

FICHA TÉCNICA

Phytophthora palmivora

(E.J.Butler) E.J.Butler



Créditos: Mohamed Azni *et al.*, 2017; 2019

Pudrición del cogollo/ Pudrición negra de la mazorca

Versión: 4.0

Diciembre, 2022



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SENASICA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA

AVISO

Este documento deja sin efecto versiones anteriores, que se publicaron o compartieron, como parte de las actividades del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria en apoyo a las direcciones de Área de la Dirección General de Sanidad Vegetal; asimismo, se reitera que esta ficha técnica refleja información general sobre *Phytophthora palmivora* agente causal de la Pudrición del cogollo/ Pudrición negra de la mazorca.

© 2022 Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria

<https://www.gob.mx/senasica>

Este documento fue elaborado por la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica), no está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la DGSV.



CONTENIDO

IDENTIDAD	1
Nombre científico	1
Clasificación taxonómica	1
Sinonimia	1
Nombre común	1
IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA	1
SITUACIÓN FITOSANITARIO EN MÉXICO	2
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	2
HOSPEDANTES	3
ASPECTOS BIOLÓGICOS	4
Descripción morfológica	4
Ciclo biológico	6
SÍNTOMAS	7
ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS	13
Requerimientos para su desarrollo	13
Dispersión	13
MÉTODOS DE DETECCIÓN	13
MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL	14
Monitoreo	14
Control cultural	15
Control biológico	15
Control químico	15
LITERATURA CITADA	16



IDENTIDAD

Nombre científico

Phytophthora palmivora (E.J.Butler)
 E.J.Butler

Clasificación taxonómica

Reino: Chromista
 Phylum: Oomycota
 Clase: Oomycetes
 Orden: Peronosporales
 Familia: Peronosporaceae
 Género: *Phytophthora*
 Especie: *Phytophthora palmivora*
 (CABI, 2021)

Sinonimia

Phytophthora arecae (L. C. Coleman)
 Pethybr.
Phytophthora cactorum var. *arecae* (L. C. Coleman) Sacc. & Trotter
Phytophthora faberi Maubl.
Phytophthora hevae A. W. Thoms.
Phytophthora omnívora var. *arecae* L. C. Coleman
Phytophthora palmivora var. *heveae* (A. W. Thoms.) Orellana
Phytophthora palmivora var. *theobromae* (L. C. Coleman) Orellana
Phytophthora theobromae L. C. Colema
 (CABI, 2021)

Nombre común

Idioma	Nombre común
Español	Cáncer del tallo, cáncer del tronco, mazorca negra,

podrición de la mazorca del cacao, pudrición del cogollo de la palma de coco.

Inglés Black pod rot of cocoa, black stripe, brown rot, cassava tuber rot, cocoa black pod, fruit and stem rot of pawpaw, gummosis of Citrus spp., leaf fall, premature nutfall, stem canker, stem canker of cacao.

Créditos: CABI, 2021

IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PLAGA

Phytophthora palmivora, es el agente causal de la enfermedad Pudrición negra de la mazorca en cacao (*Theobroma cacao*), Pudrición del cogollo en palmas (coco y palma ornamental), Pudrición de frutos y raíces de cítricos (*Citrus* spp.) y con más de 200 huéspedes registrados (Erwin y Ribeiro, 1996). En cacao, es la enfermedad económicamente más importante a nivel mundial, causado pérdidas de rendimiento del 20 a 30% anual (Flood et al., 2004; Ploetz, 2016).

En Colombia, *P. palmivora* destruyó 49,000 palmas aceiteras (*Elaeis guineensis*), en una plantación de 1,800 hectáreas entre 1968 y 1969, casi el 20% de la plantación. Para 1973 sólo quedaban 850 hectáreas de las 2,800 que había entre 1960-1961 (Franqueville, 2001; Pérez et al., 2010).

En Indonesia la pudrición de cogollo provocó pérdidas superiores al 80% en plantaciones de coco (híbrido MAWA) [Drenth y Guest, 2004]. Ésta enfermedad ha causado graves problemas en la industria palmera en América durante más de medio siglo, representando un obstáculo serio para la producción de palma de aceite en Colombia y en los países vecinos de Brasil, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Panamá, Perú y Surinam (Drenth *et al.*, 2013).

En caso de introducción y dispersión de esta plaga en México, de no llevarse a cabo las medidas de control, podría afectar, la producción del cacao, uno de los principales hospedantes de la enfermedad. De acuerdo al SIAP (2021), durante el ciclo agrícola 2020 la superficie sembrada de cacao fue de 18, 125,470.40 ha, con un valor de la producción de \$630, 933,192.47 pesos. En el Cuadro 1, se muestra la producción de otros cultivos de hospedantes principales y alternos que afecta *P. palmivora*.

Cuadro 1. Producción de los principales cultivos hospedantes de *Phytophthora palmivora* en México. Ciclo agrícola, 2020. Créditos: SIAP, 2021.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Producción (t)	Valor de producción (miles de pesos)
Hospedantes primarios			
Coco	128,290.30	239,163.00	2,014,243.45
Papaya	20,095.43	1,117,437.20	6,324,318.17
Hospedantes secundarios			
Algodón hueso	145,885.94	674,706.45	9,003,981.73
Limón	207,838.07	2,851,426.94	18,766,498.58
Mandarina	22,135.51	302,720.67	838,662.39
Naranja	343,244.75	4,648,619.97	13,975,111.49
Piña	32,331.50	1,208,247.35	5,491,485.41
Toronja (Pomelo)	21,151.60	490,834.02	1,603,877.95
Total	990,174.18	11,232,278.20	34,262.57

SITUACIÓN FITOSANITARIO EN MÉXICO

De acuerdo con la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias No. 8 “Determinación de la condición de una plaga en un área” (CIPF, 2021a), *Phytophthora palmivora* se encuentra **Ausente: plaga no registrada** en México. De acuerdo a la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias No. 5 “Glosario de

términos fitosanitarios” cumple con la definición de **plaga cuarentenaria** (CIPF, 2021b).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Se cree que *P. palmivora* se originó en el sureste asiático, donde se presenta gran diversidad genética y poblaciones

equilibradas de tipos de apareamiento A1 y A2 (Coffey, 2010), actualmente se encuentra distribuida (Figura 1) todo el mundo (CABI, 2021): África (Camerún, Congo, República Democrática de Congo, Guinea Ecuatoriana, Gabón, Ghana, Marruecos, Nigeria, Sierra Leona, Togo), América [Estados Unidos (Arizona), Belice, Cuba, Dominica, República Dominicana, Guatemala, Jamaica, Puerto Rico, Trinidad y Tobago], Asia [Afganistán,

India (Kerala, Tamil Nadu), Indonesia (Java, Sumatra), Irán, Malasia (Peninsular Malaysia, Sarawak), Filipinas, Sri Lanka, Tailandia], Europa [Grecia,—Italia (Sicilia)] y Oceanía [Australia (Territorio Norte, Queensland), Fiyi, Polinesia Francesa, Nueva Caledonia, Islas Marianas, Papúa Nueva Guinea, Samoa, Samoa Americana, Islas Salomón, Tonga, Vanuatu].

