Sanidad de la palma de aceite: diagnóstico e investigación integral liderada por el gremio palmero colombiano

Sanity in Oil Palm: Diagnostic and Integrative Research Driven by the Colombian Oil Palm Sector

AUTOR

Pedro J. Rocha S. Ph.D.
Investigador Titular,
Director División de Biotecnología,
Cenipalma.
E-mail: pedro.rocha@cenipalma.org

Palabras CLAVE

Fitopatología, Entomología, Biotecnología, Pudrición de cogollo, Marchitez letal, Cenipalma.

Phytopathology, Entomology, Biotechnology, Bud rot Disease, Lethal wilt, Cenipalma.

Ponencia presentada en el XXXV Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Cali, 30 de mayo de 2006

Resumen

Uno de los eventos de mayor trascendencia para la palmicultura colombiana lo constituye el Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite. Para el año 2007, su versión XXXV se realizó en la ciudad de Cali y dentro de sus actividades académicas se presentó un diagnóstico realista sobre la sanidad del cultivo de palma de aceite, en el momento, uno de los temas más críticos del gremio palmicultor colombiano. Tres grandes temas fueron mencionados. El primero, un diagnóstico muy general de las enfermedades que están afectando al cultivo, en particular, las pudriciones de estípite y de raíces, la Pudrición de Cogollo (PC) y la Marchitez Letal (ML). En segundo lugar, se hizo una descripción del estado fitosanitario del cultivo con respecto a la presencia de plagas. Finalmente, se presentó lo que Cenipalma considera su estrategia de investigación a largo plazo, la cual incluyó aspectos relacionados con el fitomejoramiento y el aporte de la biotecnología en fitopatología.

Summary

One of the major events for the Colombian oil palm sector is the National Congress of Oil Palm Growers. For year 2007, its XXXV version was fulfilled in Cali, and within their academic activities, a realistic diagnostic about healthiness of oil palm cultivation was presented. Three critical topics were considered. The first one, a general diagnostic of oil palm diseases, in particular, root and stem rots, bud rot disease and lethal wilt. In second place, a brief description was done about the main pests attacking the oil palm cultivars. Finally, it was presented the long-term research strategy leaded by Cenipalma, including aspects such as breeding, support of biotechnology in phytopathology and general statements on specific-site agriculture.

Introducción

En la actualidad, uno de los aspectos más críticos de la palmicultura colombiana está relacionado con los problemas fitosanitarios del cultivo. La incidencia creciente de enfermedades como la Pudrición del Cogollo (PC) en las Zonas Occidental, Central y Oriental; la presencia local de la Marchitez Letal (ML) y las pudriciones en estípites y raíces en plantaciones de la Zona Norte, junto con el ataque generalizado de ciertas plagas, hacen que la palmicultura colombiana vea claramente afectada su competitividad y sostenibilidad (Fedepalma, 2007b).

Estas problemáticas han sido consideradas en los ejercicios de priorización de la investigación realizados por los palmicultores de las diferentes zonas (Mosquera, 2007) y, en consecuencia, se han incorporado en las actividades de Cenipalma y se han articulado con la estructura organizacional del Centro. Si bien, los resultados de la investigación en sanidad del cultivo obtenidos en las investigaciones de Cenipalma y de las plantaciones son importantes, las dinámicas propias de los disturbios avanzan a un ritmo mucho mayor que el de los resultados de investigación. Además, el hecho de que la investigación sobre plagas y enfermedades sea realizada por muy pocas instituciones en el mundo hace que el cultivo de palma de aceite tenga limitadas ofertas tecnológicas o soluciones parciales a dichos problemas (Fedepalma, 2007b).

Diagnóstico de enfermedades

Existen varias enfermedades que afectan al cultivo de palma en Colombia (Tabla 1). Dentro de ellas, por su importancia se describen con algún grado de detalle tres de las principales: pudriciones de estípite y de raíces, PC y ML.

Pudriciones de estípite y de raíz

Con respecto a las pudriciones de estípite y de raíces, son enfermedades que están afectando a las zonas Central y Norte. Estos "nuevos" disturbios lo son en referencia al desconocimiento que se tiene sobre la enfermedad. No hay claridad sobre sus agentes causales, ni sobre su sintomatología o variantes, ni sobre su epidemiología; además, se presentan problemas de sinonimia, es decir que a disturbios diferentes se les puede dar el mismo nombre o, al contrario, a cosas parecidas se les dan nombres diferentes. Hasta el momento, Cenipalma no ha desarrollado un programa de investigación sobre este disturbio. Sin embargo, la situación es ciertamente preocupante. En consecuencia, ha sido priorizada por los palmicultores y es compromiso de Cenipalma desarrollar investigación en la Zona Norte sobre estos dos problemas particulares. Aunque se mencionan dos, puede llegar a ser un solo problema o pueden ser muchos más. Cenipalma está elaborando un plan de choque que acompañe a la Zona Norte y permita apoyar y complementar muchos de los esfuerzos que las plantaciones están desarrollando en investigación. De esta manera, el Centro retoma algunos de sus trabajos y fortalece su presencia en dicha zona.

Algunos de los experimentos que las plantaciones han venido realizando tienen que ver con la descripción de sintomatología, ensayos de identificación del patógeno y la utilización de tratamientos, bien con fungicidas o con algún otro tipo de agente químico, para tratar de controlar la enfermedad.

Pudrición de Cogollo (PC)

Mucho se ha escrito sobre la PC (Cenipalma, 1992 a 2007; Corley y Tinker, 2003; Franqueville, 2003; Darus, 2000; Acosta, 1991; Sánchez, 1990; entre otros).

Tabla 1. Resumen de las enfermedades más comunes en las zonas palmeras colombianas.

