

■ Capítulo 8

Papel del mejoramiento genético en el manejo de disturbios fitosanitarios que afectan a las palmas de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. y *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés

Eduardo A. Peña Rojas, Silvio Bastidas Pérez, Rafael Reyes Cuesta

Desde inicios del siglo xx, el objetivo principal del mejoramiento genético en palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) estuvo estrechamente relacionado con el incremento del potencial genético para obtener la máxima productividad en aceite de mesocarpio y de almendra (Hartley, 1983). Al consolidarse esta especie como cultivo comercial en áreas específicas de Asia, África y América, el material genético utilizado fue la variedad Dura, reemplazada luego por el híbrido Dura × Pisífera (conocido como Ténera), con niveles superiores de rendimiento en racimos de fruta fresca, y en cantidad y calidad de aceite. Sin embargo, la presencia de enfermedades y complejos fitosanitarios (EyCF) de difícil diagnóstico y manejo en algunas de las regiones donde se establecieron extensivas plantaciones, hizo que tomaran relevancia factores genéticos relacionados con resistencia, tolerancia o susceptibilidad a las principales EyCF, así como otros factores complementarios inherentes a la procedencia u origen del genotipo de cada uno de los nuevos cultivares comerciales de siembra.

A nivel mundial, se registran cerca de 30 EyCF que afectan a las palmas de *E. guineensis* en todos los estados de su crecimiento y desarrollo vegetativo (semilla, vivero, juvenil y adulta en campo). Se destacan aquellas EyCF que ocasionan severas pérdidas económicas y para las cuales, ante la escasa efectividad de prácticas de manejo y control, se ha recurrido al mejoramiento genético para identificar materiales con genes de resistencia o tolerancia. En

América, se han reportado siete EyCF que afectan a la palma de aceite y la principal es el denominado complejo de la pudrición de cogollo (PC), cuyos niveles de incidencia y mortalidad en plantaciones pueden llegar a 100 %. En contraste, tanto en Asia como en África, se han evaluado diferentes materiales *E. guineensis* de diferente procedencia con el objetivo de establecer su comportamiento frente a EyCF presentes en esas regiones y el nivel de respuesta se ha reflejado en niveles de incidencia por debajo del umbral económico. Los programas de mejoramiento genético desarrollados en América se han enfocado en el cruzamiento interespecífico entre *E. guineensis* y la especie de origen americano *Elaeis oleifera* (o nolí, como se denomina comúnmente), presente en diversas regiones del continente y de manifiesta resistencia a la PC. En Colombia, ante los severos brotes de PC ocurridos en diferentes zonas palmeras, se está evaluando el comportamiento de *E. oleifera* y de los híbridos resultantes de los cruzamientos con *E. guineensis* (conocidos como híbridos O×G) frente a la enfermedad. En este capítulo, se describen las principales EyCF que afectan a la palma de aceite en el país, los resultados obtenidos hasta el presente en relación con el comportamiento de los diferentes materiales de palma evaluados y se discute la necesidad de que los programas de mejoramiento genético generen nuevos materiales para afrontar el manejo de los disturbios sanitarios, puesto que su impacto económico amenaza la palmicultura en Colombia y en los demás países de América Latina.

Enfermedades y complejos fitosanitarios (EyCF) que afectan a la palma de aceite en Colombia

En Colombia, las plantaciones de palma de aceite se ven afectadas por siete EyCF principales, conocidas como pudrición de cogollo (PC) (flecha seca en Costa Rica), anillo rojo (AR), marchitez sorpresiva (MS), marchitez letal (ML), mancha anular (MA), anillo clorótico (AC) y pudrición basal del estípite (PBE). Desde su aparición en el país, la PC ha sido la de mayor importancia económica debido a los altos niveles de incidencia registrados por lote o área de cultivo (70-100 %), que se reflejan en una alta mortalidad (hasta 100 %) de las palmas sembradas, lo que ha ocasionado la pérdida total de plantaciones en las zonas afectadas. En la tabla 8.1 se presentan estos disturbios, sus agentes causales y transmisores identificados y las zonas palmeras de Colombia en las cuales se encuentran reportados.

Cabe señalar que la PC, así como el AR, la ML y la MS, se encuentran dentro de las enfermedades declaradas en 2014, mediante Resolución ICA, como de control oficial en el cultivo de palma de aceite dentro del territorio nacional, y para las cuales se establecen medidas fitosanitarias de manejo y control (ICA, 2014).

Tabla 8.1. Enfermedades y complejos fitosanitarios (EyCF) que afectan a las plantaciones de palma de aceite en Colombia (*Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* e híbridos *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*)

Disturbio sanitario	Agente causal	Agente transmisor reportado	Palma de aceite afectada	Zona palmera con reporte
Pudrición del cogollo (PC)	Más de 25 microorganismos propuestos (<i>Phytophthora palmivora</i> propuesto en 2008*)	No identificado	<i>E. guineensis</i> , híbrido O × G	Central, oriental, occidental, norte
Marchitez sorpresiva (MS)	<i>Phytomonas staheli</i>	<i>Lincus</i> spp. (Homoptera: Pentatomidae, Discocephalinae)	<i>E. guineensis</i> , híbrido O × G	Central, oriental, occidental, norte
Anillo rojo (AR)	<i>Bursaphelenchus cocophilus</i>	<i>Rhynchophorus palmarum</i> (Coleoptera: Curculionidae)	<i>E. guineensis</i>	Norte, central, oriental, occidental
Marchitez letal (ML)	Posible fitoplasma	Insecto asociado: <i>Haplaxius crudus</i>	<i>E. guineensis</i>	Oriental, central
Mancha anular (MA)	Posible virus del género <i>Foveavirus</i>	No identificado	<i>E. guineensis</i> , híbrido O × G	Occidental
Anillo clorótico (AC)	Posible virus del género <i>Potyvirus</i>	No identificado	<i>E. guineensis</i> , híbrido O × G	Occidental
Pudrición basal del estípite (PBE)	<i>Ganoderma</i> spp.	No identificado	<i>E. guineensis</i>	Norte, central

* *Phytophthora palmivora* se reporta como responsable en Colombia de las lesiones iniciales de la PC en la palma de aceite (Sarria et al., 2008).

Fuente: Elaboración propia

Pudrición del cogollo (PC)

Reportada en Colombia por primera vez en 1964, en la plantación La Arenosa, zona de Urabá, departamento de Antioquia, donde ocasionó la pérdida de 2.800 hectáreas (Rojas, 1972). En 1970 se registró en la zona palmera oriental, y reapareció en el mismo lugar en 1988, donde ocasionó la erradicación de 18 % de palmas de la plantación La Cabaña. En 1996, en esta zona, se reportaron incidencias de hasta 35 % del área sembrada en 50 % de las plantaciones establecidas en los departamentos de Meta y Casanare (Gómez et al., 1990; Sánchez, 1990; Santacruz et al., 2004).

En la zona palmera occidental y en plantaciones establecidas en el municipio de Tumaco, el disturbio fue registrado por primera vez en 1986 como un amarillamiento de hojas jóvenes (Jiménez & Peña, 1986), reconocido posteriormente como PC (Gómez et al., 1990; Jimenez, 1991). Durante el periodo 1986-2004 se consideró la PC como un disturbio de bajo impacto económico, porque su incidencia letal fue inferior a 0,1% en las palmas plantadas. El manejo consistía en erradicar las plantas afectadas y realizar aspersiones de agroquímicos (fungicidas e insecticidas) a las circundantes, acción que contribuía a disminuir el número de nuevos casos, por cuanto se consideraba que se eliminaba la fuente de inóculo o transmisión. Sin embargo, hacia finales de 2005 la incidencia de PC alcanzó niveles de 100 % en algunos lotes de la zona occidental¹, y entre los años 2007 y 2009 alcanzó niveles exponenciales superiores a 55 % en la zona, lo que obligó a la erradicación de las 32.416 ha registradas ante el gremio palmicultor (Fedepalma, 2006; Fontanilla et al., 2014; Hurtado & Rincón, 2009).

En 2006, el equipo de investigación de palmáceas del C. I. El Mira planteó varias hipótesis sobre las causas o factores que contribuían a incrementar la incidencia en la región de Tumaco, hipótesis que se convirtieron en áreas de investigación para desarrollar estrategias que permitieran el manejo y prevención del problema en las plantaciones ya establecidas y en las futuras. Dichas áreas correspondieron a los siguientes factores, posiblemente involucrados en

¹ En algunas plantaciones, el umbral de daño económico o punto de quiebra se estableció en 40-50 % de palmas afectadas, y otras soportaron hasta cerca de 60 %. Estos niveles de afectación propiciaron la erradicación del 100 % de las palmas en las plantaciones.

la manifestación de la PC en esa zona del país: 1) agente(s) asociado(s) con la expresión del complejo; 2) susceptibilidad del cultivar sembrado; 3) condiciones climáticas variables; 4) sistema de renovación de plantaciones; 5) inadecuado manejo sanitario de los casos de PC presentados en las plantaciones; 6) inadecuado manejo nutricional del cultivo, y 7) presencia de plantas hospederas e insectos transportadores de organismos asociados con la PC (Peña et al., 2006). Lo anterior contribuyó a orientar las investigaciones sobre la PC que posteriormente se llevaron a cabo en la región y el país.

Para 2019, la PC ya existía en todas las zonas palmeras del país (Tumaco, Puerto Wilches, Llanos Orientales; departamentos de Magdalena, Bolívar, Cesar y La Guajira) y había afectado más de 150.000 ha de cultivo en los últimos 20 años. Se estima que en la última década y media ha ocasionado pérdidas por un valor de 2.476 millones de dólares (Cenipalma, 2018b; Cooman, 2019a, 2019b).

A nivel de Suramérica, la PC es el disturbio sanitario más grave que se ha presentado en las plantaciones de palma de aceite. Su presencia fue reportada en 1974 en Brasil, Ecuador y Surinam y en 1988 en Venezuela. En Surinam, hacia 1992, ocasionó la desaparición de 1.440 ha de cultivo, mientras que en Ecuador, para el año 2000, se registraba la muerte de 5.000 ha en la plantación Palmoriente (Chávez, 1986; Dzido et al., 1978; Franqueville, 2001; Renard & Quillec, 1984; Van de Lande, 1991; Van Slobbe & Rocha de Souza, 1991). Para el año 2017, ya había afectado alrededor de 148.434 ha de las 257.120 sembradas en ese país y ocasionado la pérdida de alrededor de 49.000 ha (Mendoza, 2019).

En Centroamérica se ha presentado en Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala y Panamá. El nombre local en Costa Rica es el de “flecha seca”, en alusión al síntoma más evidente, el secamiento de las flechas, y no a su pudrición (Chinchilla, 2010).

De acuerdo con una revisión de Alegría et al. (2015) sobre anotaciones realizadas por diferentes autores, la PC afectó y continúa afectando plantaciones establecidas en las zonas palmeras de América tropical. Además, su presencia ha sido reportada en plantaciones de Malasia y África occidental.

La PC afecta el cultivo de diferentes formas. Una es letal y predomina en la Amazonía ecuatoriana y brasileña y en algunas zonas palmeras de Colombia y Surinam; la otra no es letal, pero sí es recurrente y tiene una alta tasa de recuperación, y está presente en los Llanos Orientales de Colombia. Al respecto, se resalta la pertinencia de iniciar estudios que permitan comprobar si son expresiones diferentes del mismo disturbio o si se trata de fenómenos patológicos o fisiológicos diferentes (Franqueville, 2001; Rocha et al., 2004).

Agente causal

Entre 1970 y 2010, varios microorganismos han sido reportados como agentes causales o asociados. Se destacan los hongos *Phytophthora palmivora*, *Fusarium* sp., *Thielaviopsis paradoxa*, *Pythium* sp. y la bacteria *Erwinia* sp. (Álvarez et al., 2007; Ayala & Gómez, 2000; Franqueville, 2001; Laing, 2011; Nieto, 1996; Nieto et al., 1996; Ochoa & Bustamante, 1974; Torres et al., 2000, 2010; Vargas, 1992).

Laing (2011) enumera un total de 27 especies de microorganismos, entre ellos 21 hongos y seis bacterias, aislados en Brasil sobre tejidos apicales de palmas afectadas. Otros investigadores han explorado la hipótesis de un virus o micoplasma como agente causal (Dollet, 1991; Perthuis, 1991). Algunos autores cuestionan el hecho de que con ninguno de los microorganismos identificados o propuestos como agentes causales han satisfecho los postulados de Koch (Franqueville, 2001; Laing, 2011).

