

***Phytophthora palmivora*, la causa de la Pudrición del cogollo en la palma de aceite**

Phytophthora palmivora, the Cause of Bud Rot in Oil Palm



André Drenth, PhD

Universidad de Queensland
Investigador Principal en QAAFI
Australia
Andre.Drenth@deedi.qld.gov.au

Gabriel Andrés Torres

Departamento de Fitopatología
Universidad Estatal de Michigan
(Estados Unidos)

Gerardo Martínez López

Cenipalma (Colombia)

Palabras CLAVE

Phytophthora, Oomiceto, Pudrición del cogollo, palma de aceite, diagnóstico, Pudrición de flecha

Phytophthora, Oomycete, bud rot, oil palm, spear rot

Traducido por Fedepalma

Versión original en inglés
en el Centro de Información
de Fedepalma

Resumen

La Pudrición del cogollo (pc) ha causado graves problemas en la industria palmera en América durante más de medio siglo. Esta enfermedad es 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. Hasta hace unos años, se responsabilizaba de la Pudrición del cogollo a una serie de factores bióticos y abióticos. Sin embargo, ninguno de estos culpables se manifestó inequívocamente de ser la causa de esta enfermedad.

En los últimos años, un estudio detallado de los investigadores de Cenipalma en Colombia demostró que una especie de *Phytophthora* era la causa de la Pudrición del cogollo (Martínez *et al.*, 2008; Sarria-Villa *et al.*; Torres *et al.*, 2010). Intentos anteriores para aislar este patógeno habían sido frustrados debido a las dificultades que se encontraron para aislar *Phytophthora palmivora* de los tejidos de la palma de aceite en comparación con otras especies de plantas huéspedes.

No obstante, la observación cuidadosa de los síntomas en el corazón de la palma reveló que era posible detectar las etapas críticas iniciales de la infección. Después de la colonización de las vainas de las hojas cerradas, los primeros síntomas externos de la enfermedad que se presentan son pequeñas lesiones en la flecha más joven causada por la desintegración de los tejidos entre las venas.



Estos síntomas son menores, pero una vez que el patógeno comienza a penetrar el corazón de la palma, hacia el tejido meristemático, comienza a avanzar hacia los tejidos nuevos jóvenes cercanos, destruyendo más y más folíolos. Las estructuras de *Phytophthora* como las clamidosporas y los esporangios pueden observarse en y sobre el tejido del corazón a una edad temprana. La presencia de más lesiones en las flechas más jóvenes afecta el desarrollo de nuevas hojas. El tejido afectado con frecuencia es colonizado por patógenos secundarios e insectos que son atraídos al tejido en descomposición, ocasionando daños al área meristemática, que puede resultar en la muerte de la palma afectada.

Abstract

Bud rot has caused major problems in the oil palm industry in the Americas for more than half a century. Bud rot, called “Pudrición del cogollo” (PC), of oil palm is a serious constraint to oil palm production in Colombia and in the neighboring countries Brazil, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Panama, Peru and Surinam. Until recently bud rot was blamed on a range of biotic and abiotic factors, however none of these culprits was unequivocally demonstrated to be the cause of bud rot.

Over the past few years a detailed study by Cenipalma researchers in Colombia demonstrated that a species of *Phytophthora* was the cause of bud rot (Martínez *et al.*, 2008; Sarria-Villa *et al.*, 2008; Torres *et al.*, 2010). Earlier attempts to isolate this pathogen had been confounded by difficulties encountered isolating *Phytophthora palmivora* from oil palm plant tissue compared to other host plant species. However, careful observation of the symptoms in the palm heart revealed that it was possible to detect the initial, cryptic, stages of infection. Following colonisation of enclosed leaf sheaths, the first external symptoms of the disease are small lesions on the youngest spear leaf caused by disintegration of the tissue between the veins. These symptoms are minor but once the pathogen starts moving down into the heart of the palm, towards the meristematic tissue, it starts moving towards neighbouring new young tissue, destroying more and more leaflets. *Phytophthora* structures such as chlamydospores and sporangia can be seen in and on the heart tissue at a young age. The presence of more lesions in the youngest spear leaves affects the development of new leaves. The affected tissue is often colonised by secondary pathogens and insects that are attracted to the rotting tissue, promoting damage to the meristematic area which may result in the death of the affected palm.



