

Nuevos hallazgos sobre la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia: biología, detección y estrategias de manejo*

Latest Findings on Bud Rot Disease of Oil Palm in Colombia: Biology, Detection and Management Strategies

Citación: Martínez, G., Sarria, G.A., Torres, G.A., Varón, F., Drenth, A. y Guest, D.I. (2014) Nuevos hallazgos sobre la enfermedad de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia: biología, detección y estrategias de manejo. *Palmas*, 35(1), 11-17.

Palabras clave: *Phytophthora palmivora*, Pudrición del cogollo, síntomas, prueba de patogenicidad.

Key words: *Phytophthora palmivora*, Bud rot, symptoms, pathogenicity test.

Recibido: septiembre de 2013

Aprobado: diciembre de 2013

* Artículo traducido del original *Latest Findings on Bud Rot Disease of Oil Palm in Colombia*. Ponencia presentada durante el evento *Fourth IOPRI-MPOB International Seminar. Existing and Emerging pests and Diseases of Oil Palm*. 13- 14 de diciembre de 2012. Grand Royal Panghegar Hotel. Bandung, Indonesia.

G. Martínez

Programa de Plagas y Enfermedades,
Cenipalma, Bogotá, Colombia
gerardom@cenipalma.org

G.A. Sarria

Programa de Plagas y Enfermedades,
Cenipalma, Bogotá, Colombia

G.A. Torres

Programa de Plagas y Enfermedades,
Cenipalma, Bogotá, Colombia
Departamento de Fitopatología,
Universidad Estatal de Michigan, USA

F. Varón

Programa de Plagas y Enfermedades,
Cenipalma, Bogotá, Colombia

A. Drenth

Centro para la Ciencia de las Plantas,
Universidad de Queensland, Australia

D.I. Guest

Facultad de Agricultura y del Medio
Ambiente, Universidad de Sídney,
Australia

Resumen

La Pudrición del cogollo ha sido una grave enfermedad en la palma de aceite en Colombia y en países vecinos por más de 40 años, donde ha causado la destrucción de miles de hectáreas de este cultivo. El primer reporte claro en Colombia fue en Urabá, donde para 1964 había destruido una plantación con más de 2.000 hectáreas. A finales de los años 80 se había desarrollado una nueva epidemia en los Llanos Orientales; entre 2006 y 2010 destruyó más de 35.000 hectáreas en Tumaco y, actualmente, hay más de 20.000 hectáreas afectadas en Puerto Wilches. En Surinam, más de 5.000 hectáreas sembradas en los años 70 fueron destruidas por la Pudrición del cogollo para 1992, y pérdidas similares se reportaron en Brasil a finales de la década del 90. En Ecuador, 1992, esta enfermedad había destruido más de 10.000 hectáreas. Otros informes indican su presencia en Perú y reportes no confirmados muestran que se está propagando. Esta también se ha reportado en varios países de Centroamérica. La búsqueda del agente causante de la Pudrición del cogollo lleva hasta más de 80 años, y la lista de las causas

bióticas y abióticas es bastante amplia. Las investigaciones en Cenipalma, Colombia, identificaron a *Phytophthora palmivora* como el agente causante de la enfermedad en 2008 y desde entonces se ha obtenido nueva información a partir de las investigaciones sobre esta enfermedad. *Phytophthora palmivora* se encuentra presente de forma natural en las palmas de vivero y esto proporciona un modelo conveniente para examinar los primeros estados de desarrollo de la enfermedad con detalle microscópico. Se observan hifas en el avance de las lesiones necróticas húmedas en el corazón de la palma, con esporangios en la región húmeda y clamidosporas en las áreas necróticas. Inicialmente se realizaron pruebas en palmas de vivero para demostrar la patogenicidad de *P. palmivora* en palma de aceite, y fue posible reproducir los síntomas característicos de los estados tempranos de la enfermedad y recuperar el patógeno de las lesiones. Más recientemente se ha podido reproducir los síntomas de la enfermedad en palmas de previvero, y demostrar la presencia de clamidosporas y esporangios en las lesiones producidas en condiciones de alta humedad relativa que facilitaron la producción de esporangios y la iniciación de nuevas infecciones. Los estudios sobre el proceso de infección del patógeno en los folíolos inmaduros *in vitro* indican que el patógeno es capaz de completar su ciclo reproductivo en un período de 24-48 horas después de la inoculación. Se ha observado el enquistamiento, la germinación, la penetración y la colonización de los folíolos desprendidos, así como la producción de micelio, clamidosporas, esporangios y la liberación de zoosporas. En este trabajo presentaremos los síntomas de la Pudrición del cogollo en diferentes estados de desarrollo, describiremos su agente causante y las pruebas de patogenicidad, así como las estrategias para manejar la enfermedad.