Investigaciones llevadas a cabo en Colombia indican que el oomiceto *P. palmivora* es el patógeno asociado a la PC en todo el país. Esta especie sería la responsable de las lesiones iniciales, las cuales degradan el tejido y permiten la posterior llegada de otros microorganismos oportunistas, con el resultado de que una amplia gama de microorganismos quedan asociados a la PC (Cenipalma, 2018c; Drenth et al., 2013; Sarria et al., 2008). El nivel de importancia adquirido en Colombia por *P. palmivora* se basa en que su registro ha sido continuo como agente asociado al disturbio en las diferentes regiones palmeras del país. Según Cenipalma (2018c), la detección del microorganismo se hace por aislamiento al procesar tejidos de palmas afectadas procedentes de las zonas palmeras del país. Además, se ha determinado que este patógeno invade los tejidos de las palmas mediante la codificación de proteínas que

son secretadas sobre el tejido vegetal para suprimir la inmunidad de la planta y favorecer la infección (Schornack, 2016). Sin embargo, se requiere un mayor conocimiento del comportamiento de *P. palmivora* para evaluar la efectividad de prácticas de manejo y su aplicabilidad por parte de los productores.

Se ha avanzado en la búsqueda de reguladores biológicos antagónicos de *P. palmivora* en la zona central mediante estudios *in vitro*. Se obtuvieron ocho bacterias nativas, con potenciales de inhibición del patógeno hasta de 54,6 %, y se hizo un aislamiento nativo de *Trichoderma* sp., que presentó una capacidad inhibitoria de 92 % por metabolitos. Adicional a esto, se identificaron como promisorias dos moléculas químicas de fungicidas, *in vitro* e *in vivo* y en condiciones controladas, para incluir dentro del plan de manejo integrado de la PC (Cenipalma, 2018b).

Por otra parte, se identificaron insectos asociados al disturbio, como aquellos que contribuyen a agravar el estado de la palma afectada al ser atraídos por la fermentación de los tejidos de las hojas jóvenes. Es el caso de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae), *Herminodes insulsa* (Lepidoptera: Noctuidae) y una especie de la familia Tettigoniidae (Dzido et al., 1978; Torres et al., 2008). Otros insectos, sobre todo especies de Homoptera y Auchenorrhyncha, se consideran sospechosos de estar involucrados en la transmisión de la PC, en especial si se tiene en cuenta que este disturbio es ocasionado por un virus (Perthuis, 1991).

Sobre la relación específica entre la PC y *R. palmarum*, cabe resaltar que este insecto se encuentra en todas las zonas palmeras de Colombia, con mayor presencia en regiones con focos de PC y AR, y que su control disminuye las probabilidades de infestación con estas enfermedades en las plantaciones (Cenipalma, 2018c). Su presencia y daño se incrementan por la fermentación de los tejidos afectados por los diferentes microorganismos, lo que convierte a la palma afectada en una fuente de atracción. Se considera que este artrópodo ocasiona la muerte de la palma mediante daño directo del tejido meristemático, resultado de la alimentación de sus larvas, cuyo sitio de entrada es el área del cogollo afectada por la PC (Cenipama, 2018c).

En cuanto a la asociación entre el picudo y la muerte de las palmas, Chinchilla (2008, 2010) señala que no se puede separar el efecto de la PC del daño que causa el picudo negro. Dadas las condiciones de fermentación existentes en los tejidos y la presencia natural del insecto en las zonas de cultivo, las palmas afectadas por PC son invadidas por el picudo *R. palmarum*, y esto fácilmente puede conducir a la muerte de las plantas. Además, el autor se refiere a la PC como “el complejo pudrición del cogollo”, y con ello acepta que la enfermedad no obedece a un modelo simple, sino a un complejo en el que están involucradas otras especies de artrópodos que pueden aumentar el daño en una planta enferma. En Ecuador, se ha reportado que el ataque del barrenador de las raíces *Sagalassa valida* puede debilitar el sistema radical e impedir la toma de nutrientes del suelo, lo que incrementa la susceptibilidad a la PC. En Brasil, el barrenador del estípote *Cyparissius daedalus* (*Castnia daedalus*) —ahora *Eupalamides guyanensis*— está ligado a la muerte final de las plantas, debido a los daños causados en la corona de la palma, que comprometen el meristemo (Chinchilla, 2010).

La incidencia, severidad y recuperación de individuos afectados por PC se asocian a factores predisponentes como los siguientes: 1) factores del ambiente (ejemplo, afectaciones del sistema radical); 2) prácticas de manejo agronómico, y 3) patógenos oportunistas o insectos (ejemplo, hongos, bacterias, *R. palmarum*). Todas estas variables generan cambios en el desarrollo del problema y en los daños de la plantación (Chinchilla, 2008).

Sin embargo, pese a las evidencias antes descritas sobre los factores bióticos inherentes a la aparición de la PC, los microorganismos e insectos anotados han sido reportados como agentes causales o asociados. Por lo tanto, la PC debe considerarse como un complejo, ya que su manifestación en palmas adultas depende de la confluencia de varios factores que requieren ser evaluados. Entre estos se destacan la susceptibilidad del material sembrado, las condiciones edáficas del lote de siembra, el estado nutricional de las palmas y la interacción del cultivo con las condiciones agroecológicas de la región.

Por otro lado, entre los factores abióticos, la deficiencia de calcio ha sido señalada como causa primordial de la PC. Esta hipótesis indica que la deficiencia transitoria de calcio desempeña un papel importante como agente predisponente causal (Laing, 2011).

También se ha planteado que la PC se origina por el deterioro progresivo de las palmas, condición conocida como “decline” (Chinchilla, 2008; Franqueville, 2001). Las siguientes son algunas características que las pudriciones de flecha y cogollo comparten con los declines: incremento con tendencia lineal de la incidencia en el tiempo, recuperación parcial o total de una proporción de las plantas afectadas, fuerte efecto sobre la incidencia y la severidad en el sitio donde crece la planta y ausencia de un único patógeno o factor ambiental asociado a todos los síntomas observados (Chinchilla, 2008).

Otros investigadores plantean una relación entre la PC y factores como el estrés hídrico. Se sabe que el suministro adecuado del agua es determinante para el crecimiento y productividad de la palma de aceite (Henson et al., 2005; Kallarackal et al., 2004), y que su inadecuada disponibilidad, por exceso o déficit (estrés hídrico), tiene relación con disturbios limitantes del crecimiento, la producción y el cultivo, como la PC en América. Varios estudios aportan evidencias positivas de esta hipótesis (Albertazzi et al., 2005, 2009a, 2009b; Alvarado et al., 2014; Boari, 2008; Chinchilla, 2010; Jeremy et al., 2015; Torres et al., 2014, 2015; Venturieri et al., 2009). En la palma *E. guineensis* se han encontrado fuentes de tolerancia a cambios de temperatura y déficit hídrico y respuesta a pudrición de cogollo (Alvarado & Sterling, 2005; Chinchilla et al., 2007). Un estudio fisiológico llevado a cabo en el C. I. El Mira, Tumaco, sobre el comportamiento de cuatro cultivares *E. guineensis* en etapa de vivero frente al secamiento del suelo por evapotranspiración, mostró que la respuesta de tolerancia en las palmas jóvenes se corresponde con las siguientes observaciones de campo: Bamenda × Ekona y Tanzania × Ekona, mayor tolerancia; Deli × Yangambi (Ténera Corpoica Elmira Colombia) (ICA, 2004), tolerancia intermedia, y Deli × Avros, mayor susceptibilidad (Reyes, 2012; Reyes et al., 2013). La tolerancia de Ténera Corpoica Elmira al estrés hídrico la comprobaron Bayona-Rodríguez y Romero (2019). Existe, por tanto, la posibilidad de hacer una selección temprana (vivero) de genotipos con tolerancia a déficit hídrico y a disturbios como PC, si se comprueba la relación observada en palmas adultas entre susceptibilidad al déficit e incidencia de la enfermedad (Alvarado & Sterling, 2005; Chinchilla et al., 2007; Reyes, 2012; Reyes et al., 2013). Al respecto, se cuenta con evidencia de que los cruces Bamenda × Ekona y Tanzania × Ekona, tolerantes a déficit hídrico, también han mostrado tolerancia a PC (Agricultural Services & Development [ASD], 2005; Chinchilla, 2010).

Síntomas

Las diferentes denominaciones de la enfermedad han ocasionado confusión en la descripción de los síntomas. Para Van de Lande (1993), la sintomatología depende de la edad de las palmas y de la localización de las plantaciones. Sin embargo, los síntomas generales de carácter letal son los siguientes (Arias & Rocha, 2004; Franqueville, 2001; Mariau et al., 1992; Van de Lande, 1993):

- Cambio de coloración en hojas de la corona, de verde a verde amarillento, con afectación ocasional de las flechas, las cuales pueden presentar doblamiento.
- En ocasiones se presenta pudrición húmeda y fétida de los folíolos de las hojas sin abrir (hoja flecha), lo cual afecta los folíolos superiores y medios del raquis cerca de la base de las flechas afectadas.
- Los síntomas avanzan rápido y causan pudrición del meristemo apical de la palma.
- Los racimos de palmas afectadas continúan su proceso de madurez normal, y en algunos casos se puede presentar secamiento y pudrición de frutos.
- El periodo entre la aparición de los primeros síntomas y la muerte de la palma es variable, desde 2-3 meses a un año.

La descripción de síntomas efectuada por los investigadores citados concuerda con la que se llevó a cabo en 1978, en el Programa de Oleaginosas Perennes del ICA (POP-ICA). El programa relacionó las pudriciones de la flecha y el cogollo en Colombia con un complejo sanitario (y como tal debería efectuarse el manejo), e indicó que el complejo pudrición flecha y cogollo afecta tanto a palmas adultas como a jóvenes. Los síntomas anotados por POP-ICA son los siguientes:

- El primer síntoma es la pudrición de la flecha en toda su longitud, la cual se puede retirar fácilmente y en su interior se encuentra el tejido necrosado de color marrón oscuro y con una pudrición húmeda.
- La flecha afectada se desgaja y cuelga en medio de las hojas centrales sanas de la corona. La pudrición en la base avanza y puede destruir la yema terminal. Los tejidos del ápice del tronco presentan una pudrición acuosa maloliente, como consecuencia de su invasión por una gran cantidad de organismos saprofitos, principalmente bacterias, que causan una diálisis total.

- A raíz de la destrucción del meristemo apical, la palma muere finalmente, aunque las hojas inferiores pueden sobrevivir durante algún tiempo.
- En algunos casos, la pudrición de los tejidos internos progresa hasta afectar la mayor parte del tronco. Si la pudrición se detiene antes de que la yema terminal se destruya, la producción de nuevas hojas cesa durante algún tiempo, según la magnitud del daño sufrido por el tejido meristemático. La enfermedad entra entonces en la fase de hoja pequeña, que es un indicio de recuperación de la palma.
- Las primeras hojas que emergen en etapa posrecuperación son cortas, retorcidas, con folíolos escasos y mal formados. Las hojas siguientes se forman más largas, pero con folíolos cortos, corrugados o mal formados hacia las puntas. El raquis a veces se deforma, en especial cuando el daño a la yema terminal ha sido grave. Las hojas siguientes exhiben poco a poco una longitud y unos folíolos normales, señal de que ha iniciado la recuperación.
- La enfermedad se asocia al ataque de insectos como *R. palmarum* que afectan el cogollo. Varios microorganismos se han aislado de tejidos afectados por la pudrición del cogollo.
- La incidencia de la enfermedad, al igual que su severidad, se ve favorecida por factores climáticos como elevada temperatura, alta humedad ambiental y baja luminosidad. Además, otros factores como los siguientes se consideran predisponentes de la PC: características físicas inadecuadas del suelo, mal drenaje natural y baja rata de absorción de elementos nutritivos. Los anteriores factores ecológicos modifican la morfología y fisiología normales de la palma y la hacen más susceptible a la infección.

En el proceso de identificar materiales genéticos que pudieran presentar resistencia a la PC, el POP-ICA impulsó la línea de mejoramiento genético mediante el inicio de estudios relacionados con la palma americana de aceite o nolí (*Elaeis oleifera*) y los híbridos resultantes del cruzamiento interespecífico *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* (identificados como O × G). En general, la palma de nolí es más rústica y se adapta bien a condiciones que no resiste la palma africana. Los híbridos O × G tienen las características relevantes de este progenitor y exhiben muy buena resistencia a la PC. En áreas afectadas severamente por esta enfermedad se están usando para reemplazar a la palma africana.