Enfermedad	Central	Norte	Occidental	Oriental
Pudriciones de estípite	X	**X**		
Pudriciones de raíz	X	**X**		
Complejo Pudrición de Cogollo	X		X	**X**
Marchitez Letal				X
Anillo clorótico			X	
Mancha anular			X	

Tabla 2. Resumen de algunos temas y publicaciones de Cenipalma en Pudrición de Cogollo

Sintomatología y agente causal
Caracterización morfológica de asilamientos Phytiaceos obtenidos de palmas (*Elaeis guineensis* Jacq.) afectadas por Pudrición de Cogollo (Ayala *et al*., 2000).
Metodología para la selección de progenies de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) resistentes a Pudrición de Cogollo. (Ayala, 1999).
Patogenicidad de *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes), agente causal del Complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) (Nieto, 1997).
Identificación y reproducción del Complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. (Nieto *et al*., 1996).
Symptoms and identification of the causal agent of bud rot complex in oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. (Nieto, 1996).
Pruebas de patogenicidad con *Fusarium solani* y *Thielaviopsis* sp en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) (Nieto, 1993a).
El complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). (Nieto, 1993b).
Síntomas y evolución del complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en los Llanos Orientales de Colombia (Nieto, 1992).
Estado actual de la investigación sobre el complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. (Nieto y Gómez, 1991).
Factores predisponentes y manejo agronómico (Recomendaciones)
Recomendaciones de Cenipalma para el manejo de la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Tumaco (Fedepalma. 2007a).
Integral management of oil palm pest problems in Colombia (Gómez *et al*., 2003).
Nutritional factors associated with bud rot disease in oil palm plantations in Colombia (Acosta *et al.,* 2002).
Edaphic factors associated with bud rot in the oil palm of Colombia (Munévar *et al*., 2001).
Characteristics and management of bud rot, a disease of oil palm (Gómez *et al.,* 2000).
Physical soil factors and their incidence as predisposing factors of bud rot in the oil palm in Colombia (Acosta *et al.,* 1996).
Current status of bud rot research (Gómez, 1995).
Pudrición de Cogollo en palma de aceite: Observaciones y manejo (Acosta, 1991).
Caracterización molecular
Análisis de diversidad genética en materiales tolerantes y susceptibles a la Pudrición de Cogollo en palma de aceite mediante marcadores moleculares. (Arias y Rocha, 2004).
Caracterización molecular de materiales *Elaeis guineensis* tolerantes y susceptibles a Pudrición de Cogollo (Villegas y Gómez, 2000).
Identificación de marcadores moleculares RAPD asociados con la resistencia al complejo de Pudrición de Cogollo en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). (Ochoa *et al*., 1997).
Uso de reguladores de crecimiento en PC
Determinación del contenido endógeno de poliaminas y efecto de su aplicación exógena en relación con la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) (Mendoza, 2004).
Relación de las poliaminas con el complejo de Pudrición de Cogollo (Mendoza y Rocha, 2003).
Determinación y aplicación de poliaminas en especies vegetales de interés agrícola y forestal (Norato y Romero, 1995).
Evaluación de impacto económico
Valoración económica de las pérdidas en aceite generadas por la Pudrición de Cogollo en los Llanos Orientales de Colombia (Acevedo *et al.* 2000).
Influencia de los diferentes estados de la Pudrición de Cogollo en la tasa de extracción de aceite en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) (Acevedo, 2000).
Influencia de la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en la calidad del fruto y la extracción de aceite (Acevedo y García, 1999).
Influencia de la Pudrición de Cogollo en la extracción de aceite en la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en los Llanos Orientales (Henríquez, 1999).

Es una enfermedad realmente grave, reportada desde la década de 1960 (Ochoa y Bustamante, 1974), que afecta palmas de distinto estado de desarrollo y que, en este momento, está presente en tres de las cuatro zonas palmeras: Occidental, Central y Oriental. Así, la PC dejó de ser un problema local o regional, para convertirse en una problemática nacional.

Aunque la sintomatología externa de las palmas afectadas por PC en las diferentes zonas es muy parecida, se encuentran diferencias en su comportamiento. Por ejemplo, en las Zonas Central y Oriental, la mayoría de las palmas afectadas con PC se recuperan en un período que oscila entre seis meses y cuatro años. Mientras que, en la Zona Occidental, específicamente en Tumaco, las palmas afectadas por PC en el mismo período, aún no se recuperan. Adicionalmente, hay diferencias en la severidad del ataque.

Cenipalma ha venido desarrollando investigación en PC con detalle, en la Zona Oriental (Tabla 2). Con base en los resultados de dichas investigaciones, se ha

definido la PC como un disturbio de origen biótico en el que factores ambientales y de manejo agronómico inducen a la enfermedad, aumentando la incidencia y su severidad. En consecuencia, Cenipalma ha generado un paquete tecnológico, más que de la enfermedad, de manejo agronómico (Gómez *et al.,* 2003), en el que si se aplica, se obtienen aumentos de productividad y posiblemente se activan mecanismos fisiológicos y de resistencia para que, de hecho, la misma planta pueda comportarse mejor ante un ataque de PC. Ciertamente, el paquete de manejo que se propuso hace algunos años no garantiza la ausencia de la enfermedad, pero por lo menos, para lo observado en la Zona Oriental, permite acelerar el proceso de recuperación (Acosta et al., 2002; Munévar *et al*., 2001). Varias plantaciones de la Zona Oriental han implementado este paquete de manejo y están controlando la enfermedad. Si bien no se ha erradicado, se controla y se mantiene en unos niveles que son relativamente bajos.

Cenipalma continúa su investigación en PC en los Llanos Orientales. Entre otros experimentos, se realizan ensayos de inoculación *in vitro* tratando de probar algunas de las cepas de microorganismos que se han aislado y cuyo comportamiento es diferencial. Además, se hacen ensayos de inoculación en palmas de vivero. Estos experimentos son necesarios para generar un sistema que permita reproducir la enfermedad y de esta manera emplearlo como sistema de tamizaje de material genético. También se continúan experimentos relacionados con el efecto de factores predisponentes (Acosta *et al*., 2002) y de aplicación de reguladores de crecimiento (Rocha *et al.,* 2005a).

Con respecto a la PC en la Zona Central, la situación es muy preocupante. Allí, la incidencia de la PC va en aumento (Figura 1A), se ha pasado de una incidencia mínima, con casos esporádicos en el año 2003, a incidencias ligeramente mayores al 1% en el año 2007. Existe una aparente similitud entre la PC de la Zona Central y la de los Llanos Orientales, porque en las dos áreas se evidencia recuperación de las palmas enfermas (Figura 1B).