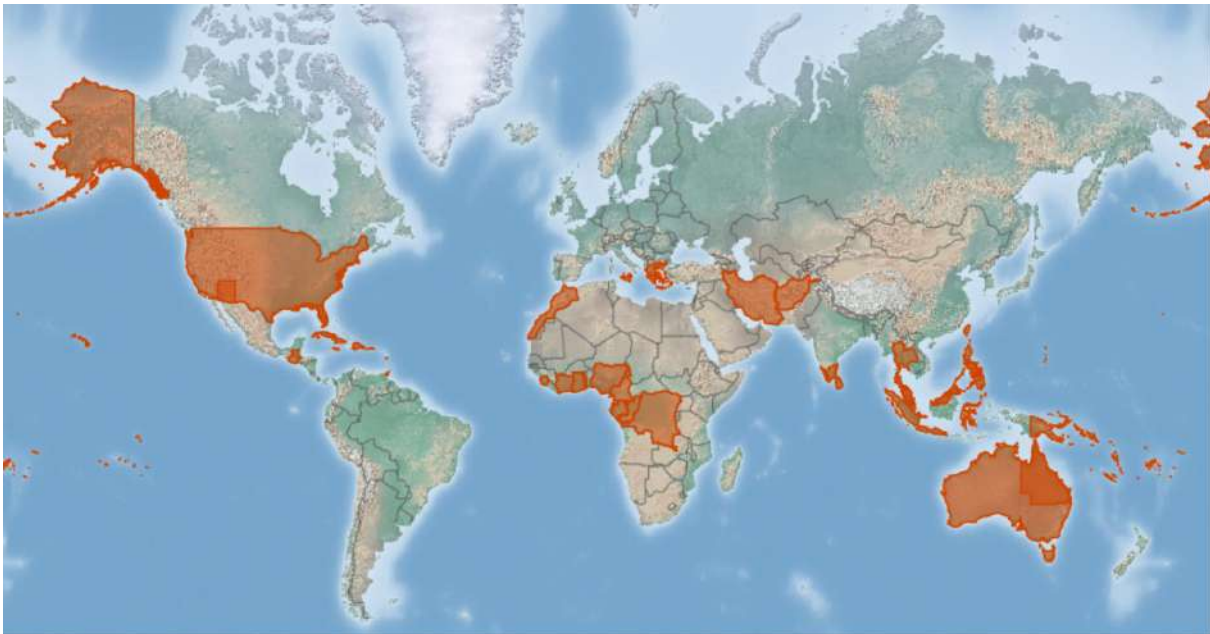


Figura 1. Distribución mundial de *Phytophthora palmivora*. Créditos: CABI, 2021

HOSPEDANTES

P. palmivora infecta a más de 200 especies de plantas, entre los hospedantes económicamente importantes se encuentra el cacao (*Theobroma cacao*), coco (*Cocos nucifera*), palmas (*Areca catechu*, *Elaeis guineensis*, caucho (*Hevea brasiliensis*) y papaya (*Carica papaya*). Otros hospedantes registrados incluyen pimienta negra (*Piper*

nigrum), piña (*Ananas comosus*), zapote (*Manilkara zapota*), nuez de la india (*Anacardium occidentale*), durián (*Durio zibethinus*, olivo (*Olea spp.*), cereza (*Prunus avium*) y especies del género *Citrus sp.* (Coffey, 2010; Maizatul-Suriza et al., 2019). En el Cuadro 2 se presentan los hospedantes primarios y secundarios de importancia

económica (CABI, 2015) para el desarrollo de la enfermedad.

Cuadro 2. Principales hospedantes de *Phytophthora palmivora*. Créditos: CABI, 2015.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Hospedantes primarios		
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> ,	Papaya
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Hule o Caucho
Otros hospedantes		
	<i>Ananas comosus</i>	Piña
	<i>Elaeis guineensis</i>	Palma de aceite
	<i>Ficus carica</i>	Higo
	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón
	<i>Piper nigrum</i>	Pimienta
	<i>Manihot esculenta</i>	Yuca
	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote chiclero
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero
	<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón
	<i>Citrus sinensis</i>	Naranja
	<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina
	<i>Citrus x paradisi</i>	Toronja
	<i>Citrus limetta</i>	Lima
	<i>Olea europaea</i>	Olivo
	<i>Myristica fragrans</i>	Nuez moscada
	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavanda
	<i>Eustoma grandiflorum</i>	Lisianthus

ASPECTOS BIOLÓGICOS

Descripción morfológica

P. palmivora se reproduce asexualmente por medio de zoosporas, y sexualmente, a través de la formación de oosporas causada por el contacto de dos estructuras que se

encuentran en las puntas del micelio (Figura 2A-C): el oogonio femenino (el saco que contiene la oospora en desarrollo) y la estructura masculina, el anteridio (Perrine-Walker, 2020).

Los esporangios, son bastante diversos, la forma varía de ovoide-elipsoide a obpiriforme, con pedicelos cortos (Figura 2G-H) [Christen y Hohl, 1972; Erwin y Ribeiro, 1996; Hung *et al.*, 2015], pueden germinar directamente formando tubos germinativos e hifas, o liberar zoosporas (Figura 2D-F). Las zoosporas se movilizan con la ayuda de dos flagelos en la superficie húmeda de los tejidos vegetales o en el suelo inundado por geotaxis negativa (Cameron y Carlile, 1997), por electrotaxis en

campos eléctricos generados por raíces naturales (Van West *et al.*, 2002) y por quimiotaxis (Cameron y Carlile, 1980).

Las clamidosporas suelen ser globosas y pueden ubicarse en el micelio de forma intercalar o terminal (Figura 2J). Se pueden distinguir de las hifas debido a la presencia de tabiques (Figura 2I). Se reconocen como estructuras resistentes de supervivencia a largo plazo (Hemmes y Lerma, 1985).