Abstract

Bud rot has been a serious disease on oil palm in Colombia and neighboring countries for more than 40 years where it has caused the destruction of thousands of hectares of oil palm. The first clear report in Colombia was in Uraba, where by 1964 had destroyed a plantation with more than 2,000 ha. By the end of the 1980's a new epidemic had developed in Llanos Orientales, during 2006-2010 it destroyed more than 35,000 hectares in Tumaco, and now there are more than 20,000 hectares affected in Puerto Wilches. In Surinam more than 5,000 ha planted in the 1970's were destroyed by bud rot by 1992. Similar losses were reported in Brazil by the end of the 1990's. In Ecuador by 1992 it had destroyed more than 10,000 ha. Other reports indicate the presence of the disease in Peru and unconfirmed reports indicate that the disease is spreading. The disease has also been reported in several countries in Central America. The search for the causal agent of bud rot has been going for more than 80 years, and the list of abiotic and biotic causes is quite big. Research at Cenipalma, Colombia, identified the disease causal agent as *Phytophthora palmivora* in 2008, since then new information has been obtained from the research on this disease. The disease is naturally present in nursery palms and this provides a convenient model to examine the early stages of disease development in microscopic detail. Hyphae are seen in the development of necrotic water-soaked lesions in the heart of the palm, with sporangia in the water-soaked region and chlamydozoospores in the necrotic areas. Tests to demonstrate the pathogenicity of *P. palmivora* on oil palm were done initially on nursery palms, and it was possible to reproduce the characteristic symptoms of early stages of the disease and recover the pathogen from lesions. More recently it has been possible to reproduce the symptoms of the disease in pre-nursery palms, and to demonstrate the presence of chlamydozoospores and sporangia in lesions produced under high relative humidity conditions that facilitated sporangial production and the initiation of new infections. Studies of the infection process of the pathogen on immature leaflets *in vitro* indicate that the pathogen is able to complete its reproductive cycle in a period of 24-28 hours after inoculation. The encystment, germination, penetration and colonization of detached leaflets have been observed, as well as the production of mycelium, chlamydozoospores, sporangia and the liberation of zoospores. In this paper we will outline the symptoms of bud rot in different stages of development, describe its causal agent and the pathogenicity tests as well as strategies to manage the disease.

Introducción

La Pudrición del cogollo ha sido una grave enfermedad en la palma de aceite en Colombia y en países vecinos por más de 40 años, donde ha causado la destrucción de miles de hectáreas de este cultivo. A principios de los años 60, se reportó el primer caso de la Pudrición del cogollo en Urabá, en la zona noroccidental, cerca de Panamá, y para 1964 había destruido una plantación con más de 2.000 hectáreas. Para finales de los años 80 una nueva epidemia se había desarrollado en los Llanos Orientales (Zona Oriental). Se pensó que este brote estaba asociado a condiciones climáticas de tiempo inusualmente húmedo, y muchas de las palmas afectadas parecieron recuperarse durante las estaciones secas que siguieron, pero con una importante reducción en la producción. Recientemente, la enfermedad ha devastado más de 35.000 hectáreas de palmas en el suroccidente de Colombia, en Tumaco cerca de Ecuador, y más de 20.000 en la Zona Central, en Puerto Wilches, y se está propagando hacia las plantaciones cercanas. La enfermedad está presente en todas las áreas de producción con diferentes niveles de incidencia y severidad (Corredor *et al.*, 2008; Martínez y Torres, 2007, Martínez, 2008; Martínez *et al.*, 2008a; 2008b; 2008c; Sarria *et al.*, 2008a; 2008b; 2008c; Silva y Martínez, 2009; Torres *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2008a; 2008b; 2008c; Vélez *et al.*, 2008).