Cabe mencionar, que el hecho de que la palma se recupere naturalmente, no implica que el palmicultor tenga que ser pasivo ante la enfermedad. Es importante desarrollar estrategias de manejo de las palmas

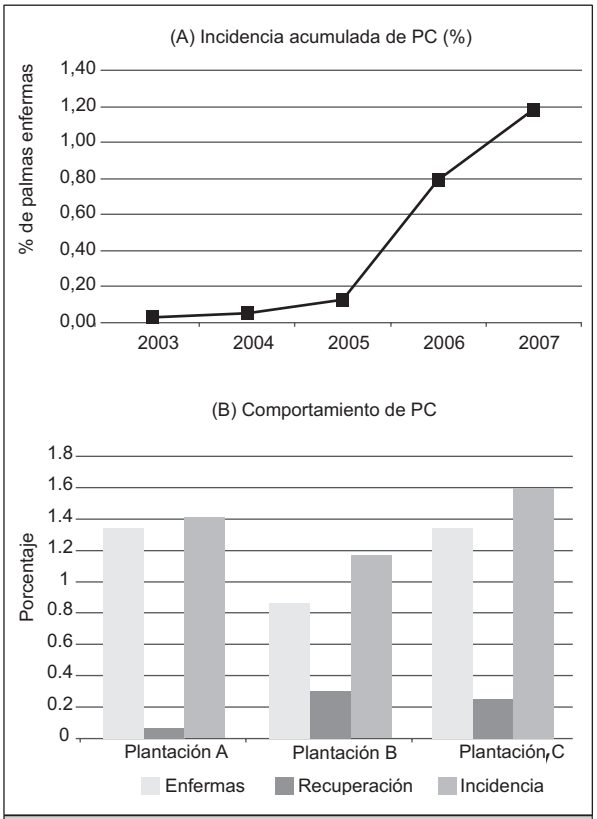


Figura 1. (A) Aumento de la incidencia de PC en la Zona Central y (B) comportamiento de la PC en tres plantaciones de la Zona Central a abril de 2007.

cuando se encuentran enfermas, ya que el no hacerlo extiende el período improductivo por tardanza en la recuperación y fortalecer los focos de la enfermedad.

PC en la Zona Occidental

En la Zona Occidental, la PC se presenta desde la década de 1960. Sin embargo, la incidencia era mínima, y a partir del año 2005 se presentó un incremento exponencial (Figura 2) responsable de pérdidas económicas calculadas en más de 30 millardos de pesos (Tabla 3). El hecho de que antes del 2005 la enfermedad se presentara con niveles muy bajos de incidencia hizo que la investigación en PC fuera, por llamarlo de alguna manera, secundaría y no tuviera el peso que debería tener en la priorización. Por esta razón, quedan muchas preguntas por responder y en consecuencia es necesario continuar con las actividades de investigación. Por ejemplo: ¿la PC de los Llanos es la misma PC de Tumaco?, ¿cuál es el agente causal?, ¿se sigue presentando el complejo *Thielav-*

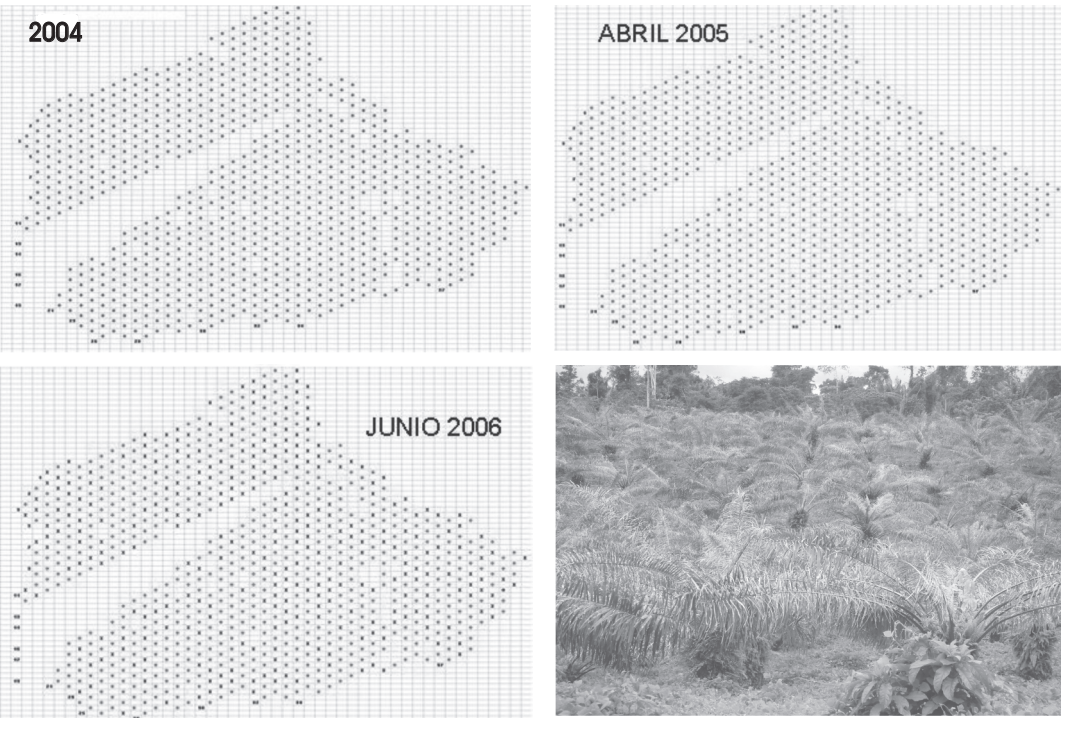


Figura 2. Diseminación de la PC en un lote de una plantación de la Zona Occidental.

Tabla 3. Resumen de las pérdidas asociadas a la presencia de la PC en la Zona Occidental. Estimaciones a diciembre de 2006 con base en una muestra de 8.003 ha, para los cuales se cuenta con información detallada de lote, año de siembra, palmas sembradas, casos y material

Descripción de la pérdida	Valor estimado (millones de pesos)		
Etapa improductiva	$ 2.139		
Aumento de incidencia	$1.745 (Valor toneladas) $262 (Ingreso productor)		
Pérdida para el productor por fruto que no se va a extraer (40%)	$ 30.637 (Valor toneladas) $ 4.595 (Ingreso productor)		
Crédito fruto que se puede extraer por erradicación o abandono a determinado nivel de incidencia (millones de pesos) (Asume único costo el de la cosecha)	40%	60%	80%
		397,8 2.877 Ton	433,6 3.136 Ton

Fuente: Mauricio Mosquera, Cenipalma, comunicación personal.

iopsis, Fusarium y *Pythium* que se reportó en 1995 (Nieto *et al.*, 1996) como responsable de la PC en los Llanos Orientales?, ¿tienen la misma importancia factores ambientales (Acosta *et al.*, 1996, 2002) en el paquete de manejo preventivo?, ¿la enfermedad en Tumaco es letal, o las palmas se recuperan?

Uno de los inconvenientes que se ha encontrado con respecto al seguimiento de la enfermedad está relacionado con los diferentes manejos agronómicos que se están presentando en las plantaciones de Tumaco. Además, no existe un registro histórico confiable acerca de la evolución de la enfermedad, lo cual dificulta la comparación de datos y, por tanto, hace necesario estandarizar el manejo de la información por parte de las plantaciones.