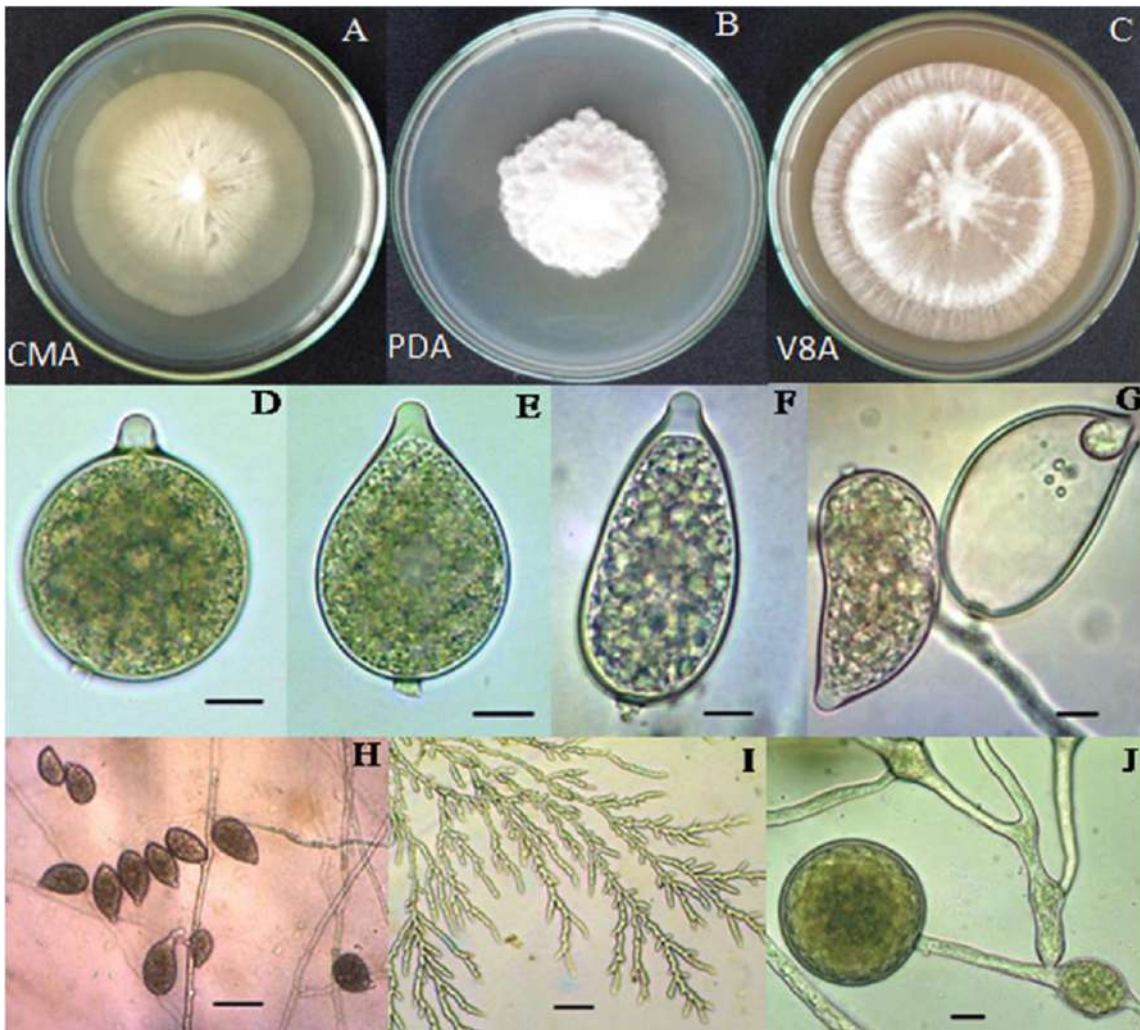


Figura 2. Características morfológicas de *Phytophthora palmivora*. A-C) tipos de colonia cultivados en diferentes medios de cultivo (CMA, agar harina de maíz; PDA, agar papa-dextrosa; V8A, Agar jugo V8) a los 7 días de crecimiento; D-F) diferentes formas de zoosporangios; G)

liberación de zoosporas directamente del esporangio; H) esporangios; I) micelio ramificado; J) clamidiosporas e hifas. Barras de escala: D-G, J= 10 µm y H, I = 50 µm. Créditos: Hung *et al.*, 2015.

Ciclo biológico

P. palmivora tiene cuatro tipos de esporas (esporangios, clamidiosporas, zoosporas y oosporas) que pueden causar infección (directa o indirectamente). En frutos, hojas, tallos o raíces infectados se producen esporangios, que pueden germinar directamente en la superficie de la planta o en el suelo. Ellos también pueden germinar para producir zoosporas pequeñas que se

movilizan a través de sus flagelos. Las zoosporas se movilizan en el agua del suelo o en una superficie húmeda de la planta hasta que finalmente entran en la planta. Los esporangios y las zoosporas se propagan por salpicaduras de lluvia, lluvia arrastrada por el viento, suelo, agua del suelo, maquinaria y por insectos (Figura 4) [Brooks, 2005; Vanegtern *et al.*, 2015].

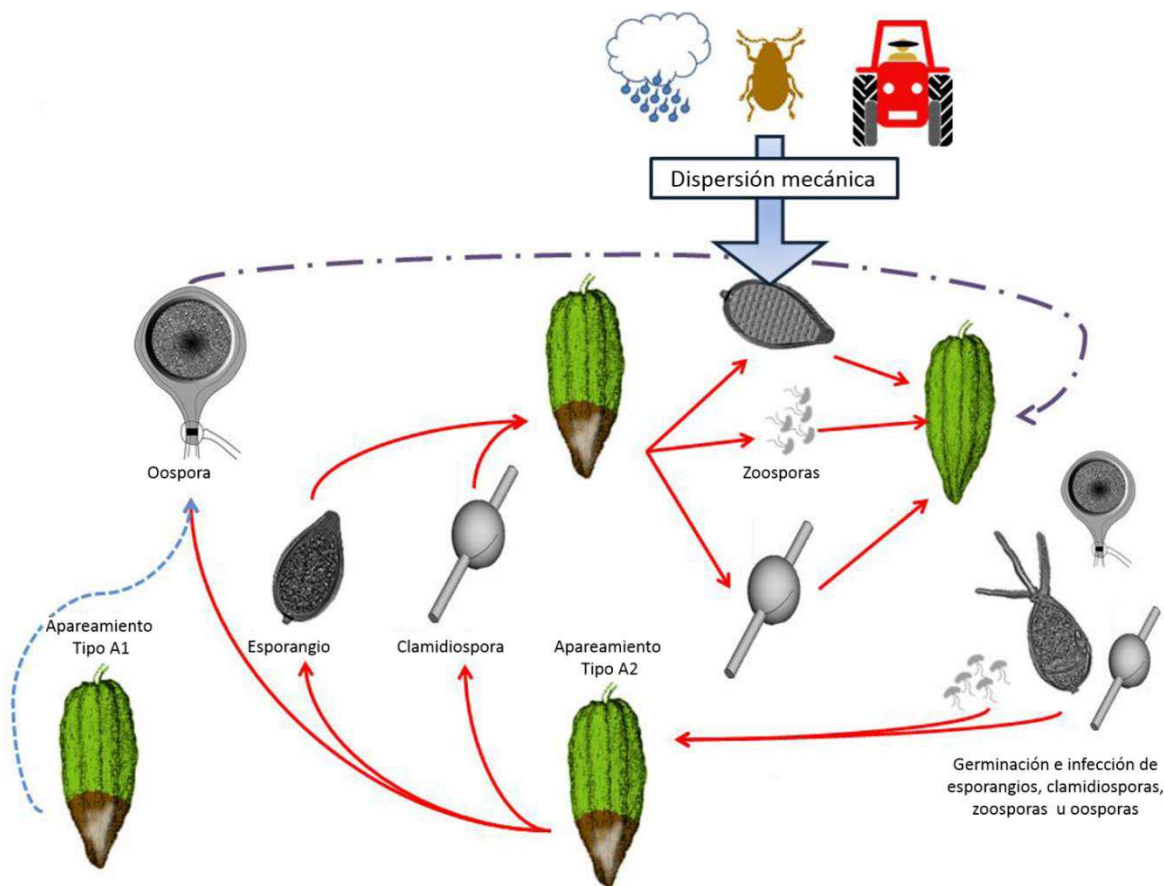


Figura 3. Ciclo de vida general de *Phytophthora palmivora* en cacao (*Theobroma cacao*). Créditos: Torres-Londono, 2016.

SÍNTOMAS

En **cacao**, la infección aparece en forma de manchas circulares de color café oscuro en frutos, la infección se propaga rápidamente por la superficie exterior (Figura 4A), hasta cubrir totalmente la mazorca (Figura 4B). Las áreas infectadas cambian de marrón a negro (Figura 4C) y, si las condiciones son favorables, grupos de esporangios blancos aparecen en las superficies exteriores de la vaina. La infección se puede iniciar en los extremos del fruto o en la parte media (Figura 4D-E) [FHIA, 2015]. Los frutos momificados (secos) pueden permanecer en el árbol por mucho tiempo. Las zoosporas (estructuras reproductivas del microorganismo) permanecen en la hojarasca y residuos de cosecha en el suelo, así como en los frutos momificados adheridos al árbol, convirtiéndose en fuente de infección permanente (FHIA, 2015).

En tallos, la infección de *P. palmivora* puede formarse debajo de la corteza de tallo y ramas, puede haber una mancha oscura en la corteza que supura un líquido rojizo (Figura 4F), el cancro puede expandirse hasta que mate la rama. Las hojas muertas son el primer indicio de muerte regresiva de ramas, las hojas mueren porque la rama en que están está muerta; el patógeno no infecta ni mata directamente las hojas (Vanegtern et al., 2015).

En **palmas**, la enfermedad es conocida como Pudrición del cogollo (PC) los primeros síntomas externos son visibles cuando las **flechas (hoja bandera)** emergen y en los costados de estas, se presentan pequeñas lesiones caracterizadas por la desintegración del tejido entre las nervaduras. Las hojas más jóvenes cercanas a las flechas también se desecan y se necrosan (Figura 5) [Martínez et al., 2010]. Otro síntoma de detección de la enfermedad se expresa por un secamiento de **los folíolos en** palmas adultas como resultado del proceso de infección, produciéndose la desintegración de los tejidos síntoma denominado "mordisco", este síntoma es utilizado como método de diagnóstico, para lo cual se recomienda revisar si en la hoja número uno o máximo en la número dos, hacen falta los ápices de algunos folíolos, si esto sucede, significa que esos folíolos faltantes fueron afectados por la PC cuando la hoja estaba en proceso de maduración. También se puede observar el daño en el ápice de la hoja, los folíolos del ápice están secos, los cuáles caerán en los siguientes tres o cuatro días; de manera que se encontrará una hoja a la que le falta la punta, estos síntomas indican un diagnóstico temprano de PC (Figura 5) [Martínez, 2008; Santos, 2010].