Introducción

Desde la introducción de la palma de aceite, *Elaeis guineensis*, en Centro y Suramérica y su cultivo en plantaciones a gran escala se han reportado casos de muerte inexplicable de palmas de aceite. Uno de los primeros registros de la enfermedad en Suramérica se encuentra en el Informe del Departamento de Agricultura de Surinam de 1921, el cual informó acerca de la destrucción total de una plantación de cinco

años de edad en ese país, debido a una enfermedad del tipo Pudrición del cogollo (reportado en Malaguti, 1953). Entre los primeros estaban las observaciones realizadas por Reiking de Panamá a finales de la década de 1920 (reportado en Richardson, 1995). Se reportaron casos esporádicos de Pudrición del cogollo en Centro y Suramérica (Corrado, 1970) y África (Bachy, 1954).



El problema atrajo mucha atención cuando a finales de la década de 1970 unas plantaciones en la región de Turbo, en Colombia, y otras en la parte sur de Panamá fueron destruidas debido a la Pudrición de cogollo (Turner, 1970). Una situación similar tuvo lugar en Surinam, donde la industria palmera sufrió graves pérdidas por esta enfermedad, lo cual condujo a un colapso de la industria (Van de Lande y Zadoks, 1999). En la década de 1990, la Pudrición del cogollo se extendió en diferentes partes de Colombia (Gómez, 1995). Donde quiera que se hayan cultivado palmas de aceite en plantaciones en Suramérica, se han reportado casos de Pudrición del cogollo, lo que indica que el patógeno está generalizado. La epidemia grave más reciente tuvo lugar a partir de 2006 en la municipalidad de Tumaco, en la zona occidental de Colombia.

En algunos casos la Pudrición del cogollo es también conocida como Pudrición de flecha y estos nombres se usan en cierto modo de manera confusa ya que describen un continuo de síntomas. Pudrición de flecha describe los síntomas en la hoja flecha, mientras que Pudrición del cogollo a menudo se usa cuando ocurre la pudrición del cogollo de la palma, y las hojas sin emerger y los meristemos apicales pueden ser afectados, lo que destruye la palma. Autores anteriores (Turner, 1981) han señalado que estos nombres pueden en realidad representar diferentes fases de la misma enfermedad.

En general, se reconocieron dos formas de la enfermedad Pudrición del cogollo, a saber, una forma letal y una no letal que demostró una alta tasa de recuperación como se identifica comúnmente en algunas subregiones de los Llanos Orientales en Colombia. Ahora está claro que la expresión de la enfermedad y el desarrollo de los síntomas puede seguir varios caminos diferentes, dependiendo de las condiciones ambientales espaciales y temporales dentro de la plantación.

Esta expresión variable de los síntomas de la enfermedad se complica aún más por las diferentes fases de desarrollo epidemiológico de la enfermedad Pudrición del cogollo. En la fase 1 las palmas individuales se infectan al azar a través de la plantación con muy baja inciden-

cia. En contraste, la fase 2 se caracteriza por la propagación focal de la enfermedad a partir de las palmas dispersas infectadas en la fase 1. Se observó que si las palmas infectadas durante la fase 1 de desarrollo de la enfermedad se eliminaban a través de rondas fitosanitarias regulares realizadas cerca de seis veces al año, se esperaba que la enfermedad permaneciera en la fase 1 y causara un impacto económico relativamente bajo (Van de Lande y Zadoks, 1999).

La búsqueda de la causa de la Pudrición del cogollo

Desde los primeros informes de la Pudrición del cogollo, se han propuesto diferentes hipótesis y observaciones con respecto a la causa de esta enfermedad. La expresión aérea de los síntomas de la enfermedad en lo alto del dosel condujo a un gran esfuerzo de investigación en las enfermedades típicas transmitidas por vectores. Se realizaron estudios de transmisión y una gran cantidad de insectos se sometieron a pruebas sin obtener resultados positivos (Louise, 1990; Perthuis, 1990). Los ensayos con insecticidas tampoco dieron lugar a una disminución en la incidencia de la enfermedad. El papel de los insectos polinizadores e investigó pero su participación en la Pudrición del cogollo también fue descartada.