Por la importancia del efecto negativo de la PC en la Zona Occidental, recientemente, Cenipalma, Fedepalma, Ministerio de Agricultura, ICA y Corpoica

formularon e iniciaron "El Plan de Choque Tumaco 2007", en el cual, mediante concertación, se establecieron una serie de actividades (Fedepalma, 2007a), incluidas aquellas relacionadas con la identificación del agente causal, su caracterización molecular, la realización de censos sanitarios para determinar la magnitud de la afección y considerar el declarar o no emergencias sanitarias.

Desde el punto de vista técnico, se incluye todo lo relacionado con pruebas de patogenicidad y de antagonismo de microorganismos aislados. Adicionalmente, se prueban extractos biológicos y moléculas de síntesis química. También, se están haciendo ensayos de control químico, biológico, fertilización. Se tienen establecidos trabajos con reguladores de crecimiento y con inductores de resistencia. También todo lo relacionado con el manejo integrado de buenas prácticas, erradicación temprana de nuevos focos, establecimiento del cordón sanitario, identificación de agentes patógenos e insectos asociados. Esta parte es muy importante, ya que el hecho de dejar abandonado un lote enfermo de PC se constituye en un foco no solamente de la enfermedad, sino de muchos otros disturbios, por ejemplo, *Rhynchophorus palmarum* (vector de Anillo Rojo), el cual encuentra una fuente ideal de alimento y se constituye en un problema ciertamente letal.

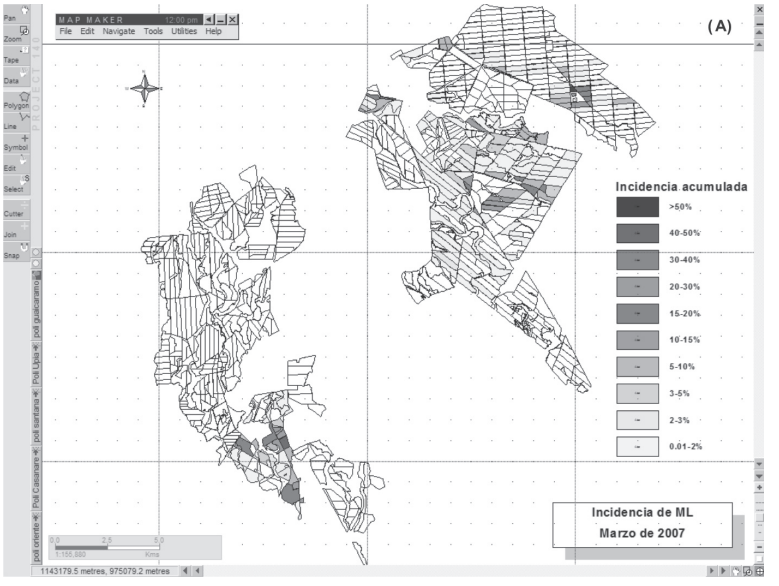
Dentro de las acciones a mediano plazo, está lo relacionado con el plan de renovación de lotes de alta incidencia, utilizando híbrido interespecífico *E. oleifera* x *E. guineensis (OxG)*. Vale mencionar que el híbrido ha probado ser resistente a la PC de la Zona Oriental (Zambrano, 2004; Torres *et al*., 2004; Herrera *et al*., 2003) y por esto es el material considerado a sembrar en las renovaciones de la gran mayoría de las plantaciones de la Zona Occidental y de algunas de la Zona Oriental (Zambrano, 2004).

Si bien el híbrido es la fuente de tolerancia (o resistencia) más cercana de la que se dispone (Herrera *et al.,* 2002; Rey *et al*., 2003; Franqueville, 2003; Rey *et al*., 2004; Zambrano, 2004), es necesario tener en cuenta que dicho comportamiento frente a la enfermedad tiene la posibilidad de cambiar como resultado de la adaptación biológica del agente causal. Además, puede tener algunas limitaciones relacionadas con la escasa información que hay sobre el desarrollo y manejo del material OxG en Tumaco. De todas maneras, para disminuir tales riesgos, es necesario implementar un manejo agronómico que debe ser suministrado por el proveedor de la semilla. De ahí la importancia de utilizar semilla proveniente de casas comerciales reconocidas, que garanticen la calidad del producto basada en las fuentes del material genético y que hayan realizado evaluaciones exhaustivas en campo, con rigor técnico. Existen en Colombia empresas que están produciendo semilla del híbrido de óptima calidad. Pero también, pueden presentarse esos vendedores inescrupulosos que, sin pruebas robustas y aprovechando la desesperación y buena fe del palmicultor, presentan "semillas resistentes" o "productos milagrosos" para el control de la enfermedad, cuando en realidad no hay garantía sobre los efectos positivos de los mismos en el cultivo.

Marchitez Letal (ML)

La Marchitez Letal es una enfermedad que apareció hacia el año 1996 y de la cual se conoció su impacto en el año 2002; afecta palmas en diferentes estados de desarrollo y está presente en cuatro plantaciones de la Zona Oriental, en la región del Bajo Upía (Figura 3). Las palmas afectadas por ML mueren entre 4 y 6 meses después que se detecta la enfermedad. Probablemente es un disturbio de origen biótico, aunque se desconoce el agente causal. Experimentos realizados por Cenipalma han descartado al hongo *Fusarium* (Sánchez *et al*., 2003; Airede, 2002) y a la bacteria *Xylella fastidiosa* (Sierra *et al*., 2006) como causantes de la enfermedad. En cuanto a métodos de control, no existe ninguno aparte de la detección temprana y la pronta erradicación. La pérdida estimada para las plantaciones afectadas con ML es de alrededor de $ 13.050 millones (Mauricio Mosquera, Cenipalma, comunicación personal).

Para la ML se han establecido acciones de investigación a corto plazo. Con el apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), a partir del segundo semestre de 2007, se desarrollará investigación relacionada con la identificación del agente causal (Fedepalma, 2007a). Una vez identificado, se trabajará en la determinación de los mecanismos de transmisión y, en el establecimiento



(B)

Pérdida	Millones de pesos
Etapa improductiva	536
Aumento de la incidencia	3.869
Potencia tonelas RFF por héctareas erradicadas	8.459
Erradicación	186
Total pérdidas asociadas a ML	13.050

Fuente: Mauricio Mosquera, Cenipalma, comunicación personal

Figura 3. (A)= Incidencia de la ML en plantaciones de la Zona Oriental a marzo de 2007. (B)= Resumen de pérdidas económicas por la presencia de ML.