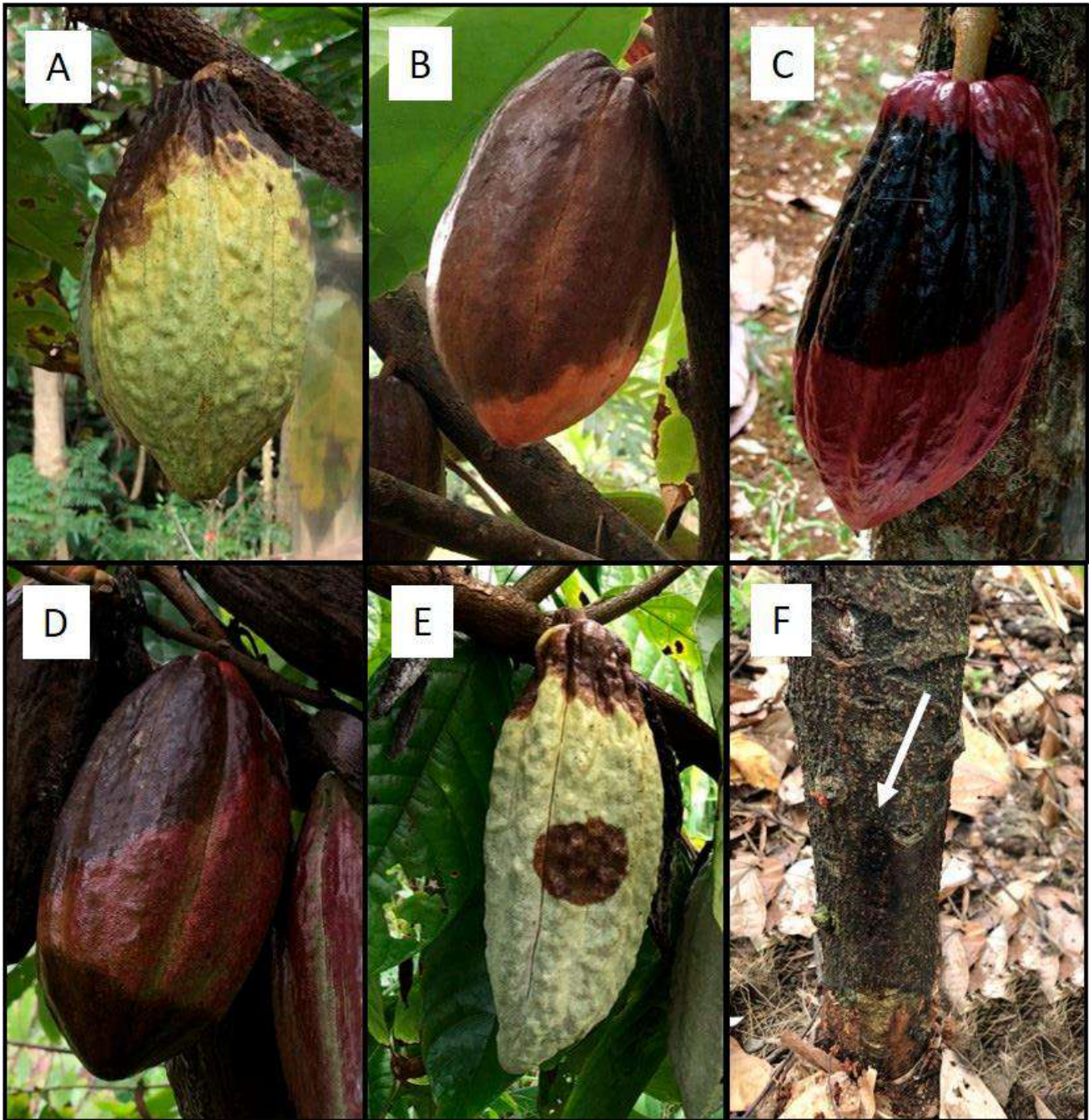


Figura 4. Síntomas de la infección por *Phytophthora palmivora* en las vainas y el tallo de *Theobroma cacao* (Cacao). Las lesiones necróticas pueden originarse en el pedúnculo (A y B) o la infección puede ocurrir en puntos no adyacentes al árbol (C). En áreas con mayor incidencia de enfermedades, las lesiones pueden desarrollarse en múltiples puntos de una vaina (D, E). *P. palmivora* también causa canchros del tallo (F) de los cuales exuda líquido hacia la corteza exterior (flecha). Créditos: Puig et al., 2021.

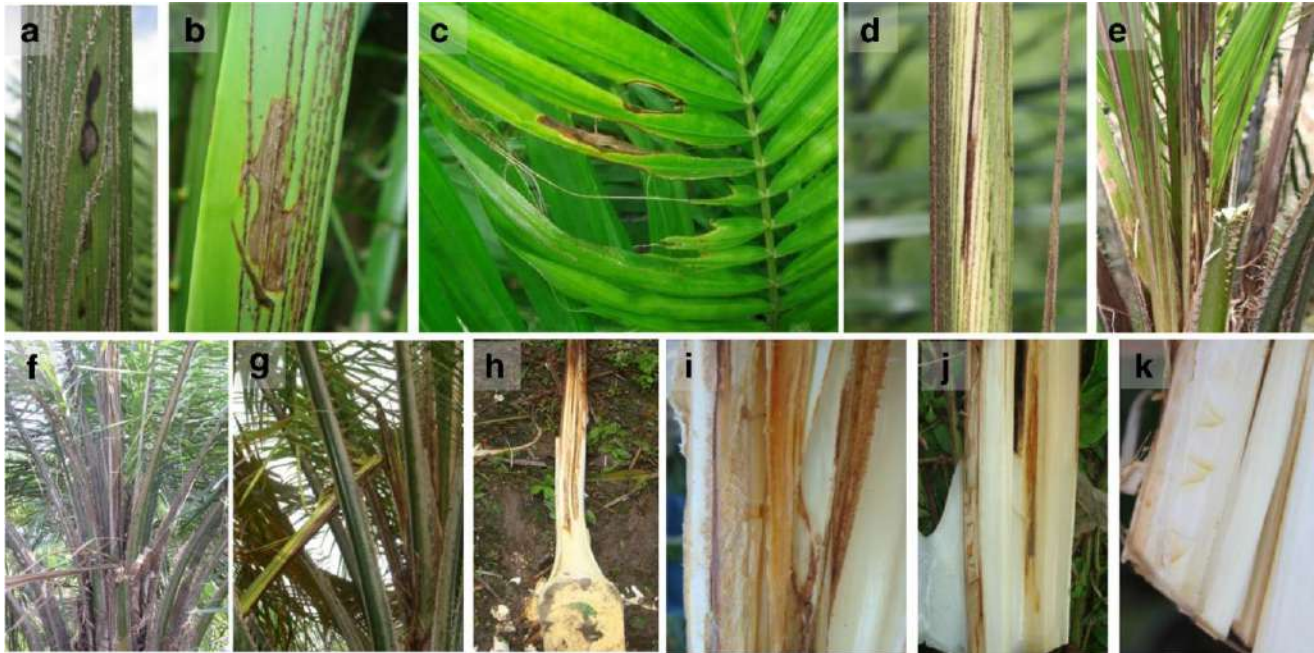


Figura 5. Síntomas observados en palmas infectadas por *Phytophthora palmivora*. a y b) las lesiones ocurren en tejidos jóvenes (hojas de lanza); c) cuando la hoja de lanza se abre, el tejido necrótico puede caer; d) en condiciones favorables de desarrollo de la enfermedad, estas pequeñas lesiones pueden afectar a otros tejidos de los folíolos cercanos dando lugar a nuevas infecciones; e) las infecciones secundarias se manifiestan como un mayor número de lesiones en hojas nuevas; f) en estadios avanzados de la enfermedad, la hoja de lanza completa se ve afectada con un aspecto seco de los folletos externos; g) resultando en la flexión de la hoja de lanza; h) cuando pasa el tiempo, pueden afectar gran parte del rodaje y los tejidos más internos de la yema; i) los tejidos por encima del meristemo son destruidos por una pudrición húmeda de los cogollos; j y k) la zona de avance de la enfermedad, donde es posible aislar *Phytophthora palmivora* Créditos: Sarria et al., 2015.

