS

### Control legal

Debido a la importancia del cultivo del agave tequilero, a partir de 2013, el SENASICA implementó la campaña contra plagas reglamentadas del agave con la finalidad de disminuir los niveles de infestación del picudo de la agave y reducir la incidencia de las enfermedades, entre las cuales, está la marchitez del agave, para mayor información véase: <http://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/plagas-reglamentadas-del-agave>.

### Control cultural

De manera general se recomienda aplicar las siguientes estrategias para evitar el éxito del patógeno: evitar encharcamiento de los terrenos, evitar heridas mecánicas a las plantas, realizar el control de insectos que causan heridas al cultivo y tener un manejo adecuado cuando se detecte la presencia del picudo del agave, eliminar las plantas afectadas (incluyendo raíces), evitar el movimiento de suelo en equipos y herramientas de trabajo y

desinfectar las herramientas (se puede usar alcohol 50:50 en agua o hipoclorito de sodio al 10% (Garofalo y McMillan, 2004).

Así mismo, es necesario la eliminación de los residuos de cosecha que puedan servir como fuente de inóculo, además de la rotación de cultivo, buena preparación del terreno, manejo oportuno de malezas, fertilización adecuada, un sistema de riego eficiente y adicionar materia orgánica al suelo, (Bautista, 2014).

### Control Biológico

En el caso de piña, se ha demostrado que el hongo *Trichoderma asperellum* ejerce una actividad antagónica en frutos inoculados artificialmente (Wijesinghe *et al.*, 2010), por su parte Soytong y colaboradores (2005) mencionan que *Chaetomium cupreum* y *C. globosum* son antagonistas de *C. paradoxa* de manera *in vitro* y en campo, este método de manejo se podría integrar en el cultivo de agave. En Sri Lanka se probó que *Trichoderma asperellum* tiene una actividad antagonista cuando se aplica a una concentración de  $1 \times 10^7$  conidios/mL sobre *C. paradoxa* en frutos de piña (Wijesinghe *et al.*, 2011); así también, *T. viridae* inhibe la germinación de esporas y clamidosporas de este patógeno obtenidos del cultivo de coco (Jayaratne y Dayarathna, 2016).

En Brasil, se demostró que el extracto de *Mormodica charantia* a una dosis de 500 ppm disminuye la severidad de la pudrición negra en piña causado por *C. paradoxa*, además influye de manera positiva en la reducción de la pérdida de peso en los frutos (Oliveira de *et al.*, 2015), estas investigaciones podrían adoptarse y probar en aislamientos de *C. paradoxa* obtenidos de agave.

Por otra parte, en Jalisco, México, con aislamientos de *Trichoderma* aplicados al cultivo de agave se determinó que en *in vitro* las cepas V.S.L. 143 de *T. viridescens* y V.S.L.74 de *T. reseei* inhibieron más del 80% el crecimiento de *C. paradoxa* (Sánchez y Rebolledo, 2010).

### Control Químico

En pruebas *in vitro* realizadas en Brasil se utilizó tebuconazol solo o en combinación con trifloxistrobina a una dosis de  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  el cual inhibió el desarrollo del hongo (Sansoli, 2015).

### LITERATURA CITADA

- Abdullah SK, Asensio L, Monfort E, Gomez-Vidal S, Salinas J, Lopez LLV, Jansson HB. 2009.** Incidence of the two date palm pathogens, *Thielaviopsis paradoxa* and *T. punctulata* in soil from date palm plantations in Elx, south-east Spain. *Journal of Plant Protection Research*, 49(3): 276-279.
- Aguilar AR, García RRB, Dulanto BJA, Maldonado DEA. 2013.** Hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico (*Musa* spp. L.) en Piura, Perú (Fungi associated with fruit crown rot in organic banana (*Musa* spp. L.) in Piura, Peru). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(1): 81-88.
- Avila MME. 2015.** Curso de actualización en el "Manejo del picudo y enfermedades del agave". Instituto Tecnológico de Tlajomulco. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. En línea: [http://www.cesaveg.org.mx/new/Descargas/AcA\\_g\\_MPEA/Manejo\\_Integrado\\_de\\_Enfermedades\\_Martin\\_E\\_Avila\\_Miranda.pdf](http://www.cesaveg.org.mx/new/Descargas/AcA_g_MPEA/Manejo_Integrado_de_Enfermedades_Martin_E_Avila_Miranda.pdf) Fecha de consulta: 13 de enero de 2017.