En Victoria (Surinam), para 1992, la Pudrición del cogollo destruyó el 95 % de las más de 5.000 hectáreas sembradas en la década del 70. Pérdidas similares se reportaron en Denpasa, Brasil, donde más de 5.000 hectáreas sembradas a finales de los años 80 fueron destruidas hacia finales de la década de 1990. En Ecuador, el primer registro de la enfermedad se presentó en 1976 en la vertiente del Pacífico en un número pequeño de casos que no se extendieron, pero en 1979 reapareció en la región amazónica y para 1992 había destruido más de 10.000 hectáreas (Franqueville, 2003). En Perú existen registros de algunos casos en 1992-1993 en palmas sembradas en 1984-1985 (Franqueville, 2003). Informes no confirmados indican que la enfermedad se está propagando. La Pudrición de flecha se ha reportado en varios países de Centroamérica pero la identidad de esta enfermedad requiere de mayor investigación debido a que los casos limitados de la Pudrición de flecha

que hemos investigado expresan los síntomas tempranos de la Pudrición del cogollo y podrían compartir el mismo agente causante.

Agente causante de la Pudrición del cogollo

La búsqueda del agente causante de la Pudrición del cogollo lleva más de 80 años, y la lista de las causas bióticas y abióticas es bastante amplia. La enfermedad está presente de forma natural en las palmas de vivero y esto proporciona un modelo conveniente para examinar los primeros estados de desarrollo de la enfermedad con detalle microscópico. Se observan hifas en el avance de las lesiones necróticas húmedas en el corazón de la palma, con esporangios en la región húmeda y clamidosporas en las áreas necróticas. A partir de este punto, el patógeno fue finalmente aislado mediante la técnica de trapeo descrita por Drenth y Sendall (2001), Sarria *et al.* (2008a), (2008b), (2008c), Torres *et al.* (2010), Vélez *et al.* (2008). En 2008, Cenipalma identificó a *P. palmivora* como el agente causante (Martínez *et al.*, 2010; Martínez, 2009b; Sarria *et al.*, 2008a). *P. palmivora* es uno de los fitopatógenos más destructivos (Drenth *et al.*, 2012; Guest, 2012; Drenth y Guest, 2004, 2012).

Las pruebas para demostrar la patogenicidad de *P. palmivora* en palma de aceite se hicieron inicialmente en palmas de vivero y fue posible reproducir los síntomas característicos de los primeros estados de la enfermedad y recuperar el patógeno de las lesiones (Sarria *et al.*, 2008a). Más recientemente ha sido posible reproducir los síntomas de la enfermedad en palmas de previvero y demostrar la presencia de clamidosporas y esporangios en las lesiones producidas en condiciones de alta humedad relativa, que facilitaron la producción de esporangios y la iniciación de nuevas infecciones (Sarria *et al.*, 2012).

Martínez *et al.* (2010a) y Aya *et al.* (2009), describieron el proceso de infección del patógeno en folíolos inmaduros *in vitro* e informaron que el patógeno es capaz de completar su ciclo reproductivo en un período de 24-48 horas después de la inoculación. Observaron el enquistamiento, la germinación, la penetración y la colonización de los folíolos desprendidos, así como la producción de micelio, clamidosporas, esporangios y la liberación de zoosporas.