En la yema de la palma, la pudrición inicial causada por *P. palmivora* es firme y seca en estados tempranos, sin embargo, rápidamente el tejido enfermo es invadido por bacterias y otros microorganismos tornándose blanda y húmeda, esta infección bacteriana provoca la maceración de tejidos, así como la emisión de olores fétidos, en este momento resulta bastante difícil poder aislar *P. palmivora* (Drenth y Guest, 2004). Una vez

colonizados los tejidos de la yema, éstos se vuelven susceptibles a la invasión de microorganismos oportunistas y el tejido en descomposición resultante atrae a insectos tales como *Rhynchophorus palmarum*, que estimulan el proceso de descomposición que conduce hasta el final de la vida productiva de la palma (Moreno-Chacón et al., 2013).

En el **cogollo** de la palma, se observa pudrición severa de los tejidos más tiernos, que puede tener diferentes grados de severidad (ver Cuadro 3) con recuperación relativamente rápida del proceso de emisión de nuevas flechas en los casos menos severos, hasta la formación de un cráter por la muerte y descomposición de los tejidos más tiernos, con la posibilidad de recuperación en algunos casos (Figura 6) [Martínez y Torres, 2007].

apariencia aceitosa, sin bordes definidos. En frutos maduros, las lesiones son de color canela o marrón claro, convirtiéndose en una pudrición marrón como progreso de la enfermedad. La fruta afectada también emite un olor peculiar y rancio similar al emitido con la podredumbre parda causada por *P. citrophthora* y la mayoría de la fruta infectada (incluso con síntomas severos) permanece en el árbol (Figura 7) [Tashiro et al., 2012].

En **cítricos**, las lesiones en frutos sin madurar son circulares (1-2 cm de diámetro) con

Cuadro 3. Escala de severidad de pudrición del cogollo en flecha. Créditos: Martínez y Torres, 2007.

Grado	Descripción
0	Flecha sin lesiones
1	Flecha con lesiones necróticas que cubren un área entre 0.1 y 20%
2	Flecha con lesiones necróticas que cubren un área entre 20.1 y 40%
3	Flecha con lesiones necróticas que cubren un área entre 40.1 y 60%
4	Flecha con lesiones necróticas que cubren un área entre 60.1 y 80%
5	Flecha con lesiones necróticas que cubren un área mayor de 80.1 %

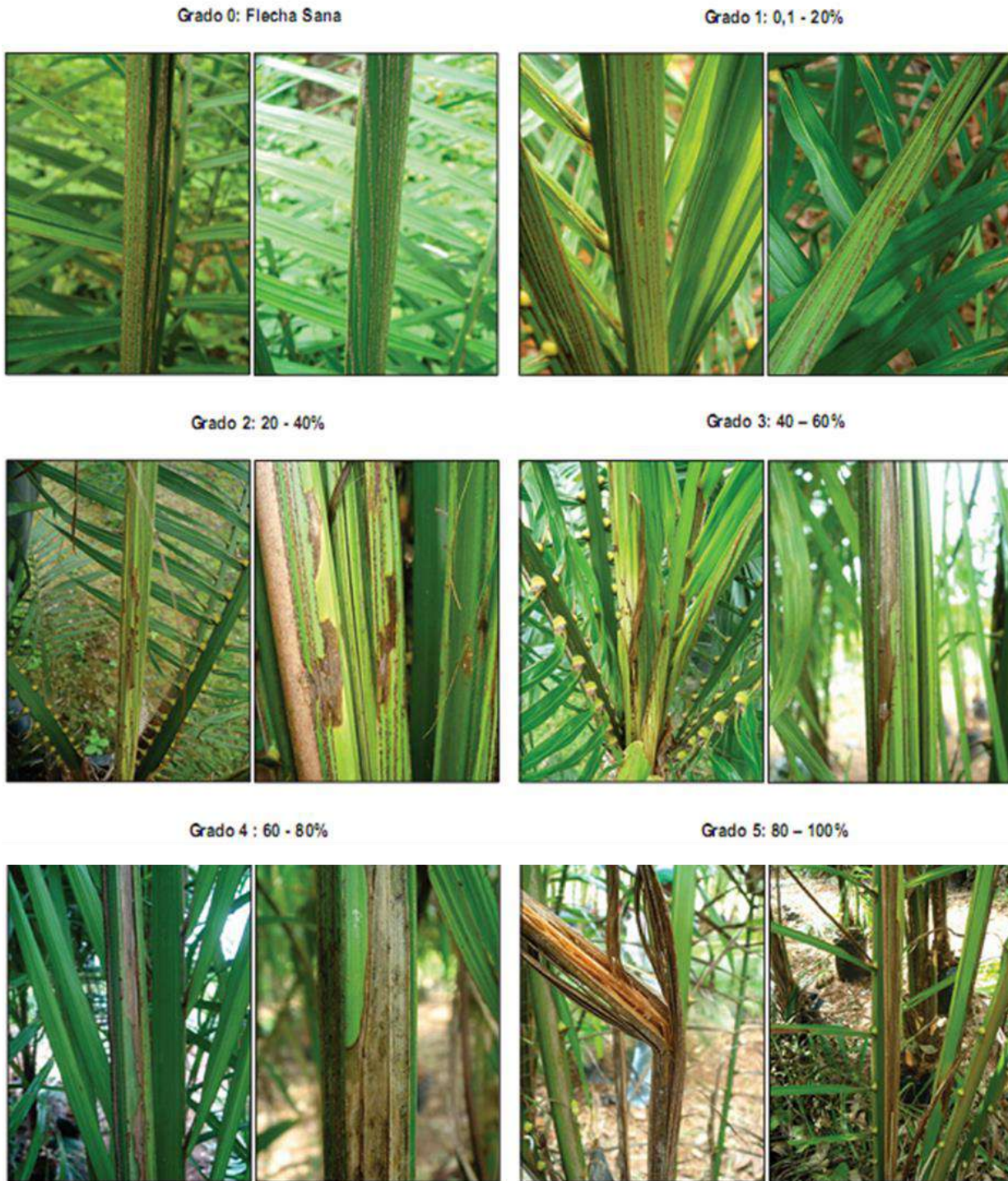


Figura 6. Escala de severidad de la pudrición del cogollo en palmas. Créditos: Martínez y Torres, 2007.