Medidas de manejo

A pesar de los reportes sobre los diferentes microorganismos como agentes causales de la PC, en la actualidad es válida la apreciación de Franqueville (2001) de que ninguna medida de control basada en métodos de erradicación de palmas afectadas, aplicación de sustancias biocidas y eliminación del tejido enfermo, ha logrado el control o coadyuvado a un eficiente manejo integrado de la enfermedad en su forma letal. El enfoque actual de manejo de la PC se basa en la prevención mediante medidas culturales orientadas a reducir los factores predisponentes, ya que la incidencia y severidad de los síntomas estarían asociadas a condiciones de estrés, adversas al desarrollo radicular, como compactación, mal drenaje o suelos pobres (Alvarado et al., 2014; Chinchilla, 2008; Torres et al., 2008, 2014).

Mejorar las condiciones del suelo (compactación, drenaje y riego) y seguir un adecuado manejo agronómico se asocian con una reducción de la incidencia de la enfermedad, la severidad de los síntomas y la recuperación de la plantación afectada, en zonas de baja incidencia y en las que se enfatiza en la detección temprana. Estas medidas brindan a las palmas la capacidad de emitir tejido sano con mayor velocidad (Cenipalma, 2018b; Chinchilla, 2008; Torres et al., 2015).

La medida de manejo más común contra la PC de carácter letal continúa siendo la detección temprana y la eliminación de las palmas afectadas, todo ello complementado con la eliminación de los residuos vegetales de la corona mediante su quema o carbonización (Arias et al., 2014; Cenipalma, 2017a, 2018c). Sin embargo, recientemente se ha aceptado que el insecto *R. palmarum* es determinante para la muerte de las palmas afectadas por PC en Colombia (Cenipalma, 2018c). Se considera que tres larvas son suficientes para matar una palma de seis meses de sembrada en sitio definitivo (Aldana et al., 2011). Se recomienda poner trampas con cebos atractivos (por ejemplo, trozos de caña de azúcar) y utilizar la feromona de agregación para atraer y capturar a los adultos de *R. palmarum* (Aldana et al., 2011; Amblard et al., 2004; Chinchilla, 2003; Lohr & Parra, 2014; Moura, 2017; Peña et al., 2001; Peña & Reyes, 1997; Rodríguez et al., 2016). Esta clase de manejo integrado (eliminación de palmas enfermas + captura de

poblaciones del insecto) permite reducir la incidencia de la enfermedad en más de 90 % en menos de dos años (Chinchilla, 2003).

Desde la aparición de la PC en la región de Urabá en 1964 y ante los resultados negativos de las diferentes medidas adoptadas para manejo del disturbio conducentes a reducir los niveles de incidencia y mortalidad, los investigadores han coincidido en que la incorporación de genes de resistencia o tolerancia desde *E. oleifera* a la especie *E. guineensis* es la mejor herramienta para el manejo y control de esta enfermedad (Adjé, 2004; Meunier, 1991; Meunier et al., 1976; Moretzsohn et al., 2002; Sinisterra et al., 2019). Por el momento no se han identificado fuentes de resistencia a la PC entre las poblaciones puras de *E. guineensis*, pese a las diferencias en el grado de expresión entre palmas de diferentes orígenes (Franqueville, 2001).

La palma americana *E. oleifera* se ha identificado como la fuente de genes de resistencia más idónea por cuanto es evidente la tolerancia de los híbridos interespecíficos obtenidos por cruzamiento con palmas de *E. guineensis*, conocidos como O × G. Este comportamiento de los híbridos ha sido registrado desde la aparición de la PC en Colombia en 1964 y ha sido documentado por diferentes investigadores (Bastidas, 2013; Bastidas et al., 2010; Cenipalma, 2018b; Le Guen et al., 1991; Meunier, 1975; Meunier et al., 1976). La exploración de esta resistencia a la fecha constituye la única solución eficiente para contrarrestar la presencia de la PC en plantaciones establecidas con cultivares *E. guineensis* susceptibles a este complejo, las cuales deben ser renovadas (Ayala & Romero, 2019; Meunier, 1991). Franqueville (2001) recomienda buscar marcadores moleculares de resistencia en cultivos *in vitro* de embriones obtenidos por retrocruzamiento, para plantar en áreas atacadas con más fuerza en Ecuador, Colombia y Brasil, y como medio para introducir resistencia en los genotipos más destacados.

E. oleifera es originaria de América y está dispersa en poblaciones espontáneas de Centroamérica y el norte de Suramérica hasta la Amazonía (Hardon & Tan, 1969; Meunier & Boutin, 1975; Moreno & Bastidas, 2016). Es considerada una fuente de resistencia a enfermedades como la PC (Amblard et al., 2004; Chinchilla et al., 2007; Rajanaidu, 1994) y el AR (Moura, 2017), y en la actualidad, una alternativa que tienen los palmicultores de zonas afectadas por la PC es sembrar cultivares resistentes O × G, resultado de cruzamientos *E.*

oleifera × *E. guineensis*, los cuales ya se encuentran plantados en 68.000 ha de Colombia (Fedepalma, 2021), y cuya siembra se incrementó a partir de 2007 (Kushairi, 2019; Romero, 2018; Romero et al., 2020; Sinisterra et al., 2019). Las principales cualidades de *E. oleifera* son bien conocidas: resistencia a la PC en América Latina, calidad de su aceite y baja tasa de crecimiento de su estípote. Estas características son heredables, por tanto, aditivas a sus descendencias, en este caso a los cruces interespecíficos con *E. guineensis*. Sin embargo, para el caso de la PC, aún queda por determinar la amplitud del grado de resistencia de los diferentes ecotipos de *E. oleifera* originarios de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Venezuela, Surinam, Perú y Brasil, y el grado de heredabilidad de esta resistencia en sus descendencias híbridas interespecíficas O × G. Aun así, cabe resaltar que la colección de *E. oleifera* colombiana de origen Cereté, establecida hace más de 40 años por el ICA en el C. I. El Mira (1977) y manejada por AGROSAVIA, hasta la fecha se ha mostrado resistente a la PC y es la fuente de los materiales *E. oleifera* de la colección de trabajo del programa de mejoramiento genético de la palma de aceite de AGROSAVIA. La colección se ha incrementado recientemente con colectas de materiales *E. oleifera* realizadas en diferentes localidades de los departamentos de La Guajira (zona seca) y del Chocó (zona húmeda), materiales que fueron caracterizados con base en trece variables de los frutos y semillas. Esta colección se complementa con el germoplasma de *E. guineensis* originario de África y Asia, establecido en los C. I. Nataima (Espinal, Tolima), Palmira (Valle del Cauca) y La Libertad (Villavicencio, Meta) (AGROSAVIA & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2019, 2018a; Bastidas et al., 1993;).

En Colombia, la investigación estatal sobre híbridos O × G fue iniciada por el ICA en la década del setenta y continuada por Corpoica (AGROSAVIA & MADR, 2018a, 2019; Bastidas et al., 1993, 2010).

Comportamiento de genotipos de *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* y del híbrido *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* (O × G) frente a la PC

La mayoría de cultivares comerciales de *E. guineensis* tienen una base genética relativamente estrecha. Sin embargo, existe una variabilidad dentro de esta especie que requiere ser explorada, ya que aún quedan fuentes de germoplasma que deben evaluarse y en las que podría encontrarse la solución a la PC (Chinchilla, 2010).

Desde su registro en 1964, la presencia y presión de la PC ha sido una prueba permanente para la susceptibilidad de los diferentes materiales genéticos de la palma *E. guineensis*. Esto se debe a que en las plantaciones devastadas por el disturbio se encontraban cultivares de diverso origen genético, todos susceptibles, entre los cuales se destacaban materiales Dura y Pisífera y sus descendencias Ténera, resultado de cruzamientos D × P, así como cruzamientos D × D, T × T y T × D, cuyos orígenes se remontan a diferentes regiones de Asia y África (Bastidas et al., 2003; Chinchilla, 2010).

Como se mencionó antes, la presencia de la PC en Tumaco afectó más de 32.000 ha., lo cual permitió corroborar la susceptibilidad de varios genotipos de *E. guineensis* de reciente introducción a la región. Así sucedió en el C. I. El Mira, donde se documentó susceptibilidad a la PC en cinco genotipos Ténera (dos de origen nacional y tres introducidos de Malasia en 2002) durante el periodo 2003-2007, y se encontró un 29,3 % de incidencia acumulada de la enfermedad (tabla 8.2), con diferentes grados de susceptibilidad entre los cinco materiales (MADR et al., 2007).

Tras evaluar en Tumaco catorce materiales de *E. guineensis* y dos del híbrido O × G (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) frente a la PC en condiciones de campo en fase juvenil (0-24 meses), Peña (2010) encontró que los genotipos *E. guineensis* eran susceptibles, mientras que los dos híbridos eran resistentes puesto que el disturbio no se manifestó en ninguna de sus palmas (tabla 8.3).

Tabla 8.2. Comportamiento de materiales genéticos frente a pudrición del cogollo (PC) en Tumaco, Colombia, 2007

Material	Genotipo	Origen	Porcentaje de incidencia de PC en un periodo de 36 meses
Dura × Pisífera 1	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Malasia	34,2
Dura × Pisífera 2	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Malasia	30,0
Dura × Pisífera 3	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Malasia	24,1
Dura × Pisífera Cruzamiento específico	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Colombia	18,3
Dura × Pisífera Mezcla de varios cruzamientos	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Colombia	40,0
Promedio			29,3

Eg: *Elaeis guineensis*.

Fuente: MADR et al. (2007a)

La heredabilidad de la resistencia a la PC por parte de los híbridos O × G es variable; en Ecuador se observaron niveles de susceptibilidad de 0 a 10 % según el tipo de cruzamiento O × G, sobre todo en cuanto al progenitor *E. oleifera*, fuente de resistencia, por lo cual se requiere mayor conocimiento de las diferentes fuentes de esta especie (Rocha et al., 2004).

En Colombia, los brotes de PC que afectaron con severidad plantaciones de *E. guineensis* establecidas en los Llanos Orientales (no letal) y en Tumaco (letal) durante los periodos 1988-1994 y 2004-2010 respectivamente, reactivaron los estudios sobre el comportamiento de los híbridos O × G en ambientes de fuerte presión del disturbio. En la actualidad, se evalúa la incidencia de la PC sobre diferentes híbridos O × G descendientes de *oleiferas* originarias de Colombia, Brasil, Costa Rica y Ecuador. Al respecto, cabe señalar que los descendientes híbridos O × G de dos selecciones de *E. oleifera* originarias de Colombia y en evaluación por parte de AGROSAVIA, presentaron 0,7% de incidencia en las progenies de una de las selecciones, y 2,1% en las progenies de la otra selección (Bastidas et al., 2010). En Ecuador, el menor nivel de incidencia registrado en los híbridos O × G obtenidos con progenitores *E. oleifera* originarios de Brasil, fue de 2 % (Rocha et al., 2004). Estas observaciones comprueban que el mejoramiento genético es clave para el manejo de la PC. Al respecto, AGROSAVIA ya generó el cultivar híbrido

O × G Corpoica Elmira, que ha mostrado resistencia a la PC, tiene registro ICA para las zonas palmeras occidental y norte del país (ICA, 2011, 2019a) y en pruebas de evaluación agronómica cuenta con materiales híbridos O × G RC1 (AGROSAVIA, 2019a, 2019b; Corpoica, 2013, 2018b). Además, AGROSAVIA posee registros ICA para la producción de semillas de cultivares mejorados de palma de aceite (ICA, 2005, 2019a, 2019b).

Tabla 8.3. Comportamiento de catorce materiales de palma de aceite *Elaeis guineensis* y dos del híbrido interespecífico O × G (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) frente al disturbio de la pudrición de cogollo (PC) bajo condiciones de campo y en fase juvenil (0-24 meses), Tumaco, Colombia

Material	Genotipo	Comportamiento en campo frente a PC
Deli × Yangambi	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
Deli × Pobé	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
Deli × La Mé	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
Deli × Avros	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
Deli × Ekona	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
Compacta × Ghana	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
Bamenda × Ekona	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
Tanzania × Ekona	<i>Eg</i> × <i>Eg</i>	Susceptible
<i>E. oleifera</i> tipo Cereté rojo × Deli	<i>Eo</i> × <i>Eg</i>	Tolerante
<i>E. oleifera</i> tipo Cereté verde × Deli	<i>Eo</i> × <i>Eg</i>	Tolerante

Eo: *Elaeis oleifera*; *Eg*: *Elaeis guineensis*

Fuente: Peña (2010)

En una primera fase de evaluación agronómica de híbridos O × G de primera generación de retrocruzamiento (RC1)² llevada a cabo en Tumaco por AGROSAVIA, después de 7,5 años de plantados en sitio definitivo, se encontró que los segregantes afines al genotipo *E. guineensis* presentaban una incidencia acumulada de la PC de 6%, mientras que en los segregantes híbridos O × G no se registraron palmas con síntomas de las enfermedades PC, MA y MS (Bastidas et al., 2007). Los resultados obtenidos indican que existen probabilidades de obtener respuesta genética favorable contra la PC.