Síntomas y desarrollo de la enfermedad

La enfermedad se inicia como resultado de la infección en la base de los tejidos inmaduros de las flechas jóvenes y las lesiones producidas por el patógeno son visibles 3 o 4 días más tarde como pequeñas lesiones necróticas húmedas, sobre los costados de la flecha cuando ocurre nuevo crecimiento. Si las condiciones son apropiadas para nuevas infecciones, particularmente la presencia de lluvias, se producen esporangios para iniciar nuevas infecciones y la severidad de la enfermedad aumenta a medida que se presentan más y más lesiones y, finalmente, destruyen la flecha emergente. Las lesiones se expanden debido al contacto entre los tejidos infectados y los sanos en el corazón de la palma (Ariza *et al.*, 2008; Martínez *et al.*, 2008a; 2008b; Torres y Martínez, 2007). Los tejidos afectados son rápidamente colonizados por hongos, bacterias e insectos saprófitos que incrementan el daño y pudren el cogollo (Vélez *et al.*, 2008).

Se desarrolló una prueba *in vitro* con folíolos muy jóvenes para (i) identificar las diferencias en cuanto a la susceptibilidad en varios estados del desarrollo, (ii) establecer el momento para el desarrollo de los primeros síntomas, (iii) observar el proceso de infección bajo el microscopio, e (iv) identificar las diferencias en cuanto a la susceptibilidad a la infección en diferentes genotipos o después de diferentes tratamientos químicos. Este ensayo también confirmó la patogenicidad de *P. palmivora* (Drenth *et al.*, 2012; Guest, 2012; Martínez, 2009 a, b; Martínez *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2010; Sarria *et al.*, 2008a, b; Torres *et al.*, 2010; Vélez *et al.*, 2008).

La infección de la Pudrición del cogollo tiene lugar en los tejidos muy jóvenes no expuestos de las flechas inmaduras, y las lesiones se pueden observar unos días más tarde cuando los tejidos afectados son expuestos al ambiente exterior. Está presente en todos los estados de desarrollo de las palmas, desde el vivero hasta el final de su ciclo de producción. Su nombre proviene del daño severo que se produce cuando las condiciones ambientales son apropiadas para el desarrollo de la enfermedad y los tejidos afectados son colonizados por microorganismos e insectos oportunistas que llegan allí a alimentarse y reproducirse (Ariza *et al.*, 2008; Martínez *et al.*, 2008a).

La enfermedad ha sido más severa en las áreas con precipitaciones más fuertes, rocío regular, mal drenaje y una estación seca corta. El análisis de las diferentes condiciones ambientales que pueden estar involucradas en el desarrollo de la enfermedad indica que existe una estrecha relación entre la precipitación y el avance de la enfermedad. Aun con una o dos semanas de tiempo seco, es posible observar la disminución en el número de lesiones en los primeros estados de desarrollo de la enfermedad. Esto explica porqué en áreas con una estación seca prolongada, las palmas se recuperan de la enfermedad.

Con los nuevos conocimientos sobre la causa de la enfermedad, Cenipalma desarrolló una escala de severidad en la cual se utiliza el porcentaje de área afectada en la flecha más joven, para identificar la severidad de la enfermedad y determinar qué tan profundo ha progresado la pudrición en el corazón de la palma (Ariza *et al.*, 2008; Martínez y Torres, 2007; 2008; Torres y Martínez, 2007). En estados más avanzados de la enfermedad se observa una clorosis de la hoja más joven como resultado del daño en el pecíolo. Posteriormente, las hojas más jóvenes colapsan y todos los tejidos nuevos son colonizados por bacterias, hongos e insectos saprófitos que se alimentan en este tejido en descomposición.

En el campo también es posible identificar las palmas infectadas, especialmente las de mayor edad, cuando las hojas más jóvenes muestran un “mordisco” característico que es causado por lesiones transversales en los folíolos jóvenes, las cuales llevan a la pérdida de los ápices o a la ausencia completa de algunos de ellos, cuando la hoja se despliega (Martínez *et al.*, 2009a).