Para tratar de generar mapas que representan el estado de cada plaga y de esta manera hacer seguimiento a las poblaciones de defoliadores, Cenipalma realiza la consolidación catastral utilizando sistemas de información geográfica. Además, desarrolla esquemas que permiten la unificación de los criterios de evaluación de esas plagas, la toma de información y su registro (http://www.cenipalma.org/mip.htm). Esta actividad permite realizar comparaciones estadísticamente significativas de la información recolectada por distintos operarios y en distintos lugares.

Rhynchophorus palmarum, el vector del nematodo que causa la letal enfermedad de Anillo Rojo, se constituye en un disturbio de importancia nacional. Cenipalma ha realizado experimentos para la captura de adultos, mediante la utilización de feromonas para hacer control. Se han realizado jornadas de capacitación en instalación de trampas y se está haciendo seguimiento a las poblaciones del insecto mediante la utilización de sistemas de información geográfica y de información de campo.

de estrategias para el manejo de la enfermedad.

Diagnóstico de plagas

Son varios los problemas de plagas que afectan a los cultivos de palma de aceite de las diferentes zonas palmeras del país (Tabla 4), particular importancia representan los defoliadores.

Con respecto a *Demotispa* (previamente *Imatidium*), ciertamente a mayor daño (raspado) del fruto, menores son los contenidos de aceite que se obtienen. Este comportamiento se ha registrado en diferentes tipos de materiales independientemente de su edad. Se ha realizado investigación para conocer la biología del insecto (Aldana *et al*., 2003) y se han generado

Tabla 4. Resumen de las plagas más comunes en los cultivos de palma de las zonas productoras colombianas.

Disturbio	Central	Norte	Occidental	Oriental
Anillo rojo (*Rhynchophorus palmarum)*	X		X	**X**
Barrenador de raíces (*Sagalassa valida*)				X
Raspador de fruto (*Demotispa neivai*)	X		X	**X**
Defoliadores	X	X	X	**X**

estrategias de manejo de la plaga; por ejemplo, con el extracto de toronja y control mediante el empleo de *Beauveria bassiana* (Valencia *et al*., 2007).

Sagalassa valida se constituye en una plaga importante en la Zona Occidental, más aún si se considera que aquellas palmas que no están afectadas por PC están siendo atacadas por *Sagalassa*. Cenipalma ha estudiado la dinámica de las poblaciones de *S. valida* (Aldana y Calvache, 1999; Sáenz y Betancourt, 2006), y ha desarrollado un paquete de manejo que involucra muestreo (Chavez *et al*., 2000), control cultural (Cenipalma, 2006), uso de trampas, empleo de nematodos entomopatógenos (*Steinernema;* Sáenz, 2005) y control químico racional (Sáenz y Ospino, 2007). Con respecto a esto último, es de anotar que si bien el sector palmero colombiano es ejemplo mundial de un cultivo con manejo amigable del medio ambiente, sería irresponsable dejar de lado el uso racional de moléculas de síntesis química que actúan como biocidas. El autor no hace apología al control químico, pero sí sugiere la utilización de estos productos de manera racional, lo cual debe ser claramente preguntado a todos aquellos vendedores de productos químicos: ¿cuál es la cantidad óptima de un producto para que, con la mínima cantidad, se pueda obtener el efecto máximo de control que el vendedor ofrece? La respuesta debe ser muy clara y sin ambigüedades.

Estrategia a largo plazo

Con base en los reportes de la literatura para otros cultivos y en la experiencia de los agricultores de diversas partes del mundo, la resistencia genética obtenida mediante fitomejoramiento se constituye en una de las herramientas más apropiadas para hacer control eficiente de plagas y enfermedades.

Cenipalma ha establecido desde hace ya varios años un programa de fitomejoramiento, dentro de cuyos objetivos se encuentra el de generar materiales resistentes a enfermedades y plagas. Adicionalmente, dichos materiales deben estar adaptados a las distintas condiciones medioambientales de las zonas palmeras y deben ser competitivos, en términos de rendimiento de fruto y de aceite y en cuanto a calidad de aceite, cuando se comparan con materiales "tradicionales".

Los objetivos del programa de fitomejoramiento de Cenipalma son claros y ciertamente diferentes a los objetivos de mejoramiento de palma de aceite de plantaciones comerciales y de otros centros de investigación (por ejemplo, MPOB). Adicionalmente, las estrategias de cada programa de mejoramiento pueden variar. Sin embargo, la base de todo programa de fitomejoramiento está en el recurso genético disponible. Por esta razón, Cenipalma, en cabeza de su fitomejorador Leonardo Rey, ha ampliado la base genética de *Elaeis guineensis* y de *Elaeis oleifera*, mediante ejercicios de prospección y colecta de materiales en África (Angola – Rey *et al*., 2004 - y Camerún) y la Amazonía colombiana (Rey *et al*., 2003), respectivamente. En la actualidad, Cenipalma posee bancos de germoplasma, prácticamente consolidados y parcialmente caracterizados en los ámbitos bioquímico (Rocha *et al*., 2006), morfoagronómico y molecular (Rocha *et al*., 2005; Montoya *et al*., 2005) para estas dos especies.

Pero el recurso genético *per se* no es suficiente para generar variedades de palma resistentes a plagas o enfermedades. Es necesario implantar sistemas de selección por resistencia, los cuales utilizan herramientas tecnológicas como son los sistemas de inoculación eficientes que permiten tamizar materiales de los bancos de germoplasma o de las colecciones de trabajo. En la actualidad, Cenipalma refina la utilización de tales sistemas (Juan P. Tovar y Edwin Navia, Cenipalma, datos sin publicar), los cuales fueron generados hace ya algunos años (Nieto, 1993).

Aparte de tener germoplasma y sistemas eficientes de tamizaje basados en inoculación de agentes causales conocidos, es importante ensamblar el mayor número de características deseables en el mismo material y eso es difícil de hacer. La razón está relacionada con el hecho de que esas características están codificadas por muchos genes y dependen en gran medida de su interacción con el ambiente, ante lo cual cada individuo (palma) es una entidad única, lo que hace del fitomejoramiento tradicional un proceso complejo, largo y costoso.