- Bautista BS. 2014.** Postharvest decay. Control strategies. Elsevier. México. In Chapter 9: Hewajulige IGN., Wijesundera RLC. *Thielaviopsis paradoxa*, *Thielaviopsis basicola* (Black Rot, Black Root Rot). 287-308 pp. En línea:  
[https://books.google.com/books?id=YTZOAwAAQBAJ&pg=PA307&lpg=PA307&dq=Thielaviopsis+paradoxa,+Thielaviopsis+basicola++\(Black+Rot,+Black+Root+Rot\).&source=bl&ots=u2w6TLLsmA&sig=UY99ypo7FQs6QtQZxEfOdIrvpUM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwJL4Prv28fRAhWKilQKHfyKAFkQ6AEIMjAG#v=onepage&q=Thielaviopsis%20paradoxa%2C%20Thielaviopsis%20basicola%20%20\(Black%20Rot%2C%20Black%20Root%20Rot\).&f=false](https://books.google.com/books?id=YTZOAwAAQBAJ&pg=PA307&lpg=PA307&dq=Thielaviopsis+paradoxa,+Thielaviopsis+basicola++(Black+Rot,+Black+Root+Rot).&source=bl&ots=u2w6TLLsmA&sig=UY99ypo7FQs6QtQZxEfOdIrvpUM&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwJL4Prv28fRAhWKilQKHfyKAFkQ6AEIMjAG#v=onepage&q=Thielaviopsis%20paradoxa%2C%20Thielaviopsis%20basicola%20%20(Black%20Rot%2C%20Black%20Root%20Rot).&f=false) Fecha de consulta: 16 de enero de 2017.
- CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). 2017a.** *Ceratocystis paradoxa* (black rot of pineapple). En línea:  
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/12157> Fecha de consulta: 10 de enero de 2017.
- CABI (Centre for Agricultural Bioscience International). 2017b.** *Ceratocystis platani* (canker stain of plane). En línea:  
<http://www.cabi.org/isc/datasheet/12144> Fecha de consulta: 24 de enero de 2017.
- Canadian Food Inspection Agency. 2016.** *Ceratocystis fagacearum* (Oak Wilt). Fact Sheet. En línea:  
<http://www.inspection.gc.ca/plants/plant-pests-invasive-species/diseases/oak-wilt/fact-sheet/eng/1325629194844/1325632464641> Fecha de consulta: 24 de enero de 2017.
- Correa DSRA. 2013.** Carvão (*Sporisorium scitamineum*) e podridão-abacaxi (*Ceratocystis paradoxa*) em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): uma revisão. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociencias-Rio Claro. Unesp. En línea:  
<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/121042/000775487.pdf?sequence=1> Fecha de consulta: 23 de enero de 2017.
- Castañeda-Vázquez H. 2002.** Aislamiento e identificación de los microorganismos responsables de la marchitez del agave tequilero. pp 21-24. In: Flores López HE (ED). Análisis agroecológico del *Agave tequilana* Weber var. azul con énfasis en problemas fitosaniatrios en Jalisco, INIFAP-CIRPAC. E. Altos de Jalisco, Publicación especial No. Tepatitlán, Jalisco, México.
- EPPO-PQR. 2016.** Data base on quarantine pests. En línea: <http://www.eppo.int>. Fecha de consulta: 9 de junio 2016.
- Figueredo dos SA, Antonio IC, Vasconcelos GM, Tomaz R. 2012.** First report of *Thielaviopsis paradoxa* causing stem rot in *Dracaena marginata* in Brazil. Summa Phytopathology Botucatu, 38(4): 345-346.
- Fucikovsky ZL. 2000.** La tristeza y muerte de *Agave tequilana* Weber var. Azul (TMA) y los microorganismos e insectos importantes relacionados. Pp: 90. In: Memorias del XXVII Congreso Nacional de Fitopatología. Puerto Vallarta, Jalisco, México. Del 9 al 13 de Julio 2000.
- Fucikovsky-Zak. 2001.** Tristeza and death of *Agave tequila* Weber, var. azul. Ed. De Boer, SH. In: Plant pathogenic bacteria. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, Boston, London. 454 p.
- Garofalo JF, McMillan RT. 2004.** *Thielaviopsis* diseases of palms. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 117: 324-325.
- Gepp V, Hernández L, Alaniz S, Zaccari F. 2013.** First report of *Thielaviopsis paradoxa* causing