Manejo

La comprensión del agente causante y del desarrollo de la enfermedad permitió crear un programa de manejo integrado para la misma. El manejo de la Pudrición del cogollo se inicia con la siembra de materiales con un alto grado de resistencia a la enfermedad, como el híbrido *Elais oleifera* x *E. guineensis* (Arias *et al.*, 2010; Aya *et al.*, 2008). Es fundamental monitorear con frecuencia las palmas en el vivero para eliminar lo antes posible las plantas enfermas. También es crucial evitar el uso de fungicidas sistémicos que enmascaran el síntoma de la infección sin erradicar el patógeno. Los

fungicidas sistémicos solo deben utilizarse antes del trasplante para proteger las palmas jóvenes en el campo. El monitoreo de la enfermedad debe continuar en el campo hasta cuando todas las palmas infectadas en los primeros estados de desarrollo sean eliminadas. De allí en adelante, cualquier planta diagnosticada con la Pudrición del cogollo debe ser sometida a cirugía para retirar todo el tejido infectado.

La clave para un control eficaz de la Pudrición del cogollo se inicia con la identificación temprana de los síntomas de la enfermedad mediante la escala de severidad desarrollada por Cenipalma (Martínez, 2008; Martínez y Torres, 2008), seguido de la eliminación inmediata del tejido afectado, el tratamiento de la planta afectada y de las vecinas con fungicidas, bactericidas e insecticidas, y el mejoramiento del drenaje y los programas de nutrición en las parcelas (Arias *et al.*, 2010; Aya y Martínez, 2011; Sánchez *et al.*, 2010). Dentro de las 24 horas posteriores al diagnóstico, el tejido enfermo debe ser eliminado mediante cirugía, con especial cuidado en asegurarse que todo el tejido afectado haya sido retirado, siguiendo el procedimiento descrito por Arias *et al.* (2010). Después de la cirugía, la herida debe ser protegida mediante la aplicación de una mezcla fungicida-bactericida-insecticida. Luego, 24 horas más tarde y cada semana después, las palmas tratadas se inspeccionan para identificar lo antes posible la reaparición de los síntomas de la enfermedad y la necesidad de una nueva cirugía, y para monitorear su recuperación. Las palmas vecinas son fumigadas. Una vez que se observan seis hojas nuevas sanas, el programa finaliza (Martínez, 2009a; 2009c). Las palmas que no se recuperan del tratamiento deben ser eliminadas. La información recopilada se utiliza para desarrollar curvas de incidencia con registros mensuales de nuevos casos, registros del desarrollo de las palmas pretratadas, casos acumulados durante la prueba experimental y palmas recuperadas.

El tratamiento de las palmas afectadas por la Pudrición del cogollo en los campos experimentales ha mostrado por lo menos un 95 % de recuperación que resultó en una reducción de la incidencia acumulada del 22 % a menos del 1 % en un período de 18 meses. En fincas vecinas donde no se siguieron las recomendaciones de Cenipalma, la incidencia de la enfermedad aumentó por encima del 30 %. Cenipalma continúa optimizando

estos procedimientos de manejo y, actualmente, varios agricultores los están utilizando comercialmente, con resultados muy prometedores (Aya *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2010; Ariza *et al.*, 2009; Morales *et al.*, 2008).

Además del tratamiento de las palmas enfermas, se debe mejorar el manejo agronómico de las parcelas con mejores programas de fertilización, drenaje y el manejo de insectos, particularmente *Rhynchophorus palmarum*.