Algunos hongos patógenos comunes, principalmente varias especies de *Fusarium* y *Thielaviopsis*, fueron a menudo aislados y postulados de ser la causa de la Pudrición del cogollo. Sin embargo, los experimentos de inoculación nunca pudieron recrear los síntomas de la Pudrición del cogollo en palmas de aceite sanas (revisado en De Franqueville, 2003). Las bacterias causantes de pudriciones blandas, como *Erwinia*, con frecuencia fueron aisladas de los tejidos afectados, pero de nuevo no pudieron reproducir los síntomas de la enfermedad después de la inoculación experimental de las palmas saludables. Con el transcurso de un gran número de años ninguno de los patógenos aislados de tejidos infectados de palmas de aceite pudo reproducir los síntomas cuando las palmas sanas fueron inoculadas, lo cual los descarta como patógenos primarios.

La noción de que un vector estaba involucrado, dio lugar a una búsqueda de virus, patógenos tipo virus o fitoplasmas. Los ensayos de virología estándar que involucran estudios por microscopía electrónica y ácido nucleico, sin embargo, no encontraron evidencias de su participación (Dollet, 1992).

Aunque la Pudrición del cogollo en la palma de aceite ocurre en muchos tipos distintos de suelos bajo diferentes condiciones ambientales, muchas personas han relacionado esta enfermedad con factores del suelo. Los suelos pobres dan lugar a sistemas radicales pobres y a plantas de bajo rendimiento que soportan más estrés, son de crecimiento más lento y sucumben más rápidamente a estreses bióticos y abióticos. El mal drenaje, la compactación, los suelos pesados, la acidez del suelo y la toxicidad por aluminio, entre otros, se han propuesto como causas de la Pudrición del cogollo, pero todos estos factores también ocurren de manera individual o

El mal drenaje, la compactación, los suelos pesados, la acidez del suelo y la toxicidad por aluminio, entre otros, se han propuesto como causas de la Pudrición del cogollo.

en combinación, en áreas que no están afectadas por la Pudrición del cogollo. También se demostró que N, P, K, Mg, y Ca no intervinieron para predisponer las palmas a la Pudrición del cogollo (Van Slobbe, 1996). Un análisis de micronutrientes en Colombia no identificó una clara correlación entre los micronutrientes y la Pudrición del cogollo (Gómez, Ayala y Múnevar, 2000).

En septiembre 11 de 2008, Gerardo Martínez López y su equipo de investigadores de Cenipalma en Colombia, confirmaron que una

especie de *Phytophthora* era la responsable de los síntomas primarios de la enfermedad. Este equipo de investigación se concentró en las etapas tempranas de la enfermedad hacia la zona meristemática donde el proceso de pudrición aún no había empezado. También usaron frutos de papaya y cacao como cebos y lograron aislar *Phytophthora palmivora* del tejido de palma infectada. El posterior análisis microscópico del tejido de palma infectada reveló la presencia de clamidosporas. Los cuatro cultivos resultantes fueron confirmados como *P. palmivora* mediante microscopía y análisis de secuencias ITS. Las suspensiones de esporas de los cultivos puros se inyectaron de nuevo en más de cien palmas de aceite jóvenes y el 85% desarrolló síntomas típicos de la Pudrición del cogollo. Se aisló *P. palmivora* de estas plantas sintomáticas otra vez para cumplir con los postulados de Koch (Torres *et al.*, 2010).

Epidemiología

Mucho se ha dicho sobre las dos fases diferentes de la enfermedad. La primera fase conlleva a que las palmas se infecten al azar en una plantación. Esto ocurre típicamente con menor frecuencia y las pérdidas se mantienen por debajo del 1% al año. Si se eliminan las palmas afectadas, el efecto compensatorio y la intercepción de luz y crecimiento adicional de las palmas vecinas mantienen bajas las pérdidas.