² RC1: ([O × G] × G).

Enfermedades y complejos fitosanitarios (EyCF) relacionados con los virus de mancha anular (MA) y anillo clorótico (AC)

La MA se observó por primera vez en Perú (1969) y posteriormente en Ecuador (1974) y Colombia (1985) (Arévalo, 1988; Caicedo, 2003; Chávez, 1986; Dzido et al., 1978; Genty, 1996; Jiménez, 1988; Morales et al., 2003; Morales, Lozano, Arroyave et al., 2002; Morales, Lozano, Velasco & Arroyave, 2002; Morales, 1999, 2000; Peña et al., 1991; Sánchez, 1990). La enfermedad no ha sido registrada en plantaciones establecidas en países de Centroamérica (Chinchilla & Umaña, 1996). En Costa de Marfil se ha reportado una enfermedad similar, conocida como “pudrición basal seca”, y se han identificado los insectos *Sogatella kolophon* y *S. cubana* (Homiptera: Delphacidae) como sus agentes transmisores (Chinchilla, 2001; Chinchilla & Umaña, 1996; Renard & Quillec, 1984).

Se sabe que la MA ataca a las especies *E. guineensis* y *E. oleifera* y a sus híbridos interespecíficos O × G. Las palmas afectadas presentan secamiento rápido de la flecha y pudrición seca a nivel de cogollo (Dzido et al., 1978). La enfermedad ha sido asociada a un virus del género *Foveavirus* y se ha propuesto llamarla “virus de la palma africana de aceite”, identificada como AOPRV (por la sigla en inglés de *african oil palm ringspot virus*) (Lozano et al., 2010; Morales, Lozano, Velasco & Arroyave, 2002).

En Colombia, la MA se ha reportado en Tumaco y la zona oriental. Los niveles de incidencia en las plantaciones afectadas de Tumaco varían entre 2 y 45 % (Jiménez, 1988; Morales, Lozano, Arroyave, Castaño, et al., 2002; Morales, 1999; Sánchez, 1990). Asimismo, existe el reporte de que algunos viveros y cultivos menores de tres años han sufrido pérdidas de hasta 100 % de las palmas (Morales, 2000). Al parecer, la tolerancia a la enfermedad se desarrolla con la edad, puesto que las palmas de cinco años o más en apariencia son resistentes (Chinchilla, 2001).

Entre los factores que favorecen la aparición de la enfermedad, se menciona el establecimiento de plantaciones en áreas bajas con inadecuado sistema de drenajes y fuerte infestación de plantas arvenses, sobre todo gramíneas como *Panicum* sp. (Chinchilla, 2001; Morales, 2000; Peña et al., 1991). La expresión de los síntomas parece variar con la localización geográfica y las condiciones ambientales (Morales, 2000). Intentos de reproducción de la MA mediante inoculaciones mecánicas y transmisión por insectos de hábito chupador (como áfidos) han resultado infructuosos (Chinchilla, 2001; Morales, 2000).

El AC afecta a la palma de aceite en estados de vivero y fase juvenil en campo. Inicialmente se reportó en Ecuador (1995), y luego en Colombia (1996), en la zona de Tumaco (Chinchilla, 2001; Chinchilla & Umaña, 1996; Genty, 1996; Morales, 2000). En ambos países, se ha demostrado que el AC se asocia a una cepa del virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV), perteneciente al género *Potyvirus* (Chinchilla & Umaña, 1996; Morales, Lozano, Arroyave, Castaño et al., 2002; Morales, 2000). Aunque el AC no se considera letal, su incidencia en vivero puede alcanzar niveles superiores a 80 % y las palmas afectadas deben ser eliminadas, con las consecuentes pérdidas económicas para el productor (Chinchilla, 2001; Chinchilla & Umaña, 1996; Genty, 1996; Morales, 2000).

Medidas de manejo

Hasta el presente, ninguna medida de manejo ha sido efectiva para contrarrestar el efecto de la MA y el AC en palmas afectadas, por lo cual sigue vigente la conclusión de Dollet et al. (1987), quienes indican que es necesario determinar la tolerancia de los materiales genéticos de la palma de aceite a las EyDF de importancia económica.

El manejo en plantaciones comerciales se enfoca en la erradicación de las palmas afectadas por la MA o el AC (figura 8.1). Esta medida se complementa con la aplicación de mezclas de agroquímicos a las palmas vecinas, para prevenir la aparición de un posible insecto que esté involucrado en la transmisión.



Figura 8.1. Manejo de mancha anular (MA) y anillo clorótico (AC). a. y b. Erradicación de planta; c. Aplicación de insecticida.

Fotos: Eduardo Peña

Comportamiento de genotipos de *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* y del híbrido *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* (O × G) frente a MA y AC

Las únicas investigaciones adelantadas en Colombia para determinar el comportamiento de diferentes materiales genéticos frente a la MA y el AC son las realizadas en Corpoica (Peña, Cadena et al, 2010; Peña, Reyes et al., 2010). Estos trabajos evaluaron el comportamiento en condiciones de campo en Tumaco, con alta presión de inóculo, en plantas de vivero pertenecientes a 16 materiales genéticos de palma de aceite, catorce correspondientes a *E. guineensis* (EG) y dos a híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*, conocidos como híbridos O × G (tabla 8.4).

Tabla 8.4. Identificación de los genotipos de palma de aceite *Elaeis guineensis* e híbridos O × G (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) sometidos a prueba de susceptibilidad en vivero a las enfermedades mancha anular (MA) y anillo clorótico (AC), Tumaco, Colombia

Material	Genotipo	Origen
1. Dura Deli 1 × Pisífera origen Yangambi	<i>E. guineensis</i>	Colombia
2. Dura Deli 1 × Pisífera origen La Mé	<i>E. guineensis</i>	Colombia
3. Dura Deli 1 × Pisífera origen Pobé	<i>E. guineensis</i>	Colombia
4. Dura Deli 2 × Pisífera origen Yangambi	<i>E. guineensis</i>	Colombia
5. Dura Deli 2 × Pisífera origen La Mé	<i>E. guineensis</i>	Colombia
6. Dura Deli 2 × Pisífera origen Pobé	<i>E. guineensis</i>	Colombia
7. Dura Deli 3 × Pisífera origen Yangambi	<i>E. guineensis</i>	Colombia
8. Dura Deli 3 × Pisífera origen La Mé	<i>E. guineensis</i>	Colombia
9. Dura Deli 3 × Pisífera origen Pobé	<i>E. guineensis</i>	Colombia
10. Dura Deli × Avros	<i>E. guineensis</i>	Costa Rica
11. Dura Deli × Ekona	<i>E. guineensis</i>	Costa Rica
12. Compacta × Ghana	<i>E. guineensis</i>	Costa Rica
13. Bamenda × Ekona	<i>E. guineensis</i>	Costa Rica
14. Tanzania × Ekona	<i>E. guineensis</i>	Costa Rica
15. Nolí 1 × Dura Deli	<i>E. oleifera</i> ecotipo Cereté × <i>E. guineensis</i>	Colombia
16. Nolí 2 × Dura Deli	<i>E. oleifera</i> ecotipo Cereté × <i>E. guineensis</i>	Colombia

Fuente: Peña, Cadena et al. (2010), Peña, Reyes et al., (2010)

Los resultados obtenidos determinaron la susceptibilidad a la MA de todos los genotipos *Eg*, ya que evidenciaron palmas con síntomas, con variaciones en su incidencia y frecuencia entre ellos, mientras que solo un genotipo O × G presentó palmas con síntomas. Mediante pruebas moleculares RT-PCR realizadas a tejido foliar se confirmó la presencia del virus AOPRV de la MA en las palmas *EG* y O × G con síntomas. Los resultados de estas pruebas fueron reportados por Lozano et al. (2010). Adicionalmente, mediante la prueba serológica ELISA, se confirmó la presencia de partículas del *Potyvirus* del AC, lo que constituyó la primera identificación documentada de la coexistencia de estos dos tipos de virus en palmas de los genotipos *EG* y O × G. Además, para Colombia es la primera identificación comprobada de AC en palmas del

genotipo O×G, lo cual ratifica la susceptibilidad de materiales *Eg* y O×G a la MA y el AC, y la necesidad de adelantar estudios complementarios que involucren otros materiales de las especies estudiadas.

Otras enfermedades y complejos fitosanitarios (EyCF) de importancia económica en Colombia: anillo rojo (AR), marchitez sorpresiva (MS) y marchitez letal (ML)

Las plantaciones de palma de aceite establecidas en las diferentes zonas palmeras de Colombia con genotipos comerciales de *Elaeis guineensis* (Dura y Ténera) de diversa procedencia y origen, han sido afectadas por otros disturbios fitosanitarios, que han ocasionado pérdidas de importancia económica. Por ejemplo, en la década del setenta causaron la muerte de 57% del área de cultivo en una plantación de 2.500 ha establecida en el valle del río Zulia, Norte de Santander. Estos disturbios tienen en común que en su diseminación se encuentra involucrado un insecto (transmisor o con fuertes indicios de serlo), factor que ha permitido evaluar medidas de manejo enfocadas a disminuir sus poblaciones.

Anillo rojo (AR)

Es una enfermedad destructiva presente en casi todas las áreas palmeras de Centro y Sudamérica. En Colombia ha sido reportada en Magdalena, Meta, Casanare, Nariño (Tumaco) y Valle del Cauca (bajo Calima-Buenaventura). El organismo causal es el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* y su principal agente transmisor, el insecto picudo negro americano *R. palmarum* (Coleoptera: Curculionidae).

Los síntomas iniciales son acumulación de flechas, acortamiento de hojas y cambio de coloración del follaje de verde a amarillo. Las hojas bajas presentan clorosis o amarillamientos, luego toman una coloración marrón bronce y posteriormente inician su secamiento y quedan adheridas al tronco. Durante el avance del disturbio, hay secamiento de frutos y aborto de inflorescencias. El síntoma característico interno es el taponamiento de los

haces vasculares. Al efectuar un corte transversal del tronco, se observa un anillo de 3 a 5 cm de ancho, cuya coloración varía de rojo pardo a pardo oscuro. En esos tejidos decolorados se localizan nematodos microscópicos, de cuerpo filiforme, translúcido y de gran movilidad. Adicionalmente, se observan punteaduras color pardo oscuro en los pecíolos de las hojas jóvenes.

Existe una variante de la acción del nematodo sobre la palma. En apariencia, este puede actuar como ectoparásito cuando se aloja en los tejidos de las hojas en desarrollo que aún no han abierto, lo que da lugar a una alteración fisiológica que incide en el desarrollo normal de estas hojas y estas se emiten de tamaño corto. Este desorden se denomina “síndrome de hoja corta” (Menjivar et al., 1988; Peña & Jiménez, 1993; Van Hoff & Seinhorst, 1962).

El insecto *R. palmarum*, además del daño indirecto como transmisor del nematodo *B. cocophilus*, ocasiona un daño directo como barrenador del estípite. En muchas ocasiones produce la muerte de la palma ya que sus larvas prefieren para su alimentación los tejidos tiernos cercanos al meristemo. El insecto entra a las palmas por cualquier herida, y en ella la hembra pone los huevos por medio de su ovipositor (Cenipalma, 2018c; Morales et al., 2017).

Medidas de manejo

Se deben priorizar medidas preventivas, dado que la planta no puede recuperarse una vez ha sido atacada por el nematodo. Es necesaria la erradicación química con herbicidas sistémicos, con el fin de acelerar la muerte de la palma afectada y de los nematodos alojados en los tejidos internos del estípite. En lo posible, se deben evitar heridas innecesarias en las palmas ya que forman puertas de entrada para la inoculación del nematodo mediante el insecto *R. palmarum*. Se recomienda el uso de trampas con cebos atractivos (por ejemplo, trozos de caña de azúcar) y emplear la feromona de agregación para atraer y capturar a *R. palmarum* (Aldana et al., 2011; Amblard et al., 2004; Chinchilla, 2003; Lohr & Parra, 2014; Peña et al., 2001; Peña & Reyes, 1997; Rodríguez, 2016). Esta clase de manejo integrado (eliminación de palmas enfermas + captura de poblaciones del insecto) reduce la incidencia de la enfermedad en más de 90 % en menos de dos años (Chinchilla, 2003).