El factor más importante en el éxito de los procedimientos implementados, como se ha dicho, es la detección temprana de las palmas enfermas, lo cual se obtiene con una muy buena capacitación del personal en esta labor. Cuando las palmas se trataron en grado 1 de la Pudrición del cogollo, el éxito en la cirugía fue superior al 95 %; en grado 2 fue alrededor del 90 %; en grado 3 alrededor del 80 %; y en grado 4 se redujo a solo el 40 %. Esta identificación temprana de las palmas enfermas debe ser seguida de la eliminación completa de los tejidos afectados, que debió verificarse durante las primeras dos semanas después del tratamiento, con inspecciones frecuentes de la aparición o ausencia de lesiones de la Pudrición del cogollo en las hojas nuevas.

Conclusiones

Ha quedado establecido que *P. palmarum* es el agente causante de la Pudrición del cogollo en Colombia. Es necesario seguir trabajando en los países vecinos de Suramérica para determinar si una enfermedad comúnmente descrita como la Pudrición de flecha es en realidad un estado temprano de la Pudrición del cogollo. Las investigaciones actuales en Colombia se centran ahora en desarrollar ensayos para el tamizaje del germoplasma de palma de aceite en los primeros estados para detectar resistencia, ya que una parte importante de la solución para la Pudrición del cogollo es el uso de materiales de siembra más resistentes de los que hay actualmente disponibles.

Se ha desarrollado e implementado un programa de manejo en diversos estados con base en la identificación temprana de las palmas afectadas, la eliminación de los tejidos afectados, un programa de fumigación para el control de insectos, bacterias y hongos oportunistas, así como la eliminación de

palmas en los estados avanzados de la enfermedad (Drenth, 2012; Guest, 2012; Martínez, 2009a; 2009b; 2010, 2011, 2012; Martínez *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2010; Sarria *et al.*, 2008a; 2008b; Torres *et al.*, 2010; Vélez *et al.*, 2008). Se requiere más investiga-

ción para encontrar nuevas formas para controlar la Pudrición del cogollo en palma de aceite para que coincida con nuevas y más resistentes variedades cultivadas de palma de aceite con niveles rentables de manejo de campo.

Bibliografía

- Arias, N., Sánchez, A., Guerrero, J.M., Aya, H., Martínez, G. y Beltrán, J.A. (2010) Guía de bolsillo para la ejecución de cirugías en palmas afectadas por la PC. Guía de bolsillo. 38pp.
- Ariza, J., Martínez, G. y Cayón, G. (2009) Evaluación de moléculas para el control de la Pudrición del cogollo (PC) en palma de aceite, en sus primeros estados de desarrollo, en Tumaco (Nariño). *Ascolfi: XIX Congreso Nacional de Fitopatología y Ciencias Afines*. Medellín (Colombia).
- Ariza, J.G., Sarria, G.A., Torres, G.A., Varón, F. y Martínez, G. (2008) Relación entre los síntomas externos y el avance interno de la lesión causada por la Pudrición del cogollo (PC) en palmas de vivero en Tumaco. *Fitopatología Colombiana*, 32(2): 35-38.
- Aya, H.A. y Martínez, G. (2011) Manejo de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína. *Palmas* 32(2):35-43.
- Aya, H.A., Rodríguez, J., Vélez, D., Torres, G., Sarria, G., Varón, F. y Martínez, G. (2009) Pruebas de patogenicidad *in vitro* de *Phytophthora palmivora*, agente causal de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Ascolfi: XIX Congreso Nacional de Fitopatología y Ciencias Afines*. Medellín (Colombia).
- Aya, H.A., Noreña, C., Torres, G.A., Varón, F. y Martínez, G. (2008) Comportamiento de cuatro materiales de palma de aceite frente a la Pudrición del cogollo (PC) en Tumaco, Nariño. *Fitopatología Colombiana* 32(2):51-56.
- Corredor, A., Martínez, G. y Silva, A. (2008) Problemática de la Pudrición del cogollo en Tumaco e instrumentos para su manejo y la renovación del cultivo. *Palmas* 29(3):11-16.
- Drenth, A. y Guest, D.I. (2012) *Phytophthora*: the plant destroyer. In: *Proceedings XVII International Oil Palm Conference*. Cartagena, Colombia. 26-28 September.
- Drenth, A. y Sendall, B. (2001) *Practical guide to detection and identification of Phytophthora*. CRC for Tropical Plant Protection. Brisbane, Australia. 41p.
- Drenth, A. y Guest, D.I. (2004) *Diversity and management of Phytophthora in Southeast Asia*. ACIAR Monograph No. 114 Melbourne. 238p.
- Drenth, A., Torres, G.A. y Martínez, G. (2012) *Phytophthora palmivora*, The cause of bud rot in oil palm. In: *Proceedings XVII International Oil Palm Conference*. Cartagena, Colombia. 26-28 September.
- Franqueville, H. (2003) Oil palm bud rot in Latin America. *Expl Agric.* 39(3):225-240. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Guest, D.I. (2012) Management of bud rot in oil palm: insights from other tree crops. In: *Proceedings XVII International Oil Palm Conference*. Cartagena, Colombia. 26-28 September.