Puesto que ahora se sabe que *P. palmivora* tiene una fase de transmisión por el suelo, la pregunta es cómo se mueve el patógeno del suelo al cogollo de las palmas. La naturaleza bifásica de las epidemias de la Pudrición del cogollo, junto con características similares de otros patógenos *Phytophthora* de dispersión aérea de cultivos perennes tropicales, sugiere que el movimiento al dosel es un paso regulador del desarrollo de la segunda fase. Se sabe también por otros sistemas del patógeno hospedero de *Phytophthora* que a menudo los insectos participan en este proceso (Konam y Guest, 2004). 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 (Torres *et al.*, 2008). 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.

La infección de las hojas flecha con la ayuda de insectos es un proceso al azar, probablemente no muy frecuente y que podría ser facilitado por la ocurrencia de palmas jóvenes voluntarias en el terreno. Estas palmas pueden infectarse con facilidad ya que están en estrecho contacto con el suelo. Estas palmas infectadas y muy jóvenes probablemente son visitadas por los mismos insectos que las plantas maduras.

La segunda fase de la enfermedad es mucho más problemática y el análisis realizado por van der Lande y Zadoks (1999) en Surinam claramente indicó que la enfermedad puede propagarse de las palmas iniciales infectadas a las palmas vecinas, mediante la transmisión por el viento o por vectores que son desplazables por el viento.

Se ha observado que en las plantaciones destruidas por la Pudrición del cogollo, la enfermedad afecta más rápidamente las renovaciones que la siembra por primera vez. Teniendo en cuenta que el material de siembra se ha mantenido in situ, el suelo ahora contiene un nivel mucho más alto de *Phytophthora* y por tanto, la posibilidad de que las plántulas voluntarias y los insectos recojan *P. palmivora* se ha incrementado significativamente.

Otro factor que da lugar a problemas de la enfermedad Pudrición de cogollo es la presencia de *P. palmivora* en los viveros en las plántulas de palma de aceite. Una vez esto ocurre, la plantación se infestará desde el principio ya que desde el inicio el patógeno se ha establecido en las palmas. Esto cambia la dinámica del desarrollo de la enfermedad y típicamente puede dar lugar a altos niveles de la misma y graves impactos en la plantación en las etapas tempranas de desarrollo.

Conclusiones

Aunque muchas investigaciones se direccionaron hacia la identificación de la causa de la Pudrición del cogollo, la determinación final eludió los investigadores durante un tiempo bastante largo. Esto es muy poco usual, ya que para muchas nuevas enfermedades de plantas, un esfuerzo investigativo bien orientado que conlleve la observación cuidadosa de los síntomas de la enfermedad, el aislamiento del patógeno, la infección de material vegetal sano y la recreación de los síntomas de la enfermedad puede realizarse en un periodo de tiempo relativamente corto para cumplir con los postulados de Koch y determinar de manera concluyente la causa de la enfermedad.

Es interesante observar que Reiking en 1928 había notado la presencia de *Phytophthora* en palmas afectadas (reportado en Richardson 1995) y se señaló a *Phytophthora palmivora*, como el agente causal de la Pudrición de cogollo de nuevo en África poco después (Ghesquiere, 1935). De manera retrospectiva hay varias razones que se han enumerado sin ningún orden en particular, de por qué se tomó tanto tiempo para establecer de manera inequívoca el agente causal de la Pudrición del cogollo.

1. *Baja incidencia de la enfermedad durante la fase 1.* Cuando la Pudrición del cogollo está en la fase 1, con una baja incidencia de la enfermedad y aparición al azar de plantas infectadas dispersas por la plantación, es difícil distinguir la causa y el efecto dentro de los límites de los enfoques experimentales normales. La medición precisa de eventos raros requiere de tamaños de muestras muy grandes. A menos que un número alto de plantas estén involucradas, ningún tratamiento o relación proporcionará resultados significativos, ya que la incidencia de la enfermedad es sencillamente muy baja para distinguirlos entre ellos.
2. *Los invasores secundarios ocultan el organismo causal.* Cuando la enfermedad ocurre esporádicamente y se identifica una planta infectada, los síntomas por lo general ya están muy avanzados, el patógeno ya ha estado presente por algún tiempo

y los invasores secundarios ya han entrado. Se sabe que las especies de *Phytophthora* pueden ser difíciles de aislar de una mezcla de patógenos oportunistas en lesiones avanzadas. Las especies de *Phytophthora* son organismos hemibiotróficos y son aisladas mejor de los bordes externos de la lesión en progreso.