En cuanto a la reacción de los materiales genéticos al AR, en el banco de germoplasma de la Estación Experimental Lemos Maia (ESMAI), de la Comisión Ejecutiva del Plan de la Labora Cacaotera (sur de Bahía, Brasil), se verificó que el material *E. guineensis* tipo Ténera es altamente susceptible, mientras que palmas tipo Dura Deli y Dura Cepec mostraron más tolerancia que las Ténera (Moura, 2017). Por su parte, la palma *E. oleifera* ha presentado resistencia y poco daño mecánico por *R. palmarum*, mientras que el híbrido interespecífico BRS Manicoré (RNC 26031) (*E. oleifera* × *E. guineensis*) presentó resistencia moderada al AR y resistencia a la PC, por lo cual su siembra se recomienda para el estado de Pará, donde la limitante es la PC, y para el sur del estado de Bahía, donde la limitante es el AR (Moura, 2017).

Marchitez sorpresiva (MS)

La MS es uno de los disturbios más devastadores del cultivo de la palma de aceite. Ha sido registrada en Ecuador, Perú, Surinam y Brasil (Arévalo, 1988; Realpe Aranda et al., 2007). En Colombia se ha registrado en varias regiones: Meta, Santander, Cesar y Nariño. La MS ha sido declarada enfermedad de control oficial en el cultivo de palma de aceite en el territorio nacional (ICA, 2014). La MS se asocia a protozoarios flagelados de la especie *Phytophthora staheli*, los cuales sobreviven en los haces vasculares de las palmas afectadas. El protozoario se detecta con facilidad al observar bajo el microscopio de luz una gota de savia de las palmas enfermas; es abundante en los tejidos del meristemo siempre que este aún no esté necrosado. En Ecuador, el insecto *Lincus* sp. ha sido señalado como transmisor de la enfermedad (Desmier de Chenon, 1984), y en Colombia se atribuye a *Lincus tumidifrons* la transmisión de la enfermedad en plantaciones establecidas en las zonas palmeras oriental, central (Puerto Wilches) y norte (Cesar y Magdalena). La enfermedad se ha registrado en las cuatro zonas palmeras de Colombia, pero su mayor incidencia está en las zonas norte y central (Alvañil, 1994, 1996; Arango, Ospina et al., 2011; Arias, 2014; Rojas, 2013; Sánchez, 1968). No obstante, siguen sin conocerse las relaciones insecto-patógeno-planta (Arango, Ospina et al., 2011).

Una enfermedad similar a la MS se presentó en la década 1965-1975, en la plantación Oleaginosas Risaralda, localizada en el valle del río Zulia, Norte de Santander, donde causó la pérdida de alrededor de 288.000 palmas (Mena & Martínez, 1977; Mena et al., 1975; Sánchez & Patiño, 1964). Sin embargo, la

desaparición de la plantación y la no continuidad de los estudios iniciales impidieron determinar si el disturbio era realmente ms.

Los síntomas asociados a ms son claramente reconocibles en los folíolos, en las inflorescencias y en el sistema de raíces de las palmas afectadas. En muestras de tejidos de estas palmas, bajo microscopio, se observan protozoarios flagelados, considerados responsables de la enfermedad (Mena et al., 1975; Torrecilla, 2013).

El primer síntoma visible de ms es una clorosis foliar generalizada unida a un secamiento de los ápices de los folíolos de las hojas del tercio inferior de la palma (figura 8.2). Luego el secamiento se extiende a toda el área foliar de estas hojas y a las puntas de los folíolos de las hojas del tercio medio. Simultáneamente se presenta aborto de inflorescencias, así como pudrición de flechas y raíces. Los frutos de los racimos pierden su brillo normal y se desprenden con facilidad cuando aún están verdes. En estados avanzados, se presenta secamiento total del área foliar; internamente la zona del meristemo se pudre y se forma una masa líquida de olor característico. De esta última condición se origina el nombre en inglés de la ms: *hartrot* (podredumbre amoniaca).



Figura 8.2. Síntomas de marchitez sorpresiva a. Síntomas palma; b. Síntomas hoja.

Fotos: Leidy Moreno

La diferencia de síntomas de la MS entre los cultivares híbridos O × G y *E. guineensis* son poco notables, excepto la forma como sucede el secamiento en los foliolos. En palmas *E. guineensis* es de color marrón y en el híbrido O × G es pardo oscuro (Arango, Pineda et al., 2011; Mena et al., 1975; Torrecilla, 2013).

Medidas de manejo

Si aparecen síntomas asociados a la enfermedad, la planta debe ser erradicada, dado que la MS es de carácter letal. Además, tanto en la planta erradicada como en el círculo de palmas cercanas se debe aplicar una solución de insecticida cuya efectividad haya sido probada contra el vector de la enfermedad. Adicionalmente, se deben realizar monitoreos continuos de los lotes con el fin de identificar de forma temprana las plantas afectadas. Se recomienda que las rondas sanitarias no sean mayores de 30 días.

A nivel de plantaciones y para reducir la incidencia de la enfermedad, se debe efectuar un manejo integral basado en lo siguiente: 1) conocimiento pleno de las condiciones agroecológicas de la región, e 2) implementación de buenas prácticas agrícolas orientadas al manejo integrado de plagas. Este manejo incluye control de plantas arvenses, sobre todo gramíneas; recuperación y establecimiento de cultivos de coberturas vegetales con plantas leguminosas (*Pueraria phaseoloides* o kudzu, al igual que *Desmodium* sp.), de modo que se eviten plantas hospederas del posible vector, y aplicación de insecticida en los lotes con alta incidencia. Estas medidas son complementarias a un adecuado manejo nutricional de la plantación de acuerdo con estudios edáficos y foliares efectuados para cada lote (Mena et al., 1975; Torrecilla, 2013).

En cuanto al comportamiento de genotipos específicos de palma de aceite y su relación con la MS, la variedad Bamenda de la especie *E. guineensis* ha mostrado buena tolerancia a la enfermedad. Su genética corresponde a generaciones avanzadas de la variedad anteriormente conocida como Bamenda × Ekona, cuyas líneas maternas fueron desarrolladas en Costa Rica a partir de materiales provenientes de las tierras altas (1.200 m s. n. m.) de Bamenda, región de Camerún (ASD, 2015).

Marchitez letal (ML)

- Debido a los niveles de incidencia y mortalidad que puede alcanzar, la ML es considerada de importancia económica. Además, es una de las enfermedades declaradas como de control oficial en el cultivo de palma de aceite en el territorio nacional (ICA, 2014).
- Este disturbio, reportado en 1994, se registró por primera vez en la zona oriental (bajo Upía) (Torres & Tovar, 2004). Esta enfermedad es la responsable de la erradicación de por lo menos 806.105 plantas afectadas entre 2010 y 2018 (Cenipalma, 2018b), en plantaciones establecidas en los departamentos de Casanare y Meta. La ML se ha propagado muy rápidamente y en la actualidad se cataloga como uno de los principales riesgos fitosanitarios para la palmicultura en los Llanos Orientales de Colombia (Murillo et al., 2012). Se estima que en la zona palmera oriental ha afectado 5.636 ha, con pérdidas de 146 millones de dólares (Cooman, 2019b).

Duarte (2007) registró la erradicación de 51.678 palmas, equivalentes a 361 ha, en cinco plantaciones afectadas del Casanare, Colombia, durante un periodo de trece años. Con base en información de Fedepalma, Murillo et al. (2012) anotan que el área afectada registrada en el primer trimestre de 2010 ascendía a 690 ha. Todas estas cifras reflejan la severidad que puede alcanzar el daño de la ML.

El lento progreso de su diseminación es explicado en un estudio epidemiológico de Torres y Tovar (2004). Para estos autores, tanto el progreso temporal como el patrón espacial sugieren que la ML es incapaz de dispersarse a largas distancias en periodos cortos de tiempo y que se requiere un estrecho contacto entre palmas sanas y enfermas para que se dé el contagio.

Las investigaciones dirigidas a identificar el agente causal descartan que la ML esté relacionada con hongos (*Thielaviopsis* sp., *Cephalosporium* sp., *Fusarium oxysporum* f. e. *elaeidis*), bacterias o protozoarios flagelados (Duarte, 2007; Sánchez et al., 2003; Torres et al., 2006). Informes de los investigadores Álvarez (2004) y Elliot (2007), citados por Morillo et al. (2012), señalan la presencia de un fitoplasma del tipo *Candidatus Phytoplasma asteris* en palmas con síntomas de ML. Sin embargo, en los estudios llevados a cabo no ha sido posible encontrar el agente causal o el grupo de microorganismos asociados a las palmas afectadas (o no) por la enfermedad (Cenipalma,

2018b). A su vez, *Haplaxius crudus* o el saltahojas de la palma se señala como uno de los insectos involucrados en la transmisión de este disturbio (Arango, Ospina et al., 2011; Cardona, 2009; Castillo et al., 2019; Mena & Martínez, 1977; Zúñiga et al., 2009).

Por su parte, los cultivares híbridos O×G tienen similar sintomatología que los *E. guineensis* (Cenipalma, 2019b; Erazo, 2019). A nivel externo, las palmas afectadas presentan un secamiento apical irregular de los foliolos, mientras que las hojas nuevas e incluso las intermedias adquieren una tonalidad amarillo tenue que se torna rojiza hasta finalizar en necrosis foliar. Hay también acortamiento de hojas nuevas, fractura peciolar en hojas de diverso rango, tonalidad rojiza en los tejidos internos de las raíces, y pudrición de racimos con pérdida inicial de brillo, seguida de desprendimiento y secamiento. En inflorescencias se presenta pudrición húmeda y seca, mientras que las hojas nuevas plegadas (flechas) y las raíces pueden sufrir pudrición (Calvache et al., 2004; Duarte, 2007). La ML progresa rápidamente y las palmas mueren pocos meses después de la detección de los síntomas (Torres & Tovar, 2004).

En la parte interior del meristemo se aprecian manchas irregulares cuyo color marrón varía de claro a oscuro. En el estípite, algunos haces vasculares adquieren una coloración marrón oscuro e interrumpida en diferentes alturas del estípite. Según el avance del disturbio, las flechas u hojas plegadas presentan pudrición fétida y acuosa, sin que alcance el meristemo. En ocasiones, los tejidos bajo este último exhiben un halo violáceo, atribuido a una reacción a la invasión de los tejidos internos por parte de agentes patogénicos (Calvache et al., 2004; Duarte, 2007).

Medidas de manejo

En vista de que se desconoce la causa de la ML y dada la severidad de los síntomas en las palmas afectadas, las estrategias de manejo implementadas en las plantaciones son las siguientes: 1) hacer revisión sanitaria para detectar y erradicar palmas afectadas, 2) determinar focos, y 3) aplicar insecticidas a las palmas vecinas al foco, para mantener al mínimo o casi nula la población de *H. crudus* (Cenipalma, 2019b; Rairán et al., 2015). La aplicación de *Metarhizium anisopliae* es eficiente para el control biológico de *H. crudus*, ya que con él la población del insecto se reduce 78 % a los 30 días de la

aplicación (Cenipalma, 2018b, 2019a). Se recomienda, además, llevar a cabo un control de gramíneas y ciperáceas dentro del lote y en los bordes, dada su asociación con el insecto, que se reproduce en las raíces de estas plantas, esto sin mencionar a otros insectos que pueden estar involucrados en la transmisión de la ML (Bustillo & Arango, 2016; Rairán et al., 2015). El manejo también incluye el uso de materiales resistentes, como los híbridos O×G, cuyos cultivares tienen mayor resistencia que los *E. guineensis* (Cenipalma, 2019b; Erazo, 2019).

Se está documentando el comportamiento de genotipos específicos de las especies *E. guineensis*, *E. oleifera* y sus híbridos O×G para evaluar fuentes de resistencia o tolerancia. La incidencia reportada de ML en plantaciones comerciales de la zona oriental indica que los genotipos comerciales de *E. guineensis* (D×P) son susceptibles, mientras que los híbridos O×G, dado el nivel de incidencia, sí manifiestan resistencia.

Gutiérrez (2018) informa que en área de resiembra con cultivares *E. guineensis* e híbridos O×G con igual edad de siembra y misma presión de inóculo se observaron diferentes tasas de infección. Como cultivares susceptibles de *E. guineensis* se reportaron Deli×Avros, Golde Hope, Guthrie, Deli×Yangambi, Deli×Nigeria, Deli×Papua, Deli×Ekona y Tanzania×Ekona (Oliveros et al., 2010).

Por otra parte, se determinó que *H. crudus* se encuentra en todas las zonas palmeras del país, excepto en la suroccidental (Castillo et al., 2019). Es importante reducir la población de *H. crudus* en regiones libres de ML, ya que uno de estos insectos que previamente haya adquirido el agente causal puede llegar transportado por el viento, con lo cual los insectos nativos pueden alimentarse de la planta enferma, adquirir el patógeno, llevarlo a otras regiones y ocasionar daños económicos (Cenipalma, 2019a). En la actualidad se adelanta un proceso de estudio de pruebas de adquisición del agente causal de la ML en adultos de *H. crudus*, mediante análisis moleculares a individuos que permanecieron durante 19 días en el follaje de palmas enfermas.