- Martínez, G. (2012) Bud rot in oil palm. *Phytophthora Mini Symposium*. The University of Queensland. 7 February. Brisbane, Australia.
- Martínez, G. (2011) Advances in the research of the two most important diseases of oil palm in Colombia: bud rot and lethal wilt. *International Palm Oil Congress, PIPOC, 2011*. 15-17 November, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Martínez, G. (2009^a) Identificación temprana y manejo integrado de la Pudrición del cogollo. *Palmas*, 30(2):63-77.
- Martínez, G. (2009^b) Bud rot, Sudden wilt, Red ring and Lethal wilt on oil palm in America. In: *International Workshop on awareness, detection and control of oil palm devastating diseases*. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Martínez, G. (2008) Avances en la solución de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* 29(2):53- 64.
- Martínez, G. y Torres, G.A. (2008) *Escala de severidad de la Pudrición del cogollo (PC) en palmas de vivero*. Cenipalma, Bogotá, 11p.
- Martínez, G. y Torres, G.A. (2007) Presencia de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite en palmas de vivero. *Palmas* 28(4):13-20.
- Martínez, G., Arias, N., Sarria, G., Torres G.A., Varón, F., Noreña, C., ... Burgos, C.A. (2009^a) *Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite*. Cartilla Cenipalma. 24p.
- Martínez, G., Sarria, G.A., Torres, G.A., Varón, F., Romero, H.M. y Sanz, J.I. (2009^b) Advances in the research of *Phytophthora palmivora* the causal agent of bud rot of oil palm in Colombia. In: *Proceedings Malaysian Palm Oil Board-PIPOC*. 12p.
- Martínez, G., Varón, F., Sarria, G.A., Aya, H.A., Ariza, J.G., Salcedo, S. y Morales, L. (2008^a) Opciones de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite en áreas de baja incidencia de la enfermedad. *En las Memorias de la VIII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite*. Compensar. 22-24 de septiembre. Bogotá.
- Martínez, G., Sarria, G., Torres, G., Aya, H.A., Ariza, J., Rodríguez, J., ... Sanz, J.I. (2008^b) *Phytophthora sp.*, es el responsable de las lesiones iniciales de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *VIII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite*. Compensar. 22-24 de septiembre. Bogotá.
- Martínez, G., Arias, N., Sarria, G.A., Aldana, R., Martínez, L.C., Moya, O. y Burgos, C. (2008^c) *Prácticas de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite*. Cartilla Cenipalma, ISBN: 978-958-8360-04-1. 12p.
- Martínez, G., Rodríguez, J., Vélez, D.C., Mestizo, Y.A., Aya, H.A., Noreña, C.A. y Varón, F. (2010^a) Proceso de infección de *Phytophthora palmivora* en palma de aceite en Colombia. IX Reunión Técnica Nacional en Palma de Aceite. Septiembre 27- 29. Bogotá.