3. *Ignorar la evidencia fuera de la disciplina de uno.* La sintomatología, los patrones de distribución especial y de propagación (van der Lande y Zadoks, 1999) aportaron pruebas sólidas de que a la Pudrición del cogollo concernía un factor biótico, que un vector estaba involucrado y que habían diferentes fases distintas de la enfermedad; una fase de palmas dispersas al azar, y una segunda fase con una propagación focal fuerte de palmas infectadas al azar. Las palmas enfermas tendieron a agruparse, lo que indicó la existencia de focos. Esta información vital se ignoró por más de una década.
4. *Falta de coordinación entre las diferentes disciplinas de la ciencia de las plantas.* A pesar de la abrumadora evidencia de que los factores bióticos eran la causa de la enfermedad, como se indicó en el punto 3, una serie de hipótesis que involucraban causas abióticas (las cuales ignoraban las observaciones de campo de distribución y propagación) seguían presentándose sin ningún diseño o plan experimental claramente esbozados para probarlas. La participación de las causas abióticas que involucran nutrientes con frecuencia se prueban fácilmente mediante ensayos múltiples de campo y en macetas. Sin embargo, pocos de esos ensayos se realizaron y hay unas pocas publicaciones científicas que respaldan dichas afirmaciones. No hay nada malo en proponer hipótesis siempre y cuando el proponente esté preparado para probarlas. En nuestra experiencia, las hipótesis basadas en observaciones sin datos alejan los escasos recursos de probar las hipótesis clave a mano.
5. *Descartar prematuramente un probable agente causal.* Aunque los primeros in-

vestigadores se concentraron en la hipótesis relativa a hongos, un gran número de aislamientos proporcionaron resultados no concluyentes. Con frecuencia se supone que los microorganismos pueden ser fácilmente aislados del tejido afectado e introducidos en cultivo puro. Sin embargo, debemos darnos cuenta que este no es siempre el caso. La lección de la Pudrición del cogollo es que siempre vale la pena examinar cuidadosamente el tejido afectado en busca de signos de infección y estructuras de hongos antes de intentar el aislamiento. Con respecto a *Phytophthora*, se sabe por experiencia que es necesario conducir los aislamientos en material vegetal del huésped seleccionado obtenido del borde de la lesión en crecimiento activo inmediatamente después de retirar el tejido de la planta.

6. *Trabajar a partir de los supuestos de otras personas y no enfocar todo desde los principios básicos.* Cuando se debe hacer frente a un problema difícil, vale la pena no suponer nada y examinar todo de nuevo desde un punto de vista fundamental. Este fue un elemento relevante para determinar el agente causal de la Pudrición del cogollo en Colombia.
7. *Falta de observaciones de campo.* Gran parte del diagnóstico de la enfermedad ocurre en el campo, basado en los síntomas, las características de las plantas huéspedes, las condiciones ambientales, la presencia de vectores y la raza o variedad de la planta huésped. Muchas expresiones de la enfermedad descritas por Martínez *et al.* (2008) se pasaron por alto y no aparecen en las descripciones anteriores de los síntomas.
8. *Falta de experimentación.* Es primordial desarrollar hipótesis y probarlas mediante una rigurosa experimentación para descartar ciertas posibilidades. Sin una buena dosis de inferencia fuerte (Platt, 1964) y mucha experimentación bien pensada y específica, no es probable que se pueda avanzar en el entendimiento de cualquier sistema.