Se sabe que el ciclo de vida de *H. crudus* dura en promedio 83,2 días. Al evaluar la oviposición de hembras alimentadas en diferentes cultivares de palma se encontró que esta ocurría en mayor medida en *E. guineensis* Deli×La Mé 1001 ($13,8 \pm 14,5$ huevos/hembra), y en segundo lugar en el

cocotero (*Cocos nucifera*) ($13,5 \pm 18,9$ huevos/hembra), mientras que en el híbrido O × G Coari × La Mé no se registró oviposición y se observó la menor supervivencia de los adultos de *H. crudus*. Lo anterior sugiere que en este cultivar no se presenta la ML, dado que en él los adultos no ovipositan y no sobreviven (Cenipalma, 2018b).

Pudrición basal del estípite (PBE)

La magnitud de esta enfermedad se aprecia en los reportes de plantaciones de *E. guineensis* de Malasia e Indonesia, en donde se registraron incidencias de la enfermedad cercanas a 90 %. Desde que su presencia se reportó en Colombia (1994), en lotes de plantaciones adultas de *Elaeis guineensis* de las zonas norte y oriental (menos de 30 palmas en cinco plantaciones), la incidencia de esta enfermedad ha avanzado de forma progresiva hasta alcanzar niveles de 12 % de palmas enfermas por lote afectado en las zonas palmeras norte y central (Mestizo et al., 2012, 2015; Nieto, 1996). En 2018 se reportaron 9.067 casos nuevos de PBE en los departamentos de Cesar, Bolívar, Magdalena y La Guajira (Cenipalma, 2018a).

En general, las palmas afectadas presentan síntomas externos e internos que en ocasiones pueden ser similares a los originados por otros disturbios de origen biótico o abiótico, razón por la cual es necesario detectar el organismo causal mediante pruebas de laboratorio. Entre los síntomas externos, se destacan amarillamiento y doblamiento de hojas del tercio superior, las cuales cuelgan sobre el estípite, y acumulación de hojas no abiertas o flechas de menor tamaño que las presentes en palmas sanas. A nivel interno, se pudren los tejidos en la base del estípite y su coloración adquiere diversas tonalidades de color marrón (Mestizo et al., 2015; Nieto, 1996).

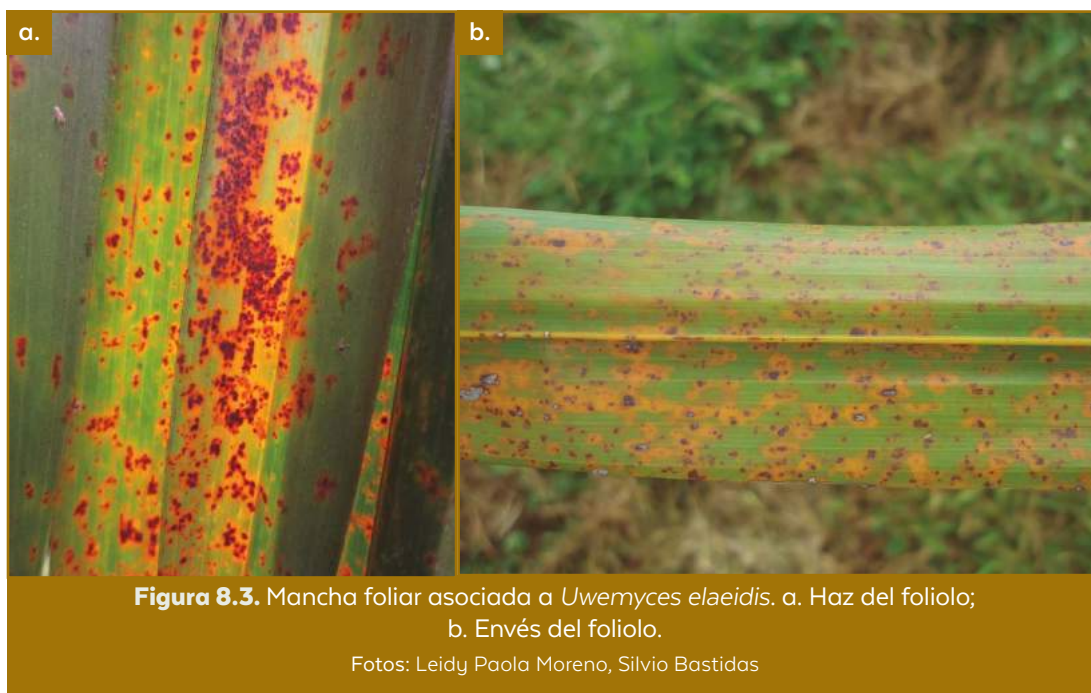
Como agente causal de la PBE se identifican varias especies de basidiomicetos del género *Ganoderma*, entre las cuales se destaca *G. boninense*. Estudios adelantados en Colombia señalan dos subgéneros (*Elfvigia* y *Lucidum*), pero se requieren más estudios para la plena identificación de las especies de *Ganoderma* que se encuentran en las palmas afectadas de las plantaciones de las zonas norte y central. La diseminación en una plantación se da por contacto de las raíces de las palmas sanas con las de las enfermas.

Las medidas de manejo se centran en la detección temprana de las palmas con base en los síntomas externos y mediante herramientas como el tomógrafo de impedancia eléctrica, cuyas imágenes gráficas permiten establecer el daño en los tejidos internos. El manejo de la PBE se ajusta al siguiente lineamiento dentro de las plantaciones: registro de palmas afectadas, medición del nivel de incidencia, y erradicación y quema de residuos de las palmas diagnosticadas. Además, investigaciones sobre el factor de resistencia genética de *E. guineensis* a la especie *G. boninense* han encontrado que algunos materiales de origen La Mé son resistentes al patógeno.

Se ha podido determinar que lo más relevante en el material susceptible a PBE es la activación temprana del gen *MLO*, el cual codifica una proteína de membrana que facilita la colonización del patógeno en la planta. En cuanto a la respuesta al ataque, se definieron tres genes importantes. En el caso de *E. guineensis*, el material de código 35 sobresale por su perfil de expresión de los tres genes respecto a los otros materiales evaluados. También se avanzó en el desarrollo de alternativas de control biológico para el manejo de la PBE mediante la evaluación de seis cepas de *Trichoderma*, probadas *in vitro* sobre un aislamiento de *Ganoderma* capaz de causar la enfermedad, y con las cuales se logró una inhibición del patógeno superior a 80 % (Cenipalma, 2018b).

Enfermedades y complejos sanitarios de segundo orden

Otra de las enfermedades es la mancha foliar, conocida como “cercospora”, cuyo agente causal es *Uwemyces elaeidis* (figura 8.3) (Hernández-Restrepo et al., 2016; Montoya & Arias, 2016). Afecta sobre todo a los híbridos O × G en las zonas palmeras central, oriental y occidental. La evaluación de fungicidas *in vitro* para su manejo dio como resultado tres ingredientes activos promisorios, con registros de inhibición superiores a 70 % (Cenipalma, 2018b). También se evalúan prácticas culturales como la poda del tejido afectado y la aplicación de dos fungicidas y un protectante (Cenipalma, 2017a, 2017b). No obstante, también es necesario hacer evaluaciones en los cultivares O × G sobre resistencia o tolerancia a este disturbio.



En cuanto al secamiento o añublo foliar, que varios autores designan como “pestalotiopsis”, se realizó en Tumaco durante 2017 un estudio de identificación y diagnóstico con plántulas de previvero Cereté × Deli (híbrido Corpoica Elmira). Cuarenta microorganismos previamente aislados se inocularon en tres pruebas de patogenicidad, con el fin de verificar su relación con enfermedades foliares. Dos de los aislados correspondían a *Curvularia* sp. y otro a un ascomiceto, y las lesiones que provocaron fueron incipientes, sin mayor desarrollo en el tiempo, lo que indica que los microorganismos inoculados no son patogénicos en este cultivar (Cenipalma, 2017b; Sánchez, 1990).

En cuanto a nuevos riesgos fitosanitarios, la introducción accidental (2008) del picudo rojo de Asia (*Rhynchophorus ferrugineus*) a las Antillas neerlandesas (Aruba y Curazao) complicó aún más la situación fitosanitaria en Colombia de las palmas cultivadas y silvestres, y de sus recursos genéticos y colecciones, dado que se trata de la peor plaga de palmáceas a nivel mundial, con un largo historial de invasiones y consecuencias muy perjudiciales para especies cultivadas y no cultivadas. Aún persiste la amenaza de invasión a Suramérica, y por consiguiente a Colombia, ya que no se ha podido erradicar en las islas del Caribe (AGROSAVIA, 2018d; AGROSAVIA & MADR, 2019).

Discusión general

Aunque a nivel mundial la producción y el rendimiento de racimos y aceite crudo han sido los parámetros tradicionales en los que se basa el mejoramiento de la palma de aceite, la incidencia en Colombia y demás países de América Latina de siete complejos fitosanitarios de alto impacto económico, en especial la PC, refuerza la necesidad de disponer de genotipos resistentes. Estos materiales genéticos, seleccionados después de evaluar su comportamiento en ambientes de alta presión del complejo fitosanitario, unidos a un adecuado manejo integrado del cultivo, permitirán el establecimiento de plantaciones productivas y sostenibles. Lo anterior concuerda con Durand-Gasselín (2013), quien indica que el mejoramiento genético de la resistencia de la palma de aceite a enfermedades es parte de la estrategia de manejo integrado de plagas.

Los tres enfoques enfatizados por Bastidas (2013) para direccionar la investigación sobre PC se aplican también a la mayoría de las EyCF que afectan a la palma de aceite en Colombia: 1) patógenos como causa primaria, 2) factores predisponentes, y 3) producción de materiales tolerantes. Vallejo (1978) ya había advertido sobre la uniforme evolución del tipo de material genético plantado en Colombia. Al principio se utilizó material Dura de libre polinización de origen asiático (Deli) o africano, luego este se reemplazó por materiales provenientes de cruzamientos controlados de Dura Deli × Dura Deli y finalmente predominó el material Ténera, resultado del cruzamiento Dura Deli × Pisífera. A pesar de la aparición de la PC en Urabá en 1964 y de su resurgir en los Llanos Orientales en 1988, la tendencia homogénea se mantuvo hasta 2004 y solo se revirtió por el negativo impacto de la PC en la zona occidental (Tumaco), con la consecuente pérdida de más de 32.000 ha establecidas con cultivares Ténera de la especie *E. guineensis*.

La baja efectividad de la mayoría de las medidas aplicadas para el manejo y control de EyCF como PC, basadas en erradicación de palmas afectadas y aplicación de agroquímicos, obliga a replantear el enfoque de los programas de mejoramiento genético de la palma de aceite. Estos necesariamente deben priorizar la obtención de materiales resistentes, de modo que se conviertan en un factor clave para el manejo integrado de las EyCF y disminuyan las probabilidades de incidencia de esta clase de afecciones.

En el caso de la PC, la meta de los programas de mejoramiento es ampliar la base genética de los cultivares comerciales, con fuentes de resistencia derivadas de dos alternativas. La primera corresponde a la palma americana *E. oleifera*, con su demostrada resistencia a la PC, y con sus descendencias O×G, obtenidas de cruzamientos con *E. guineensis*. La segunda equivale a la eventual variabilidad genética que presente *E. guineensis*, especie en la que existen fuentes de resistencia a la PC, como lo indican varios autores (Barba, 2018; Cenipalma, 2018a; Chinchilla, 2010; Chinchilla et al., 2007; Louise, 2016).

En relación con la primera alternativa, algunos investigadores señalan que la especie *E. oleifera* tiene una alta variabilidad genética. En Costa Rica se relacionan 44 poblaciones de palma americana de aceite, originarias de Centro (Honduras, Costa Rica y Panamá) y Suramérica (Colombia, Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela) (Alvarado et al., 2010; Alvarado, 2010), mientras que Colombia dispone de 62 poblaciones, obtenidas en las regiones Caribe, Andina, Pacífica y Amazónica (AGROSAVIA & MADR, 2018c; Bastidas et al., 1993; Cenipalma, 2018b; Moreno & Bastidas, 2016). Se ha observado respuesta diferencial de resistencia a la PC en los distintos cruzamientos O×G comercializados y sembrados, pero se identificaron cruzamientos promisorios por su respuesta a la PC en condiciones de campo, en zonas de alta presión de inóculo, donde aun así presentan bajas incidencias y severidades.