Algunas de las actividades que se han realizado dentro del plan de mejoramiento genético de palma de aceite de Cenipalma para obtener variedades resistentes a PC y a ML incluyen: conformación de poblaciones mejoradas mediante cruzamientos y evaluación de

progenitores masculinos en materiales Ténera, el establecimiento de las colecciones de germoplasma, el uso de técnicas de cultivos de tejidos (incluidas rescate de embriones, clonación de material élite –Rocha, 2007a-, bioensayos y a futuro ensayos de transgénesis –Rocha, 2004a-) y la utilización rutinaria de técnicas de biología molecular (Rocha, 2007b; Rocha, 2004b).

Pero con todo lo anterior, una pregunta válida es ¿Cuándo se tendrá la primera variedad tolerante a la PC? La respuesta está en función de la duración de cada uno de los pasos que se exponen a continuación. Para identificar la fuente de resistencia natural, siendo optimistas, tres años. Una vez se identifique esa fuente se podrían desarrollar herramientas moleculares en menos de dos años. Luego, se llegaría al paso de mayor dificultad, el mejoramiento. No por utilizar estas tecnologías moleculares o de biotecnología se pueden obviar las fases de tamizaje, cruces y pruebas de campo en las cuatro zonas, si el objetivo es tener un material apto para todas las zonas del país. Esto, muy seguramente, tomará más de cinco años. Bajo condiciones ideales, se podría estar hablando de mínimo ocho años. Sin embargo, existen ciertos riesgos que podrían bloquear esta estrategia. Por ejemplo, existe la probabilidad de que la fuente de resistencia natural no exista. También, puede presentarse una situación en la que se comience el programa de mejoramiento orientado a resistencia y a la mitad del experimento se pierda dicha resistencia. Eso ha sucedido, no en palma, pero si en arroz.

Vale la pena mencionar cómo la estrategia de resistencia en arroz a *Pyricularia* se ha visto acelerada por el conocimiento exhaustivo y detallado de la biología de la enfermedad, la utilización de técnicas moleculares y por el hecho de que más de dos centenares de grupos en el mundo trabajan en dicha enfermedad. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el momento distan de presentar solución definitiva al problema. Es de recordar que en palma de aceite, alrededor de una docena de instituciones de investigación consolidadas (incluidas Mpob, Cirad, Iopri, Embrapa, Corpoica y Cenipalma) trabajan en el mundo y de ellas muy pocas en PC.

Con respecto a la Marchitez Letal, el tiempo para generar una variedad resistente puede ser mayor. La razón, porque es necesario identificar el agente causal de la enfermedad. La identificación del agente causal tiene que estar garantizada, de lo contrario, se hará difícil implementar estrategias de manejo eficientes. Por ejemplo, en el caso del amarillamiento letal de coco, se tiene evidencia que sugiere que sea un fitoplasma, pero el hecho de que por la característica biológica del fitoplasma no se pueda garantizar como agente causal, los esfuerzos que se hacen para controlarlo son vanos. Los demás pasos de investigación son esencialmente los mismos que los descritos para PC. Solo es de anotar que, si bien las herramientas moleculares avanzan muy rápido y permiten acelerar procesos, es necesario hacer inversiones iniciales relativamente costosas.

Algunas de las barreras para la generación y entrega de material mejorado en palma de aceite, específicamente orientado a resistencia a PC y ML incluyen el desconocimiento sobre los agentes causales (de la ML y de la PC de Tumaco) y de sus mecanismos de transmisión, la ausencia de bioensayos basados en métodos de inoculación y su largo tiempo de evaluación en campo. Por otro lado, la transgénesis se convierte en una opción (Rocha, 2004a). Sin embargo, el desconocimiento de los mecanismos moleculares de estas enfermedades, sumado al tiempo necesario para la obtención de los permisos ante la Comisión Nacional de Bioseguridad y al de negociación de construcciones genéticas (plásmidos, secuencias promotoras o de terminación, etc.) con empresas y otros laboratorios, la transformación genética *per se* y la evaluación en campo de los transgénicos generados, hacen que dicha opción no sea tan rápida como, en principio, podría considerarse.

Biotecnología en fitopatología

En la actualidad se pueden utilizar herramientas moleculares, basadas en la "reacción en cadena a la polimerasa" (PCR; Rocha, 2003), para obtener información relacionada con patógenos, aún presentes en muy bajas cantidades (Atkins y Clark, 2004). Cenipalma ha incursionado en esta área (Rocha, 2005a) y ha realizado algunos estudios para descartar a *X. fastidiosa* como agente causal de la ML (Sierra *et al.*, 2006). Es necesario continuar con investigaciones de este tipo, porque con los resultados a obtener se espera generar herramientas de detección basadas

en mecanismos moleculares, tipo PCR o anticuerpos. También, se espera brindar apoyo en la realización de bioensayos.

Una de las herramientas que permitirían el desarrollo de estrategias de manejo de las enfermedades de manera más precisa y rápida es la secuencia de los genomas de palma de aceite y de patógenos (Rocha, 2005b). Si bien la Alianza para el Descubrimiento de la Palma de Aceite *(The Oil Palm Discovery Alliance,* Mpob – Malasia, *Orion Genomics* y *Cold Spring Harbor Laboratory* - Estados Unidos) ha secuenciado siete genomas (*E. guineensis* tipos Dura, Pisífera y Ténera; un clon aberrante y un clon normal; E. *oleífera*, y la del híbrido interespecífico OxG), desafortunadamente, no estará disponible al público en corto plazo. Por esta razón, Cenipalma ha presentado propuestas de investigación colaborativa (en unión con CIAT, Universidad de los Andes, Corpoica e ICA) relacionadas con la secuenciación de algunas regiones del genoma de palma.

Consideraciones finales

Hasta el momento se ha presentado un panorama de la sanidad del cultivo de palma de aceite en Colombia. Aunque no se trata de una revisión exhaustiva, queda claro que los temas de plagas y enfermedades son más que problemas regionales o locales, trascienden a lo nacional y para ser solucionadas requieren el concurso articulado del palmicultor, investigador, gremio y gobierno.

En todos los campos, la tecnología avanza a pasos agigantados. Sin embargo, es necesario generar estrategias que permitan emplear dicho conocimiento y acceder a las herramientas generadas por este en la solución de los problemas fitosanitarios del cultivo de la palma de aceite. Por ejemplo, la biotecnología, mediante la genómica, el uso de microarreglos, la bioinformática, la proteómica, el cultivo de tejidos, la transgénesis, etc., brinda posibilidades para acelerar procesos de selección, generar alternativas de diagnóstico e identificar fuentes de materiales resistentes.