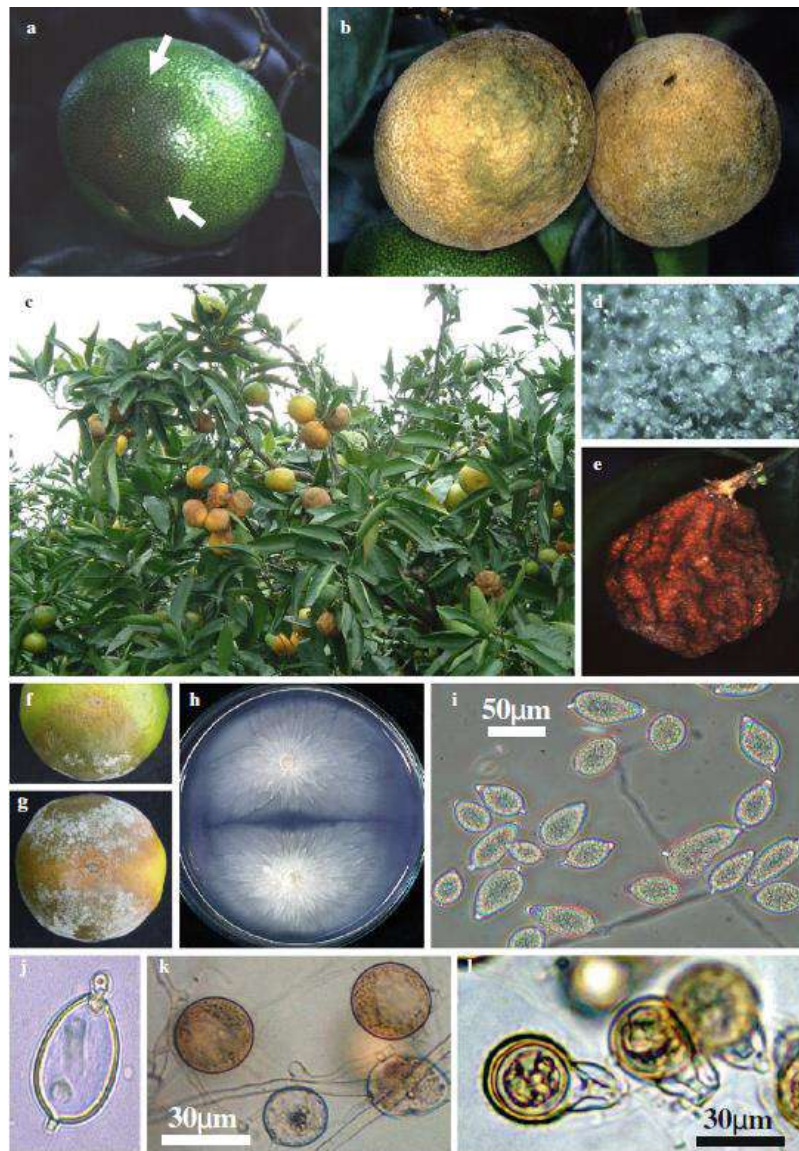


Figura 7. Síntomas de *Phytophthora palmivora*. a) Lesión circular inicial (flecha) sin borde diferenciado en la superficie de frutos no maduros; b) Síntomas de pudrición parda del fruto; c) Fruto infectado con podredumbre parda retenido en el árbol; d) Esporangios producidos en la superficie de la fruta; e) Frutos momificados e infectados; f) Decoloración de la corteza con apariencia aceitosa, que aparece 96 h después de la inoculación; g) Frutos con podredumbre parda 120 h después de la inoculación; h) Colonias en PDA; i) Esporangios suspendido en el agua; j) Esporangio liberando zoosporas; k) Clamidosporas; l) Oogonia de *P. palmivora*. Créditos: Tashiro *et al.*, 2012.

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS

Requerimientos para su desarrollo

P. palmivora se distribuye en las regiones tropicales y de clima templado, este patógeno es más activo durante la temporada más húmeda y cálida del año. En Florida, aparece en primavera y verano, pero también puede manifestarse en el invierno, más fresco y seco, especialmente en sitios donde estuvo activo anteriormente (Elliott y Uchida, 2004; Pérez *et al.*, 2010).

En condiciones óptimas de temperatura (25-32 °C) y con alta humedad en los suelos y en los tejidos vegetales infectados, el inóculo inicial se reproduce rápidamente con ciclos repetidos de esporangios y zoosporas. En periodos secos, *P. palmivora* sobrevive como clamidosporas o micelios latentes en el suelo, en infecciones en las raíces, o en desechos vegetales infectados. Todo esto proporciona una fuente de esporangios y zoosporas cuando regresan las lluvias (Coffey, 2010). En agua, *P. palmivora* pueden permanecer viable a temperatura ambiente hasta por 23 años (Ko, 2003).

Dispersión

La dispersión de *Phytophthora* por el viento o el agua se logra mediante esporangios asexuales, que se desarrollan en los extremos de las puntas de las hifas especializadas (Christen y Hohl, 1972). La alta humedad y las salpicaduras de agua, ayudan a que las zoosporas se propaguen de una planta a otra

(Perrine-Walker, 2020), además, las zoosporas de *P. palmivora* pueden ser diseminadas por el uso de suelos contaminados, herramientas de trabajo, equipos agrícolas, plantas, insectos y otros animales que contribuyen a llevar la infección a los frutos sanos y a otras partes de la planta [FHIA, 2015].

En el caso de la palma de aceite, se sabe que los insectos de la familia Tettigoniidae ponen sus huevos en la hoja flecha de las palmas. Se han observado lesiones de *Phytophthora* estrechamente relacionadas con la oviposición de estos huevos en las hojas flecha. También se sabe que los tetigónidos pasan gran parte de su vida al nivel del suelo y suben al dosel solo para poner sus huevos. Esto proporciona un camino potencial para el movimiento del patógeno (Torres *et al.*, 2008). El patógeno entra a la palma a través de heridas y causa la desintegración de la yema apical (Pérez *et al.*, 2010).

MÉTODOS DE DETECCIÓN

La identificación de *Phytophthora* a nivel de especie generalmente se hace por características morfológicas, a través de sus estructuras micro y macroscópicas (Brasier y Griffin, 1979; Appiah *et al.*, 2003; Erwin y Ribeiro, 2005). La identificación de *Phytophthora* se basa en las claves taxonómicas de Waterhouse (1963) y Stamps *et al.* (1990), las características que se utilizan para clasificar las especies de *Phytophthora* incluye morfología de esporangios,

morfología de estructuras sexuales como anteridios, oogonia y oosporas, presencia o ausencia de clamidosporas y morfología de las hifas

Muchas especies de *Phytophthora* pueden ser fácilmente identificado. Sin embargo, las diferencias morfológicas entre algunas especies son pocos y variables, por lo que difícil clasificarlos con precisión (Drenth y Sendall, 2004). A pesar de ello, los avances en las técnicas de diagnóstico permiten la identificación de las especies de manera más precisa, en particular las técnicas moleculares. La Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés) y la secuenciación del ADN, han impulsado los estudios bioinformáticos de datos de ADN de los organismos (Maizatul-Suriza et al., 2019).

Análisis de secuencias de nucleótidos de ADN ha contribuido a la comprensión de la filogenética y diversidad molecular de organismos incluidos en el género *Phytophthora* (Scibetta et al., 2012). El análisis de secuencias para investigar la diversidad genética, filogenética y variación genética de *Phytophthora* se han basado en este rDNA y región ITS (Bruns et al. 1992); sin embargo, otras regiones y genes de ADN nuclear o mitocondrial han sido más recientemente explorado ampliamente, como la beta-tubulina (β -tubulina), factor de elongación de la traducción 1 alfa (EF-1 α), subunidad I de NADH deshidrogenasa, subunidad I de

citocromo C oxidasa (CoxI) y la subunidad II (CoxII), ya sea que se analicen individualmente o como combinaciones de múltiples locus/múltiples genes (Kroon et al., 2004; Villa et al., 2006; Blair et al., 2008).

MEDIDAS DE MANEJO Y CONTROL

Monitoreo

Las inspecciones en campo deben comenzar al inicio de la temporada de lluvias, después de 2-3 días de lluvia continua, es recomendable realizar inspecciones para verificar si hay focos de infección primaria. De ser así, se deben implementar métodos de control cultural y saneamiento para mantener los niveles de inóculo bajo umbral (CABI, 2015).

Por otra parte, la captura de *Rhynchophorus palmarum* permite monitorear el estado de sus poblaciones en diferentes áreas de la plantación. Capturar el insecto es importante para establecer planes de manejo para evitar que sean atraídos por el tejido en proceso de pudrición e impedir que se alimenten de la zona meristemática de la palma, acrecentando así la posibilidad de su recuperación (Torres et al., 2008). El uso del "rincoforol", feromona de agregación producida por el macho de *R. palmarum*, permite aumentar la eficiencia de las capturas en 6-30 veces o más.