Resultados prácticos

Ahora que se ha demostrado que *P. palmivora* es el agente causal de la Pudrición del cogollo, se puede empezar a desarrollar e implementar estrategias de manejo de la enfermedad para reducir el impacto de la Pudrición del cogollo, y mantener la rentabilidad de la industria de la palma de aceite en el continente americano y en otros lugares. *P. palmivora* es común en los trópicos y causa grandes pérdidas económicas en una gama de cultivos perennes tropicales (Drenth y Guest, 2004 y 2012). Una serie de opciones de manejo de la enfermedad están disponibles, de las cuales las siguientes necesitan una atención cuidadosa para controlar la Pudrición del cogollo en la palma de aceite (véase también la ponencia de David Guest, M1-2 en esta Conferencia)

- Desarrollar ensayos específicos de detección para seleccionar germoplasma con niveles más altos de resistencia a la Pudrición del cogollo.
- Producir plantas limpias en los viveros de palma de aceite para prevenir el desarrollo de la enfermedad durante la fase de establecimiento de una plantación.
- Medidas fitosanitarias para controlar la enfermedad en las plantaciones de palma de aceite existentes. Es necesario eliminar el material vegetal infectado. También se debe prestar atención a las fuentes de infección fuera de la plantación y a los posibles huéspedes en el piso de la plantación, incluidas las plántulas de palma de aceite voluntarias.
- Es necesario señalar un factor con respecto al efecto o erradicación de las palmas infectadas al azar en la fase 1 de la enfermedad. Si los niveles de infección son bajos, normalmente por debajo de 1%, puede ser difícil justificar el costo de las medidas fitosani-

tarias. Sin embargo, ahora que se conoce el agente causal y se tiene un entendimiento mucho más claro de su epidemiología y desarrollo de la enfermedad, es fácil justificar que la eliminación de estas palmas infectadas al azar previene el desarrollo de los focos de la enfermedad en la parte alta del dosel y así evita que la enfermedad pase a la segunda fase de desarrollo. Además de los niveles más altos de resistencia a la Pudrición del cogollo en el germoplasma de la palma de aceite, es primordial que la incidencia de la enfermedad se mantenga en niveles muy bajos. Los niveles moderados de la enfermedad pueden propagar rápidamente el patógeno hacia las palmas vecinas y causar un impacto significativo en condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.

- El uso de agroquímicos ahora puede ser dirigido y el uso de productos específicos para Oomicetos como el metalaxil y los fosfonatos pueden ser ensayados en las plantaciones. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estas medidas a veces reprimen los síntomas y no curan a la palma de aceite de la enfermedad y por tanto solo pueden verse como medidas temporales.
- Control efectivo de insectos en las plantaciones y después de la cirugía para evitar que propaguen la enfermedad a otras palmas.
- Continuar con los estudios sobre la epidemiología y propagación de la enfermedad en un esfuerzo para reducir el índice de infección en palmas individuales procedente de fuentes en el suelo o en otro lugar, y la propagación entre las palmas en el campo.

Agradecimientos

Agradecemos a Cenipalma por darnos la oportunidad de exponer en esta conferencia.