Para desarrollar algunas de las actividades propuestas es necesario participar en iniciativas nacionales e internacionales de investigación. El gremio palmicultor ha liderado la formación de redes y convenios (por ejemplo, en el Flipa, en la iniciativa *Oil Palm Genome Project,* etc.). Cenipalma continúa desarrollando experimentos en colaboración con las plantaciones de las diferentes zonas. De esta manera, el Centro espera complementar los recursos y el personal con que se cuenta en la actualidad para apoyar y, en un futuro cercano, dar solución a algunos de los problemas sanitarios del cultivo

Agradecimientos

El autor agradece a las plantaciones por su permanente apoyo en la investigación, a los investigadores de Cenipalma, Rosa Aldana, Diana Forero, Edna Margarita Garzón, Angélica Peña, Carolina Valencia, Nolver Arias, Iván Ayala, Franz Betancourt, Gerardo Martínez, Mauricio Mosquera, Dumar Motta, Edwin Navia, Leonardo Rey, Mauricio Romero y Juan Pablo Tovar por compartir información para esta presentación. A Colciencias, Sena, SAC y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por patrocinar proyectos que fortalecen la actividad palmera. Las actividades de investigación de Cenipalma son apoyadas por el Fondo de Fomento Palmero administrado por Fedepalma.

Bibliografía

Acevedo, NJ; Buriticá, P; García, J; Galvis, N. 2000. Valoración económica de las pérdidas en aceite generadas por la Pudrición de Cogollo en los Llanos Orientales de Colombia. *Palmas (Colombia)* 21 (2): 53-62.

Acevedo, NJ. 2000. Influencia de los diferentes estados de la Pudrición de Cogollo en la tasa de extracción de aceite en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Acevedo, NJ; García, J. 1999. Influencia de la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en la calidad del fruto y la extracción de aceite. *Ceniavances (Colombia)* 66: 1-3.

Acosta, A; 1991. Pudrición de Cogollo en palma de aceite: Observaciones y manejo. Colombia. *Palmas (Colombia)* 12 (2): 49-54.

Acosta, A; Gómez, P; Vargas, R. 1996. Physical soil factors and their incidence as predisposing factors of bud rot in the oil palm in Colombia. *Palmas (Colombia)* 17(1):71–79.

Acosta, A; Munévar, F; Gómez, PL; Santacruz, L. 2002. Nutritional factors associated with bud rot disease in oil palm plantations in Colombia. 2002 International Oil Palm Conference, NUSA Dua, Bali. 497-505.

Airede C. 2002. Análisis del "nuevo disturbio" de la palma de aceite presente en la Zona Oriental. Rocha PJ (traductor). *Ceniavances (Colombia)* 100:1-3.

Aldana, JC; Cataño, J; Calvache H. 2003. Avances en el conocimiento de la biología y del control de *I. neivai* Bondar, raspador de los frutos de la palma de aceite. *Ceniavances (Colombia):* 107:1-4.

Aldana, RC; Calvache, H. 1999. *Sagalassa valida* Walker, barrenador de raíces de palma de aceite. *Ceniavances (Colombia)* 59: 1-4.

Arias, DM; Rocha, PJ. 2004. Análisis de diversidad genética en materiales tolerantes y susceptibles a la Pudrición de Cogollo en palma de aceite mediante marcadores moleculares. *Palmas (Colombia)* 25 (3): 11-27

Atkins, S.D.; Clark, I.M. 2004. Fungal molecular diagnostics: a mini review. *J. Appl. Genet.* 45 (1): 3-15.

Ayala, A. 1999. Metodología para la selección de progenies de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) resistentes a Pudrición de Cogollo. *Ceniavances (Colombia)* 63:1-3.

Ayala, A.; Coffey, M; Gómez, PL. 2000. Caracterización morfológica de asilamientos Phytiaceos obtenidos de palmas (*Elaeis guineensis* Jacq.] afectadas por pudrición de cogollo. *Ceniavances (Colombia)* 74: 1-3.

Cenipalma, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007. Informe de labores - Cenipalma. Cenipalma. Bogotá.

Cenipalma. 2006. Fichas técnicas: Control cultural de *Sagalassa valida* en palma joven. Ficha técnica SVSv-5.0.

Chávez, C; Salamanca, JC; Peña, E. 2000. Método de muestreo del daño del insecto *Sagalassa valida*, barrenador de raíces de la palma de aceite. *Ceniavances (Colombia)* 77: 1-3.

Corley, RHV; Tinker, PB. 2003. The oil palm. Fourth Edition. World Agricultural Series. Blackwell Science Ltd. Bath. 562 p.

Darus, A. 2000. Major diseases of oil palm. In: Yusof B, Salini BS, Chans KW, ed. *Advances in Oil Palm Research*. Vol. 1. Kuala Lumpur: Malaysian Palm Oil Board MPOB, 596 – 622.

Fedepalma. 2007a. Recomendaciones de Cenipalma para el manejo de la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Tumaco. *El Palmicultor (Colombia)* 422: 4-6.

Fedepalma. 2007b. Enfermedades en palma de aceite: un reto a la sostenibilidad de la agroindustria. *Palmas (Colombia)* 28 (1): 5-6.

Franqueville, H. de. 2003. Oil palm bud rot in Latin America. *Experimental Agriculture* 39: 225-240.

Gómez, PL. 1995. Current status of bud rot research. *Palmas (Colombia) 16*(1):9 – 23.

Gómez, PL; Calvache, H; Munévar, F. 2003. Integral management of oil palm pest problems in Colombia. Proceedings of the PIPOC 2003 International Palm Oil Congress (Malaysia). Kuala Lumpur. 349-361.

Gómez, P; Ayala, L; Munévar, F. 2000. Characteristics and management of bud rot, a disease of oil palm. In: Pushparajah E, ed. *Plantation Tree Crops: in the New Millennium: the way ahead*. Vol. 1. Kuala Lumpur: The incorporated Society of Planters, 545 – 553.

Henríquez, S. 1999. Influencia de la Pudrición de Cogollo en la extracción de aceite en la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en los Llanos Orientales. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Herrera, M; Colmenares, C; Genty, P. 2002. Historia del material híbrido *Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera* en Colombia. *El Palmicultor* (*Colombia*) 367: 1, 11-14

Mendoza, C. 2004. Determinación del contenido endógeno de poliaminas y efecto de su aplicación exógena en relación con la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Mendoza, C; Rocha, P J. 2003. Relación de las poliaminas con el complejo de Pudrición de Cogollo. *Ceniavances (Colombia)* 105: 1-4.

Montoya C; Arias D; Rey, L; Rocha PJ. 2005. Diversidad genética de materiales *Elaeis guineensis* Jacq. procedentes de Angola. *Fitotecnia Colombiana* (Colombia) 5(2): 1-10.