Con respecto a la segunda alternativa, algunos investigadores señalan que las palmas *E. guineensis* y los híbridos interespecíficos O×G no son inmunes a la PC, sino que tienen resistencia parcial, y que con buenas prácticas de manejo (Chinchilla, 2010; Chinchilla et al., 2007) se pueden lograr los siguientes resultados: 1) que el desorden aparezca de forma tardía después de la siembra en campo, 2) que la tasa de afectación sea menor en el tiempo, 3) que los síntomas sean menos severos, 4) que la recuperación sea más rápida, 5) que haya menor incidencia final, y 6) que se reduzcan los efectos sobre el rendimiento (Chinchilla, 2010; Chinchilla et al., 2007).

Trabajos de tamizaje de materiales han evidenciado algunas fuentes de resistencia a la PC en *E. guineensis* y en cruces con La Mé. También se ha observado tolerancia a la enfermedad en cruces de origen africano entre progenitores genéticamente alejados, procedentes de Camerún (Bamenda

[de alturas de 1.200 m s. n. m.]], Malawi (de tierras altas y secas) y Mobai (de tierras secas). Los cruces entre africano de origen Camerún (Bamenda × Ekona y Tanzania × Ekona) exhiben resistencia a la enfermedad, mientras que los orígenes Malawi y Mobai muestran buen comportamiento agronómico y continúan siendo evaluados en Suramérica, en lugares con alta presión de PC (ASD, 2015; Chinchilla, 2010). Louise (2016) informa que en el oriente de Ecuador algunos materiales *guineensis* tienen un mejor comportamiento frente a la PC, y entre ellos se destaca el cultivar El Dorado (Deli × La Mé). Barba (2018) también reporta para Ecuador algunos progenitores Dura y Pisífera con menor susceptibilidad a la PC, y con ellos se espera producir y evaluar materiales Ténera para hacer frente al disturbio. Por su parte, en las zonas palmeras central y suroccidental de Colombia, Cenipalma evalúa cruzamientos Angola × Tester y Camerún × Tester, con el objeto de identificar fuentes de resistencia a la PC en *E. guineensis*, por baja incidencia o baja severidad (Cenipalma, 2018b; Dangong, 2016).

Los materiales de siembra con diversidad genética, antes de ser liberados comercialmente, deben ser sometidos a pruebas de evaluación agronómica, para establecer su comportamiento en ambientes donde se presenta el disturbio. La razón de esto es que el sistema de plantación de la palma de aceite implica sembrar cultivares genéticamente uniformes en grandes áreas. De acuerdo con García y Lozoya (2004), las plantas interactúan de manera constante con una gran variedad de microorganismos (como virus, bacterias, hongos, nematodos e insectos), y aunque las poblaciones silvestres por lo general enfrentan este tipo de patógenos potenciales, los cultivos genéticamente uniformes establecidos en áreas extensas pueden sufrir graves daños por patógenos virulentos, y por tanto, requieren medidas costosas de protección para reducir pérdidas en la productividad. Como se indicó anteriormente, si bien en Colombia existen registros del comportamiento de algunos materiales frente a disturbios como la PC, la MA y el AC, esta información se considera incipiente y es necesario continuar con otras investigaciones para obtener tanta información como se pueda sobre resistencia, tolerancia o susceptibilidad de la mayor cantidad de genotipos posibles de *E. guineensis*, *E. oleifera* y los híbridos O × G ante los principales EyCF limitantes en el país.

En relación con disturbios como AR, MA, AC, MS, ML y PBE, su efecto sobre el cultivo de la palma de aceite depende tanto del tipo de cultivar sembrado como del manejo agronómico. Con estas variables se disminuye la probabilidad de que se incrementen las poblaciones de los agentes transmisores (insectos) o sus posibles reservorios (por ejemplo, las gramíneas que aparecen cuando existe un deficiente manejo de los cultivos de cobertura).

La situación fitosanitaria descrita de las palmas cultivadas y no cultivadas y la amenaza de una posible llegada del picudo rojo asiático, así como el riesgo de erosión genética o de extinción de gran cantidad de palmas nativas (incluida la nolí), requieren que el “Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] & Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2015) tenga pertinencia y actualidad. Al respecto, en el macroproyecto de investigación en palmáceas de la Red de Innovación de Cultivos Permanentes de Corpoica (2013-2017), se hizo la caracterización morfológica de la colección de la palma nolí. Además, se desarrolló el procedimiento técnico para la criopreservación de embriones y la obtención a partir de ellos, mediante germinación *in vitro*, de plantas normales nolí (*Elaeis oleifera*) e híbridos O×G, herramienta que ha resultado de utilidad para su conservación y propagación. Además, la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) y AGROSAVIA emitieron para Suramérica una alerta sanitaria relativa al insecto picudo más dañino para las palmáceas, ya presente en las islas de Aruba y Curazao. Se trata del picudo rojo de Asia *R. ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae), del cual el ICA ya tiene conocimiento (AGROSAVIA, 2018; AGROSAVIA & MADR, 2018a; Moreno & Bastidas, 2016).

El objetivo principal del mejoramiento genético de la palma de aceite es obtener la máxima cantidad de aceite por hectárea. Para lograrlo, es necesario disminuir la probabilidad de incidencia de disturbios de alto impacto económico como la PC y la ML. Con el actual estado de desarrollo tecnológico, este objetivo solo se logrará mediante la obtención de cultivares de alto rendimiento y tolerantes a las principales EyCF, con pleno conocimiento de su comportamiento fisiológico, y con un acertado plan de manejo agronómico que inicie con la selección del terreno para siembra.

Son promisorias también nuevas herramientas del conocimiento científico, como aquellas que permiten secuenciar el genoma de especies vegetales y dilucidar la forma de acción del patógeno en la planta hospedera (Hao, 2016; Montoya et al., 2014; Schornack, 2016). Con la secuencia del genoma de la palma se abren nuevas líneas de investigación como la de las interacciones planta-patógeno, que permitirán desarrollar herramientas de diagnóstico de enfermedades y su manejo. Asimismo, la investigación sobre complejos como la PC debe abarcar otras áreas del conocimiento, como los diversos microorganismos que conforman la biota del suelo, ya que en ella se encuentran tanto los patógenos que limitan el desarrollo y rendimiento de las plantas como el biocontrol ejercido por la comunidad microbiana benéfica.

Por último, se debe destacar que el cultivo de la palma de aceite en Colombia (540.687 ha) es intensivo en el uso de mano de obra, factor que tiene la mayor participación en los costos. En *E. guineensis* corresponde a 42 % del total y en híbridos O×G a 49 %, fundamentalmente por la necesidad de implementar polinización asistida. Se estima que un cultivo adulto requiere, en promedio, un trabajador por cada 13 ha de *E. guineensis* y uno por cada 7 ha de híbridos O×G. Esta información es un insumo importante para conocer la relevancia social del cultivo, la demanda de mano de obra y las implicaciones de su escasez (Cenipalma 2018b; Fedepalma, 2021).

Referencias

- Adjé, I. (2004). Producción de semilla mejorada de *Elaeis guineensis* por Cra PP Pobé en Benín. *Revista Palmas*, 25(número especial, tomo II), 326-329. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1096>
- Agricultural Services & Development (ASD). (2015). *Guía de variedades y clones*.
- Albertazzi, H., Bulgarelli, J., & Chinchilla, C. (2005). Eventos previos y contemporáneos a la aparición de los síntomas de la pudrición del cogollo en palma aceitera. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 28, 34-41. <https://asd-ec.com/wp-content/uploads/2021/10/ASD-OPP-No.28-2005-min.pdf>
- Albertazzi, H., Chinchilla, C., & Ramírez, C. (2009a). Características del suelo y desarrollo radical en palma aceitera joven (*Elaeis guineensis* Jacq.) en sitios afectados por pudriciones del cogollo. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 33, 1-32.

- Albertazzi, H., Chinchilla, C., & Ramírez, C. (2009b). Dinámica del sistema radical de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en respuesta a la fertilización mineral y orgánica en suelos de áreas afectadas por pudriciones del cogollo. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 33, 40-47. <https://asd-ec.com/wp-content/uploads/2021/10/ASD-OPP-No.33-2009-min.pdf>
- Aldana, R. C., Aldana, J. A., & Moya, O. M. (2011). *Manejo del picudo Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera: Curculionidae)*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Federación Nacional de Cultivadores de Aceite (Fedepalma); Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). [https://www.ica.gov.co/getattachment/19e016c0-0d14-4412-af12-03eecfe398f2/Manejo-del-picudo--Rhynchophorus-palmarum-L--\(Cole.aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/19e016c0-0d14-4412-af12-03eecfe398f2/Manejo-del-picudo--Rhynchophorus-palmarum-L--(Cole.aspx)
- Alegria, M., Vélez, D., Varón, F., Martínez, G., Torres, G., & Corredor, J. (2015). Comportamiento frente a la pudrición de cogollo (PC) de palmas derivadas de cruzamientos entre palmas *Elaeis guineensis* sobrevivientes a la epidemia en Tumaco, Nariño. *Revista Palmas*, 36(2), 69-77. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11078>
- Alvañil, F. (1994). Ciclo de vida de *Uncus tumidifrons* Rolston (Hemiptera: Pentatomidae), vector de la marchitez sorpresiva de la palma de aceite. *Revista Palmas*, 15(3), 9-16. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/441>
- Alvañil, F. (1996). Marchitez sorpresiva y Hartrot: una revisión. *Revista Palmas*, 17(1), 11-18. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/526>
- Alvarado, A. (2010). Avances en el mejoramiento genético de la palma de aceite en Centroamérica. *Palmas*, 31(especial), 126-143. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1520>
- Alvarado, A., Chinchilla, C., & Albertazzi, H. (2014). La tolerancia al estrés abiótico, las pudriciones del cogollo (PC) y la marchitez por fusarium en palma aceitera (*Elaeis guineensis*) están relacionadas. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 42, 22-26.
- Alvarado, A., Escobar, R., & Peralta F. (2010). El programa de mejoramiento genético de la palma de aceite de ASD Costa Rica y su contribución a la industria. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 34, 17-32. <https://asd-ec.com/wp-content/uploads/2021/10/ASD-OPP-No.34-2009-min.pdf>
- Alvarado, A., & Sterling, F. (2005). Stress tolerant varieties. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 28, 5-20.

- Álvarez, E., Trujillo, R., & Loke, J. B. (2007). Avances en la caracterización patogénica de *Phytophthora* spp. asociado al complejo pudrición del cogollo en palma africana *Elaeis guineensis* Jacq. *Fitopatología Colombiana*, 31(1), 15-18.
- Amblard, P., Billotte, N., Cochard, B., Durand, T., Jacquemard, C. J., Louise, C., Novy, B., & Potier, F. (2004). El mejoramiento de la palma de aceite *E. guineensis* y *E. oleifera* por el CIRAD-CP. *Revista Palmas*, 25(número especial, tomo II), 306-310.
- Arango, M., Ospina, C., Sierra, J., & Martínez, G. (2011). *Myndus crudus*: vector del agente causante de la marchitez letal en palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 32(2), 13-25. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1594>
- Arango, M., Pineda, B., Martínez, G., & Villegas, B. (2011). Consideraciones epidemiológicas y etiológicas de la marchitez sorpresiva en palma de aceite en la zona norte de Colombia. *Revista Palmas*, 32(1), 34-43. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1588>
- Arévalo, E. (1988). Principales enfermedades de la palma aceitera en Tocache-Perú. En B. Ramakrishna (ed.), *VI Seminario Problemas Patológicos de la Palma Africana* (pp. 117-133). Prociandino.
- Arias, N. (2014). Compartiendo experiencias sobre manejo de la marchitez sorpresiva (MS) en el sur del Cesar. *El Palmicultor* (503), 10-11.
- Arias, N., Beltrán, J., Guerrero, J., & Sánchez, A. (2014). Tecnologías para el manejo de la pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite validadas en las zonas palmeras de Colombia. *Revista Palmas*, 35(2), 39-52. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10978>
- Arias, D., & Rocha, P. (2004). Análisis de diversidad genética en materiales tolerantes y susceptibles a la pudrición de cogollo en palma de aceite mediante marcadores moleculares. *Revista Palmas*, 25(3), 11-27. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1004>
- Ayala, L., & Gómez, P. L. (2000). Pathogenicity of isolations of *Thielaviopsis paradoxa* main bud rot causing agent. *Revista Palmas*, 21(número especial, tomo I), 121-122.