Bibliografía

- Bachy, A. 1954. Contribution à l' étude de la pourriture du cœur du palmier à huile. *Oléagineux*, 9(8-9): 619-627.
- Corrado, F. 1970. La maladie du palmier à huile dans les Llanos de Colombie. Conseils de l'IRHO (97). *Oléagineux*, 25(7): 383-384.
- Dollet, M. 1992. Strategies used in etiological research in coconut and oil palm diseases of unknown origin. En: *Plant Diseases of Viral, Viroid, Mycoplasma and Uncertain Etiology*, 184pp. (Ed. Maramorosh, K.). Oxford and IBH Publishing Co. Pvt.Ltd.
- Drenth, A.; Guest, D. I. 2004. Phytophthora in the tropics. En: Drenth, A. y Guest, D.I. (eds.), *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia*. Aciar Monograph 114, Canberra: Aciar.
- Drenth, A.; Guest, D. I. 2012. *Phytophthora palmivora* in tropical tree crops. Ch. 14. En: *Phytophthora: A Global Perspective*, (ed.) K. H. Lamour. UK: CABI.
- De Franqueville, H. 2003. Oil Palm Bud Rot in Latin America. *Experimental Agriculture*, 39: 225-240.
- Ghesquiere, J. 1935. Rapport préliminaire sur l'état sanitaire de quelques palmerales de la province de Conquihathville. Publications de l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge. *Série scientifique* (3): 37-40.
- Gómez, P.L. 1995. Estado actual de la investigación sobre Pudrición de cogollo. *Palmas*, 16 (1): 9-23.
- Gómez, P.L.; Ayala, L.; Munévar, F. 2000. Characteristics and management of bud rot, a disease of oil palm. Proceedings of the International Planters Conference, 17-20 mayo: 545-553.
- Konam, J. K.; Guest, D. I. 2004. Role of flying beetles (Coleoptera: Scolytidae and Nitidulæ) in the spread of Phytophthora pod rot of cocoa in Papua New Guinea. *Australasian Plant Pathology*, 33: 55-59.
- Louise, C. 1990. Inventory of Homoptera and Heteroptera in relation to the Amarelecimento Fatal disease. En: *Spear Rot of Oil Palm in Tropical America*. Proceedings of the first international seminar on the identification and control of the organism(s) and/or other factor(s) causing the spear rot syndrome in oil palm. Paramaribo (Surinam), 8-12 marzo 1998: 36-46.
- Malaguti G. 1953. Pudrición del cogollo de la palmera africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 3: 13-31.
- Martínez, G.; Sarria, G. A.; Torres, G. A.; Aya, H. A.; Ariza, J. G.; Rodríguez, J.; Velez, D.C.; Varón, F.; Romero, H. M.; Sanz, J. I. 2008. *Phytophthora* sp. es el responsable de la lesiones iniciales de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. En: *Memorias de la VIII Reunión Técnica Nacional de Palma de aceite*. Compensar, 22-24 de septiembre. Bogotá.
- Perthuis, B. 1990. Investigation about the Pudrición del cogollo disease (PC) of oil palm in the Amazonian part of Ecuador: search of the insect vector. En: *Spear Rot of Oil palm in tropical America*. Proceedings of the first international seminar on the identification and control of the organism(s) and/or other factor(s) causing the spear rot syndrome in oil palm. Paramaribo (Surinam), 8-12 marzo 1998: 51-56.
- Platt, J. R. 1964. Strong Inference. *Nature*, 146: 347-353.
- Richardson, D. L. 1995. The history of oil palm breeding in the United Fruit Company. *ASD Oil Palm Papers*, 11: 1-22
- Sarria, G. A.; Torres, G. A.; Rodríguez, J.; Vélez, D. C.; Noreña, C.; Varón, F.; Coffey, M.; Elliot, M.; Martínez, G. 2008. Caracterización morfológica y molecular de *Phytophthora palmivora* agente causal de las lesiones iniciales de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite en Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 32(2): 39-44.
- Torres, G. A.; Sarria, G. A.; Salcedo, S.; Varón, F.; Aya, H. A.; Ariza, J. G.; 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. *Revista Palmas*, Colombia. 29 (3).
- Torres, G. A.; Sarria, G. A.; Varón, F.; Coffey, M. D.; Elliott, M. L.; Martínez G. 2010. First Report of Bud Rot Caused by *Phytophthora palmivora* on African Oil Palm in Colombia. *Plant Disease*, 94: 1163-1163.
- Turner, P. D. 1970. Spear rot diseases on plantation "La Arenosa" Dep. Compañía Colombiana de Desarrollo S.A., Typescript, 88p.
- Turner, P. D. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders*, Kuala Lumpur. Oxford University Press, 280 p.
- Van der Lande, H. L.; Zadoks, J. C. 1999. Spatial patterns of spear in oil palm plantations in Suriname. *Plant Pathology*, 48(2): 189-201.
- Van Slobbe, W. G. 1996. Oil palm estate Denpasa and other oil palm plantings in Pará. II. Second Interim Report of Short-Term Consultancy on the Progress of fatal Yellowing Disease (Amarelecimento fatal -AF). 19 agosto-17 noviembre.