Mosquera, M. 2007. Metodología para la definición de la agenda de investigación tecnológica del sector palmero colombiano. *Palmas (Colombia)* 28 (1): 11-18.

Munévar, F; Acosta, A; Gómez, P. 2001. Edaphic factors associated with bud rot in the oil palm of Colombia. *Palmas (Colombia) 22*(2):9 – 19.

Nieto, LE; Gómez, PL;. 1991. Estado actual de la investigación sobre el complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas (Colombia)* 12 (2): 57-67.

Nieto, LE. 1992. Síntomas y evolución del complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en los Llanos Orientales de Colombia. *Palmas (Colombia)* 13 (2): 67-74.

Nieto, LE. 1993. Pruebas de patogenicidad con *Fusarium solani* y *Thielaviopsis* sp en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Palmas (Colombia)* 14 (2): 47-52.

Nieto, LE. 1993b. El complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Palmas (Colombia)* 14 (1): 13-17.

Nieto, LE. 1996. Symptoms and identification of the causal agent of bud rot complex in oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. *Palmas (Colombia)* 17(2): 57 – 60.

Nieto, LE. 1997. Patogenicidad de *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes), agente causal del Complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Ceniavances (Colombia)* 39: 1-2.

Nieto, LE; Gómez, PL; Lozano, C. 1996. Identificación y reproducción del Complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. *Palmas (Colombia)* 17 (2): 63-68.

Norato, J; Romero, HM. 1995. Determinación y aplicación de poliaminas en especies vegetales de interés agrícola y forestal. *Acta Biológica Colombiana 9*: 107–118.

Ochoa, G; Bustamante, E. 1974. Investigación del agente causal de la pudrición de flecha en palma africana. *Revista ICA* (*Colombia*)

9 (4): 425-433.

Ochoa, I.E.; Villegas, VE; Beebe, SE. 1997. Identificación de marcadores moleculares RAPD asociados con la resistencia al Complejo de Pudrición de Cogollo en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Palmas (Colombia)* 18 (1): 33-38.

Rey L; Ayala I; Delgado W; Rocha PJ. 2003. Colecta de material genético de la palma americana nolí *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortés en el Trapecio Amazónico. *Ceniavances (Colombia) 101: 1-4*.

Rey, L; Gómez PL; Ayala I; Delgado W; Rocha, P. 2004. Colecciones genéticas de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Jacq.) y *Elaeis oleifera* (H.B.K) de Cenipalma: Características de importancia para el sector palmicultor. *Palmas (Colombia)* 25 (especial): 39-48.

Rocha PJ. 2003. Marcadores moleculares, una herramienta útil para la selección de palma de aceite. *Palmas (Colombia) 24 (2): 11-25*.

Rocha, PJ. 2004a. Plantas transgénicas frente a la realidad del mercado. *Palmas (Colombia)* 25 (3): 55-69.

Rocha PJ. 2004b. Conceptos básicos en biotecnología de la palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 25 (especial): 11-17.

Rocha PJ. 2005a. Empleo de técnicas moleculares para la caracterización de hongos que afectan la palma de aceite. *Ceniavances (Colombia)* 128: 1-4.

Rocha, PJ. 2005b. Aportes de la biotecnología al cultivo de la palma de aceite en Pipoc 2005. *Palmas (Colombia)* 25 (4): 53-59.

Rocha PJ; Mendoza C; Cayón G. 2005a. Exogenous application of polyamines in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) stops advance of bud rot disease. Journal of Oil Palm Research (Malaysia) 17: 167-174.

Rocha PJ; Rojas Y; Rey, L. 2005b. Caracterización molecular preliminar del banco de germoplasma de *Elaeis oleifera* [H.B.K.] Cortés, mediante microsatélites. *Ceniavances (Colombia)* 130: 1-4.

Rocha, PJ; Prada, F; Rey, L; Ayala, I. 2006. Caracterización bioquímica parcial de genotipos de la colección de *Elaeis oleifera* de Cenipalma provenientes de la Amazonía colombiana. *Palmas (Colombia)* 27 (3): 35-44.

Rocha, PJ. 2007a.Cultivo de tejidos una herramienta valiosa para el desarrollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas (Colombia):* 28 (1): 53-64.

Rocha, PJ. 2007b. La biotecnología como una herramienta para agilizar la selección de nuevos materiales en palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 28 (especial, tomo 1): 144-148.

Sáenz, A. 2005. Importancia de los nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 26 (2): 41-57.

Sáenz, A.; Betancourt, F. 2006. Biología, hábitos y manejo del barrenador de raíces de palma *Sagalassa valida* Walker. *Boletín Técnico* 21, Cenipalma. Bogotá. 42 p.

Sáenz, A; Ospino, J. 2007. Efectividad de insecticidas para el control de raíces de palma *Sagalassa valida* Walter. *Palmas* (*Colombia)* 28 (1):31-38.

Sánchez, A. 1990. Enfermedades de la palma de aceite en América Latina. *Palmas* (*Colombia)* 11 (4): 5-38.

Sánchez NJ; Fuentes FR; Torres M; Rocha PJ; Calvache H; Gómez PL. 2003. La Marchitez Letal no es la Marchitez Vascular africana causada por *Fusarium. Palmas (Colombia)* 24 (4): 9-20.

Sierra, R; González, A; Rocha, PJ; Restrepo, S. 2006. *Xylella fastidiosa* no se detecta en tejidos de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) afectada por Marchitez Letal. *Ceniavances (Colombia)* 137: 1-4.

Torres, M; Rey, L; Gelves, F; Santacruz, L. 2004. Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, en la plantación Guaicaramo S.A. *Palmas (Colombia)* 25 (especial): 350-357.

Valencia, C.; Ayala, I; Benítez, E.; Torres, I; Herrera, A. 2007. Evaluación de estrategias de control y cuantificación de las pérdidas causadas por *Demotispa neivai* Bondar, raspador del fruto de la palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 28 (1): 41-51.

Villegas, VE; Gómez, PL. 2000. Caracterización molecular de materiales *Elaeis guineensis* tolerantes y susceptibles a Pudrición de Cogollo-Ceninotas. *Ceniavances (Colombia)* 68: 4.

Zambrano, JE. 2004. Los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* H.B.K. x *Elaeis guineensis* Jacq. Una alternativa de renovación para la Zona Oriental de Colombia. *Palmas (Colombia)* 25 *(*especial*)*: 339-349.