Control cultural

El desarrollo de prácticas culturales hace más difícil que la enfermedad se disemine por el cultivo, por tal razón, se tienen en cuenta los siguientes factores (Pérez *et al.*, 2010; CABI, 2015):

- Las inspecciones de campo deben comenzar al principio de la temporada de lluvias, después de 2 o 3 días de lluvia continua, revisar y remover las infecciones primarias en las plantas, se recomienda la incineración del material de plantas infectadas.
- Mejorar la circulación de aire y reducir la humedad. Si se reduce la humedad se reduce también el agua disponible para las esporas dañinas, los semilleros deben ser plantados en sitios secos.
- En viveros, evitar el riego durante la tarde o la noche para evitar períodos prolongados de humedad libre.
- Es recomendable eliminar malezas al principio y durante la estación lluviosa para incrementar la circulación del aire en los cultivos.
- Remover los túneles de hormigas, esto descarta dos fuentes de infección: esporas acarreadas en suelo infectado y las acarreadas por hormigas.
- Eliminar fuentes posibles de inóculo, como hospedantes alternos, dentro del área y de las huertas cercanas.

- Cosechar los frutos regularmente y no dejar frutos sobre el suelo por un período largo

Control biológico

Se ha demostrado que bacterias del género *Bacillus* (*B. cereus* y *B. subtilis*) inhiben el crecimiento de *P. palmivora* a nivel *in vitro* e *in vivo* (Odigie e Ikotun, 1982). En campo, la aplicación de la suspensión de *Trichoderma harzianum* redujo el porcentaje de infección del fruto y la intensidad de la enfermedad en 48.57%, 46.04% a las 12 semanas después de la aplicación (sda) respectivamente. Además, *T. virens* suprimió el porcentaje de frutos infectados y la intensidad de frutos infectados en 40,61% y 38,02% a 12 sda (Sriwati *et al.*, 2019).

Control químico

La aplicación de fungicidas se considera el control más efectivo. Para las enfermedades por *Phytophthora* (Surujdeo-Maharaj *et al.*, 2016).

Se ha observado que el fungicida metaxyl, al ser probado como único producto y en combinación con otros fungicidas, inhibe tanto el crecimiento del micelio como la esporulación de *P. palmivora* en bajas concentraciones, en comparación con las formulaciones de fungicidas de cobre que inhiben el crecimiento y esporulación de *P. palmivora* solamente en altas concentraciones (Pérez *et al.*, 2010).

Coffey (2010) menciona que un buen control de la caída prematura de los cocos se logró con inyecciones de fosfito en el tronco, sin embargo, queda por determinar hasta qué punto el tratamiento con fosfito puede ser efectivo en el control de la pudrición del cogollo en palmas. La detección temprana de la enfermedad es un factor vital.

Garófalo y McMillan (1999), en el manejo de los casos de PC de 32 especies de palmas en el sur de Florida, EUA, sugieren un programa de aplicaciones de Fosetil aluminio (Aliette®) cada tres meses o de Ethazol más Metyl Thiophanato (Banrot®) cada seis meses o Metalaxil. Resistencia de plantas hospedantes

En coco, se han desarrollado algunos bioensayos a pequeña escala, probándose cultivares e híbridos. La resistencia parece estar relacionada con el contenido de compuestos fenólicos en la cáscara. Algunas variedades enanas de Malasia, como el Enano Malayo Amarillo, Bali Alto, Enano Malayo Amarillo x híbridos altos Palu, y otras variedades originarias de Asia Sur- Oriental, han mostrado resistencia (CABI, 2015).

LITERATURA CITADA

Acebo-Guerrero, Y., Hernández-Rodríguez, A., Heydrich-Pérez, M., El Jaziri, M., & Hernández-Lauzardo, A. N. (2011). Management of black pod rot in cacao

(*Theobroma cacao*L.): a review. *Fruits*, 67(1), 41–48. doi:10.1051/fruits/2011065

Appiah AA, Flood J, Bridge PD, Archer S.A. 2003. Inter- and intraspecific morphometric variation and characterization of *Phytophthora* isolates from cocoa. *Plant Pathology*, 52, 168–180.

Blair JE, Coffey MD, Park SY, Geiser DM, Kang S. 2008. A multilocus phylogeny for *Phytophthora* utilizing markers derived from complete genome sequences. *Fungal Genet Biol* 45:266–277.

Brasier CM, Griffin MJ. 1979. Taxonomy of *Phytophthora palmivora* on cocoa. *Transactions of the British Mycological Society*, 72, 111–143.

Brooks F. 2005. *Phytophthora palmivora*. En línea: https://www.ctahr.hawaii.edu/adap/ascc_landgrant/dr_brooks/brochure012.pdf Fecha de consulta: enero de 2022.

Bruns TD, Vilgalys R, Barns SM, Gonzalez D, Hibbett DS, Lane DJ, Sogin M L. 1992. Evolutionary relationships within the fungi: analyses of nuclear small subunit rRNA sequences. *Mol Phylogenet Evol* 1:231–241.

CABI. 2015. Crop Protection Compendium. © CAB International, Wallingford, UK. <http://www.cabi.org/cpc/> (Consulta febrero 2015).

CABI. 2021. *Phytophthora palmivora* (coconut budrot). En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40986> Fecha de consulta: enero de 2022.

Cameron JN, Carlile MJ. 1977. Negative geotaxis of zoospores of the fungus *Phytophthora*. J. Gen. Microbiol. 98:599–602. doi:10.1099/00221287-98-2-599.

Cameron JN, Carlile MJ. 1980. Negative chemotaxis of zoospores of the fungus *Phytophthora palmivora*. J. Gen. Microbiol. 120:347–353. doi:10.1099/00221287-120-2-347.

Christen J, Hohl HR. 1972 Growth and ultrastructural differentiation of sporangia in *Phytophthora palmivora*. Can. J. Microbiol. 18:1959–1964. doi: 10.1139/m72-303.

CIPF. 2021a. Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 8 Determinación de la condición de una plaga en un área. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. En línea: https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/es/2021/06/ISPM_08_2021_Es_2021-05-16_PostCPM-15.pdf Fecha de consulta: noviembre de 2021.

CIPF. 2021b. Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (NIMF) No. 5 Glosario de términos fitosanitarios. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. En línea: https://assets.ippc.int/static/media/files/publication/es/2021/06/ISPM_05_2021_Es_Glossary_2021-05-16_PostCPM-15.pdf Fecha de consulta: noviembre de 2021.

Coffey DM. 2010. Especies de *Phytophthora* que atacan las palmas: su naturaleza, supervivencia y control. PALMAS 31: 376-382.

Drenth A, Guest DI. 2004 Diversity and management of *Phytophthora* in Southeast

Asia. ACIAR Monograph No. 114 Melbourne. 238p.

Drenth A, Sendall B. 2004. Isolation of *Phytophthora* from infected plant tissue and soil, and principles of species identification. Diversity and management of *Phytophthora* in Southeast Asia, (114), 94-102.

Drenth A, Torres GA, Martínez LG. 2013. *Phytophthora palmivora*, la causa de la Pudrición del cogollo en la palma de aceite. PALMAS. 34(1): 87-94.

Elliott ML, Uchida JY. 2004. Diseases and Disorders of Ornamental Palms. APSnet Features. Online.doi:10.1094/APSnetFeature-2004-0304.

Erwin D, Ribeiro O.1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press; St. Paul, MN, USA: 1996

Erwin DC, Ribeiro OK, 2005. *Phytophthora diseases worldwide*, 562 pp. APS Press, St. Paul, MN, USA

FHIA (Hondureña de Investigación Agrícola). 2015. En línea: http://www.fhia.org.hn/downloads/cacao_pdfs/infocacao/infocacao_no13_jul_2017.pdf Fecha de consulta: enero de 2021.