- palm fruit rot of *Butia capitata* in Uruguay. New Disease Reports, 27: 12.
- Ireta MJ, Flores LHE. 2011.** Epidemiología de las enfermedades del cultivo del agave azul tequilero. 1<sup>er</sup> Foro de Discusión Fitosanitaria en el Cultivo del Agave Azul Tequilero. Pp. 21-27. *In Memoria Integrando Esfuerzos para Impulsar Bienestar en el Sector.* Guadalajara, Jalisco, México 31 de mayo y 01 de junio del 2011.
- Jayarathne DL, Dayarathna MTA. 2016.** Potential biocide options and biological control agent for *Ceratocystis paradoxa* isolated from coconut growing areas of Sri Lanka. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, 2: 53-60.
- Loera QMM. 2000.** Selección *in vitro* de *Agave tequilana* Weber var. azul para Resistencia a *Fusarium oxysporum*. Tesis de Maestría en Ciencias. Posgrado en Procesos Biotecnológicos. Universidad de Guadalajara.
- Melgarejo, NP, García-Jiménez J, Jordá MC, López MM, Andrés MF, Vila DN. 2010.** Patógenos de plantas descritos en España. 2da. Edición. Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. España. Servicios Gráficos Kenaf s.l. 565 pp.
- Mirzaee MR, Tajali H, Javadmosavi SA. 2014.** *Thielaviopsis paradoxa* causing neck bending disease of date palm in Iran. *Journal Plant Pathology*, 96(4): 131.
- Oliveira de SWC, Cordeiro do NDLV, Silva dos ST, Miguel de AFF. 2015.** Alternative control of *Chalara paradoxa*, causal agent of black rot of pineapple by plant extract of *Mormodica charantia*. *European Journal Plant Pathology*, 142: 481-488.
- Parra D, Morillo F, Sánchez P, Pineda J, Guerra J. 2003.** Presencia de *Thielaviopsis paradoxa* De Seynes Höhn en el tubo digestivo de *Rhynchophorus palmarum* Linneo (Coleoptera: Curculionidae). *Entomotrópica* 18(1): 49-55.
- Pinho DB, Dutra DC, Pereira OL. 2013.** Notes on *Ceratocystis paradoxa* causing internal post-harvest rot disease on immature coconut in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 38(2): 152-157.
- Raid RN, Rott P. 2015.** Sugarcane pineapple disease or sugarcane pineapple set rot. University of Florida-IFAS Extension. En línea: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/SC/SC00500.pdf>  
Fecha de consulta: 16 de enero de 2017.
- Robles GJA. 2006.** Presencia de *Thielaviopsis paradoxa* en agave (*Agave tequilana* Weber var. Azul). Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-División de Ciencias Agronómicas. Jalisco, México. 41 pp.
- Sánchez V, Rebolledo O, Picaso RM, Cárdenas E, Córdova J, González O, Samuels GJ. 2007.** *In vitro* antagonism of *Thielaviopsis paradoxa* by *Trichoderma longibrachiatum*. *Mycopathologia*, 163: 49-58.
- Sánchez V, Rebolledo O. 210.** Especies de *Trichoderma* en suelos cultivados con *Agave tequilana* en la región de Los Altos Sur, Jalisco y valoración de su capacidad antagonista contra *Thielaviopsis paradoxa*. *Revista Mexicana de Micología*, 32: 11-18.
- Sansoli CDM. 2015.** Diversidade patogênica em isolados de *Thielaviopsis paradoxa* provenientes de diferentes áreas produtoras de cana-de-açúcar. Universidad Estadual Paulista. Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Campus de Jaboticabal. Brasil. 45 pp.
- Soytong K, Pongnak W, Kasiolarn H. 2005.** Biological control of *Thielaviopsis* bud rot of

*Hyophorbe lagenicaulis* in the field. Journal of Agricultural Technology, 1(2): 235-245.

**Tzeng SJ, Sun EJ. 2009.** Fruit basal rot of coconut caused by *Ceratocystis paradoxa*. Plant Pathology Bulletin 18: 67-74.

**Virgen-Calleros G. 2000.** Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en *Agave tequilana* Weber, var. azul. Departamento de Producción Agrícola. CUCBA. U de G. Informe técnico para el programa general de apoyo y desarrollo tecnológico a la cadena productiva agave-tequila.

**Wijesinghe JC, Wilson WSR, Samarasekara RRKJ, Wijesundera CLR. 2010.** Biological control of *Thielaviopsis paradoxa* on pineapple by an isolate of *Trichoderma asperellum*. Biological Control, 53: 285-290.

**Wijesinghe JC, Wilson WSR, Samarasekara RRKJ, Wijesundera CLR. 2011.** Development of a formulation of *Trichoderma asperellum* to control black rot disease on pineapple caused by (*Thielaviopsis paradoxa*). Crop Protection, 30: 300-306.

#### Forma recomendada de citar:

DGSV-CNRF. 2017. Pudrición negra del agave. *Ceratocystis paradoxa*. SAGARPA-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Tecámac, México. 12 p.

**Nota:** Las imágenes contenidas son utilizadas únicamente con fines ilustrativos e informativos, las cuáles han sido tomadas de diferentes fuentes otorgando los créditos correspondientes.

#### Elaborada por:

**Dirección General de Sanidad Vegetal  
Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria  
Grupo Especialista Fitosanitario**

Dr. Clemente de Jesús García Avila

Dr. Andrés Quezada Salinas

M.C. José Guadalupe Florencio Anastasio

M.C. Isabel Ruiz Galván

M.C. Daniel Bravo Pérez

M.C. José Manuel Pineda Ríos

**DIRECTORIO**

Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

**M.C. José Eduardo Calzada Roviroa**

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

**MVZ. Enrique Sánchez Cruz**

Director General de Sanidad Vegetal

**Dr. Francisco Javier Trujillo Arriaga**

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

**Dr. José Abel López Buenfil**