Flood J, Guest D, Holmes KA, Keane P, Padi B, Sulistyowati E. 2004. Cocoa under attack. In J. Flood & R. Murphy (Eds.), *Cocoa futures* (p. 164). Chinchina, CO: CABI-FEDERACAFE.

Franqueville H. De. 2001. La Pudrición del Cogollo de la Palma de Aceite en América Latina. Revisión Preliminar de Hechos y Logros Alcanzados. CIRAD, p. 35.

Gallegly ME, Hong C. 2008. *Phytophthora*:



Identifying species by morphology and DNA Fingerprints. APS Press. p. 158.

Garófalo J, McMillan RT.1999. La pudrición de la yema por *Phytophthora* en palmas del sur de Florida. Hoja informativa No. 91. University of Florida Cooperative Extension Service Miami-Dade. 5p.

Hemmes D, Lerma A. 1985. The Ultrastructure of developing and germinating chlamydospores of *Phytophthora palmivora*. *Mycologia*. 77:743–755. doi: 10.1080/00275514.1985.12025162.

<https://sfpya.edomexico.gob.mx/recaudacion/index.jsp?opcion=72#>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5381587/>

Hung P, Wattanachai P, Soyong K, Poeaim S. 2015. Biological Control of *Phytophthora palmivora* Causing Root Rot of Pomelo Using *Chaetomium* spp. *Mycobiology*. 43. 63-70. 10.5941/MYCO.2015.43.1.63.

Ko W. 2003. Long-term storage and survival structure of three species of *Phytophthora* in water. *J. Gen. Plant. Pathol.* 69:186–188.

Kroon LPNM, Bakker FT, Van den Bosch GBM, Bonants PJM, Flier WG (2004) Phylogenetic analysis of *Phytophthora* species based on mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Fungal Genet Biol* 41:766–782.

Maizatul-Suriza M, Dickinson M, Idris AS. 2019. Molecular characterization of *Phytophthora palmivora* responsible for bud rot disease of oil palm in Colombia. *World*

Journal of Microbiology and Biotechnology, 35(3). doi:10.1007/s11274-019-2618-9

Martínez G, Arias N, Sarria G, Torres G, Varón F, Noreña C, Salcedo S, Aya H, Ariza J, Aldana R, Martínez L, Moya Ó, Burgos CA. 2009. Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite. Cartilla Técnica No. 1. Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). 24 p.

Martínez G, Sarria AG, Torres AG, Varón F. 2010. Avances en la investigación de *Phytophthora palmivora*, el agente causal de la pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *PALMAS* 31(1): 55-63.

Martínez LG, Torres GA. 2007. Presencia de la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (PC) en plantas de vivero. *PALMAS* 28(4): 13-20.

Martínez LG. 2008. Avances en la solución de la Pudrición del Cogollo de la palma de aceite en Colombia. *PALMAS* 29(2): 53-64.

Mohamed Azni INA, Sundram S, Ramachandran V, Abu Seman I. 2017. An *in vitro* investigation of Malaysian *Phytophthora palmivora* isolates and pathogenicity study on oil palm. *Journal of Phytopathology*, 165(11-12), 800–812. doi:10.1111/jph.12620.

Mohamed Azni INA, Sundram S, Ramachandran V. Pathogenicity of Malaysian *Phytophthora palmivora* on cocoa, durian, rubber and oil palm determines the threat of bud rot disease. *Forest Pathology*, e12557. doi:10.1111/efp.12557

Moreno-Chacón A, Camperos-Reyes J, Ávila R, Romero H. 2013. Biochemical and

physiological responses of oil palm to bud rot caused by *Phytophthora palmivora*. Plant Physiology and Biochemistry 70: 246-251.

Odigie EE, Ikotun T. 1982. *In-vitro* and *in-vivo* inhibition of growth of *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. by antagonistic microorganisms. Fitopatologia Brasileira, 7, 157-167

Pérez CM, Peñaranda AL., Herazo M. 2010. Impacto, Manejo y Control de Enfermedades Causadas por *Phytophthora palmivora* en Diferentes Cultivos. Programa de Microbiología. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona. Colombia.

Perrine-Walker F. 2020. *Phytophthora palmivora*-Cocoa Interaction. Journal of fungi (Basel, Switzerland), 6(3), 167. <https://doi.org/10.3390/jof6030167>.

Ploetz R. 2016. The impact of diseases on cacao production: a global overview. Cacao diseases, 33-59.

Puig AS, Quintanilla W, Matsumoto T, Keith L, Gutierrez OA, Marelli JP. 2021. *Phytophthora palmivora* Causing Disease on *Theobroma cacao* in Hawaii. Agriculture, 11(5), 396.

Sarria GA, Martinez G, Varon F, Drenth A, Guest DI. 2015. Histopathological studies of the process of *Phytophthora palmivora* infection in oil palm. European Journal of Plant Pathology, 145(1), 39-51. doi:10.1007/s10658-015-0810-9

Scibetta S, Schena L, Chimento A, Cacciola SO, Cooke DE. 2012. A molecular method to assess *Phytophthora* diversity in

environmental samples. J Microbiol Methods 88:356-368.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2021. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. En línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: enero de 2022.

Sriwati R, Chamzurn T, Soesanto L, Munazhirah M. 2019. Field application of *Trichoderma* suspension to control cacao pod rot (*Phytophthora palmivora*). AGRIVITA, Journal of Agricultural Science, 41(1), 175-182.

Stamps DJ, Waterhouse GM, Newhook FJ, Hall GS. 1990. Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. Agricultural Bureau of International Mycology Institute, Institute of Mycology Paper, No. 162.

Tashiro N, Uematsu S, Ide Y, Matsuzaki M. 2012. First report of *Phytophthora palmivora* as a causal pathogen of citrus brown rot in Japan. Journal of General Plant Pathology, 78(3), 233-236. doi:10.1007/s10327-012-0378-6.

Torres G, Sarria G, Salcedo S, Varón F, Aya H, Ariza J, Morales L, Martínez G. 2008. Opciones de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite en áreas de baja incidencia de la enfermedad. PALMAS. 29:63 - 72.

Torres-Londono GA. 2016. Morphological characterization, virulence, and fungicide sensitivity evaluation of *Phytophthora palmivora*. En línea: [file:///C:/Users/cynthia.castaneda.i/Downloads/TorresLondono_grad.msu_0128D_14352%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cynthia.castaneda.i/Downloads/TorresLondono_grad.msu_0128D_14352%20(1).pdf) Fecha de consulta: enero de 2022.

Van West P, Morris BM, Reid B, Appiah AA, Osborne MC, Campbell TA, Shepherd SJ, Gow NAR. 2002. Oomycete Plant Pathogens Use Electric Fields to Target Roots. MPMI. 15:790–798. doi: 10.1094/MPMI.2002.15.8.790.

Vanegtern B, Rogers M, Scot N. 2015. Black Pod Rot of Cacao Caused by *Phytophthora palmivora*. En línea: <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/PD-108.pdf> Fecha de consulta: enero de 2022.

Villa NO, Kageyama K, Asano T, Suga H (2006) Phylogenetic relationships of Pythium and Phytophthora species based on ITS rDNA, cytochrome oxidase II and beta-tubulin gene sequences. Mycologia 98:410–422.

Waterhouse GM (1963) Key to the species of *Phytophthora* de Bary. Mycol Pap 92:1–22

Forma recomendada de citar:

DGSV-DCNRF. 2022. Pudrición del cogollo, *Phytophthora palmivora* (E.J.Butler) E.J. Butler. SADER-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal-Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. Tecámac, Estado de México. 20 pp.

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

DIRECTORIO

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Director en Jefe del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y
Calidad Agroalimentaria

Ing. Francisco Javier Calderón Elizalde

Director General de Sanidad Vegetal

Ing. Francisco Ramírez y Ramírez

Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

M. C. Guillermo Santiago Martínez