- Ayala, I. M., & Romero, H. M. (2019). *Cultivares híbridos O×G y la reactivación productiva de zonas problema con PC* [Memoria]. XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, 25 al 27 de septiembre de 2019, Bucaramanga, Colombia, Cenipalma. https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/09/1.Ivan-Ayala-OxG-RTN-2019_compressed.pdf
- Barba, J. (2018). *Desarrollo de materiales tolerantes a la pudrición del cogollo (PC) con mayor eficiencia en polinización natural* [Presentación PowerPoint]. Seminario internacional “Alternativas de siembra con materiales tolerantes a la pudrición del cogollo y su manejo (híbridos interespecíficos O×G y/o *E. guineensis*)”, Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (Ancupa).
- Bastidas, S. (2013). Híbrido O×G Corpoica Elmira de palma de aceite, avances en el desarrollo de materiales genéticos resistentes a la PC. *Revista Palmas*, 34(2), 135-141. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10857>
- Bastidas, S., Figueredo, P., & Reyes, R. (1993). Obtención de materiales de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) adaptados al trópico latinoamericano. *Revista Palmas*, 14(número especial), 49-56. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/399>
- Bastidas, S., Peña, E., & Reyes, R. (2003). Genealogía del germoplasma de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) del proyecto de mejoramiento genético de Corpoica. *Revista Palmas*, 24(1), 21-29. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/950>
- Bastidas, S., Peña, E., Reyes, R., Medina, C. C., Villa, T. A., & Tolosa, M. W. (2010). Avances sobre pruebas agronómicas para comprobar la tolerancia y productividad de los híbridos *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* al disturbio pudrición del cogollo en la zona palmera occidental de Colombia. En Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (ed.), *Ciencia y tecnología para la competitividad del sector agropecuario 2002-2010. Resultado de algunos proyectos cofinanciados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural* (pp. 158-159) <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19921>.
- Bastidas, S., Peña, E., Reyes, R., Pérez, J., & Tolosa W. (2007). Comportamiento agronómico del cultivar híbrido RC1 de palma de aceite (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) × *Elaeis guineensis*. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 5-11. https://doi.org/10.21930/rcta.vol8_num1_art:77

- Bayona-Rodríguez, C. J., & Romero, H. M. (2019). Physiological and agronomic behavior of commercial cultivars of oil palm (*Elaeis guineensis*) and O×G hybrids (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) at rainy and dry seasons. *Australian Journal of Crop Science*, 13(03), 424-432. <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.03.p1354>
- Boari, A. J. (2008). *Estudios realizados sobre o amarelecimento fatal do dendezeiro (Elaeis guineensis Jacq.) no Brasil*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/410160/estudos-realizados-sobre-o-amarelecimento-fatal-do-dendezeiro-elaeis-guineensis-jacq-no-brasil>
- Bustillo, A. E., & Arango, C. M. (2016). Las mejores prácticas para detener el avance de la marchitez letal (ML) en plantaciones de palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 37(4), 75-90. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11965>
- Caicedo, E. (2003). *Reconocimiento de áfidos y plantas arvenses asociadas a palma de aceite Elaeis guineensis Jacq. y su posible relación con mancha anular* [Tesis de grado]. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.
- Calvache, H., Castilla, C., Sánchez, J., Tovar, J., Gutiérrez, D., Hernández, M., Berdugo, J., & Ramírez, J. (2004). Avances en el estudio de la marchitez letal. *Revista Palmas*, 25(número especial, tomo II), 205-2009.
- Cardona, C. (2009). *Insects as vectors of oil palm diseases* [Presentación]. XVI Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite y Expopalma.
- Castillo, N. J., Matabanchoy, J. A., & Bustillo, A. E. (2019). *Haplaxius crudus (Van Duzee) vector de la marchitez letal está distribuido en las principales zonas palmeras de Colombia* [Póster]. XV Reunión Técnica Nacional Palma de Aceite, Cenipalma, 25 al 27 de septiembre de 2019, Bucaramanga, Colombia. https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/10/10.-Haplaxius-crudus-Van-Duzee-vector-de-la-marchitez-letal-se-encuentra-distribuido-en-las-principales-zonas-palmeras-de-Colombia_compressed.pdf
- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma]. (2017a). Mejores prácticas fitosanitarias para la producción de palma de aceite sostenible. *Revista Palmas*, 38(3), 171-173. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12233>
- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma]. (2017b). *Informe de labores Cenipalma 2017*.

- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma]. (2018a). Búsqueda de fuentes de resistencia a la PC en *Elaeis guineensis*. En *Informe de labores 2018* (p. 41). <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/labcenipalma/issue/view/1421/Informes%20de%20Labores%20Cenipalma>
- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma]. (2018b). *Informe de labores Cenipalma 2018*. <https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/Informe-de-labores-2018/Informe-de-Labores-Cenipalma-2018.pdf>
- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma]. (2018c). Pudrición del cogollo: avances y manejo integrado de la sanidad. *Revista Palmas*, 39(3), 75-78. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12670>
- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma]. (2019a, diciembre). *Haplaxius crudus*, un pequeño gran enemigo que habita entre las palmas de aceite. *Periódico Palma Sana Zona Oriental* (edición especial), 1-2.
- Centro de Investigación en Palma de Aceite [Cenipalma]. (2019b, junio). Seis principios básicos para cortar el paso a la marchitez letal. *Periódico Palma Sana Zona Oriental* (edición especial), 2.
- Chávez, F. (1986). *Enfermedades de palma africana en Ecuador y su combate* [Manual n.º 8]. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Iniap).
- Chinchilla, C. (2001). El anillo clorótico y otros síntomas atribuidos a virus en palma aceitera: riesgos de transmisión por semilla. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 22, 23-27.
- Chinchilla, C. (2003). Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera *Elaeis guineensis* en América Central. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (67), 69-82.
- Chinchilla, C. (2008). The many faces of spear rots in oil palm: The need for an integrated management approach. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 32, 1-26.
- Chinchilla, C. (2010). No hay evidencia de que exista relación alguna entre la incidencia y severidad de las pudriciones de cogollo en palma aceitera y el origen comercial de las variedades plantadas en el pasado en América tropical. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 35, 18-22.

- Chinchilla, C., Alvarado, A., Albertazzi, H., & Torres, R. (2007). Tolerancia y resistencia a las pudriciones de cogollo en fuentes de diferente origen de *Elaeis guinnensis*. *Revista Palmas*, 28(1), 273-284. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1264>
- Chinchilla, C., & Umaña, C. (1996). There is no danger in importing palm diseases through oil palm seed imports from Costa Rica. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 13, 1-8.
- Cooman, A. P. (2019a, septiembre). Cerca de USD 2.400 millones se han perdido por la pudrición del cogollo. *Contexto ganaero*. <https://www.contextoganadero.com/agricultura/cerca-de-usd-2400-millones-se-han-perdido-por-la-pudricion-del-cogollo>
- Cooman, A. P. (2019b). *De la investigación al cambio productivo* [Presentación]. XV Reunión Técnica Nacional Palma de Aceite, Cenipalma, 25 al 27 de septiembre de 2019, Bucaramanga, Colombia. https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/09/2-De-la-investigacion-al-campo-productivo-ACooman_compressed.pdf
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. (2018). Meta 3892 "Efecto de los nematodos entomopatógenos (*Steinernema spp.* y *Heterorhabditis spp.*) sobre *R. palmarum* (Informe técnico julio 2016-diciembre 2018)", proyecto 740 "Desarrollo de alternativas para el control biológico del picudo negro, *Rhynchophorus palmarum*, insecto plaga de cocotero, palma de aceite y chontaduro", macroproyecto 133 "Generación de bases tecnológicas para el desarrollo de sistemas productivos sostenibles y competitivos en palmáceas de interés económico 2013-2017".
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018a). Macroproyecto 133 "Generación de bases tecnológicas para el desarrollo de sistemas productivos sostenibles y competitivos en palmáceas de interés económico, marzo 2013-diciembre 2017: informe técnico".
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018c). Proyecto 378 "Utilización de los recursos genéticos de la especie *Elaeis oleifera* del banco de germoplasma de Corpoica, en el programa de mejoramiento de la palma de aceite, marzo 2013-diciembre 2017: informe técnico final", macroproyecto 133 "Generación de bases tecnológicas para el desarrollo de sistemas productivos sostenibles y competitivos en palmáceas de interés económico, marzo 2013-diciembre 2017".

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018d). *Proyecto 740 "Desarrollo de alternativas para el control biológico del picudo negro, Rhynchophorus palmarum, insecto plaga de cocotero, palma de aceite y chontaduro, julio 2016-diciembre 2019: informe técnico final", macroproyecto 133 "Generación de bases tecnológicas para el desarrollo de sistemas productivos sostenibles y competitivos en palmáceas de interés económico, marzo 2013-diciembre 2017"*.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA & Ministerio de Desarrollo Rural (MADR). (2019). *Macroproyecto desarrollo de tecnología para especies palmáceas cultivadas y no cultivadas en Colombia 2019-2023*.
- Dangong, L. F. (2016). Retos del sector palmicultor: innovación y emprendimiento. *Revista Palmas*, 37(3), 139-152. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11815>
- Desmier de Chenon, R. (1984). Research on the genus *Lincus stahl*, Hemiptera Pentatomidae Discocephalinae and its possible role in the transmission of the Marchitez of oil palm and Hart-Rot of coconut. *Olèagineux*, 39(1), 1-6.
- Dollet, M. (1991). Etiología de la pudrición de cogollo: investigaciones virológicas conducidas por el IRHO. *Revista Palmas*, 12(2), 33-37. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/283>
- Dollet, M., Mariau, D., & Renard, J. L. (1987). Research needed on oil palms diseases on Latin America. In *Proceedings of the 1987 international oil palm, Palm Oil Conferences, Progress and Prospects* (pp. 514-551).
- Drenth, A., Torres, G. A., & Martínez, G. (2013). *Phytophthora palmivora*, la causa de la pudrición del cogollo en la palma de aceite. *Revista Palmas*, 34(número especial, tomo i), 87-94. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10671>
- Duarte, S. (2007). *Pruebas de patogenicidad in vitro con microorganismos aislados de palmas afectadas por marchitez letal* [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Durand-Gasselin, T. (2013). El mejoramiento genético de la resistencia de la palma de aceite a enfermedades es parte de la estrategia de manejo integrado de plagas. *Revista Palmas*, 34(número especial, tomo i), 146-152.
- Dzido, J. L., Genty, P., & Olganier, M. (1978). Principales enfermedades de la palma de aceite en el Ecuador. *Olèagineux*, 33(2), 55-63.

- Erazo, A. O. F. (2019). *Experiencias en la utilización de los cultivares híbrido interespecífico O×G como parte de la estrategia de manejo para la marchitez letal* [Presentación]. XV Reunión Técnica Nacional Palma de Aceite, Cenipalma, 25 al 27 de septiembre de 2019, Bucaramanga, Colombia.
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite [Fedepalma]. (2006). *Anuario estadístico 2006*. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/24630/recent-submissions>
- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite [Fedepalma]. (2021). *Anuario estadístico 2019, 2021: principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo 2016-2020*.
- Fontanilla, C., Mosquera, M., Ruiz, E., Sánchez, A., Beltrán, J. A., & Arias, N. (2014). Estimación de costos de manejo de la pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite. *Revista Palmas*, 35(2), 23-37.
- Franqueville, H. (2001). *La pudrición de cogollo de la palma aceitera en América Latina: revisión preliminar de hechos y logros alcanzados*. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). <http://www.buecke.com.br/public/upload/arquivo/buecke/La%20pudricion%20del%20cogollo%20de%20la%20palma%20aceitera%20en%20America%20Latina-02c2d.pdf>
- García, E., & Lozoya, E. (2004). Genes de resistencia a enfermedades en plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(3), 414-422. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61222315>
- Genty, P. (1996). Nueva enfermedad en semilleros de palma de aceite en Ecuador. *Revista Palmas*, 17(1), 19-26.
- Gómez, P. L., Owen, E., Nieto, L. E., Calvache, H., Mondragón, V., & Álvarez, G. (1990). Diagnóstico tecnológico del cultivo de palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 11(3), 32-63. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/263>
- Gutiérrez, D. (2008). *La marchitez letal de la palma de aceite: informe estado del arte*. Grupo Upía.
- Hao, J. (2016). Comunidades microbianas en el suelo: causa y soluciones de las enfermedades en plantas. *Revista Palmas*, 37(número especial, tomo i), 123-130. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11896>

- Hardon, J. J., & Tan, G. Y. (1969). Interspecific hybrids in the genus *Elaeis* I. crossability, cytogenetics and fertility of F1 hybrids of *Elaeis guineensis* × *Elaeis oleifera*. *Euphytica*, 18, 372-379. <https://doi.org/10.1007/BF00397784>
- Hartley, C. W. S. (1983). *Palma de aceite*. Editorial Continental, S. A.
- Henson, I. A. E., Noor, M. R. M., Haniff, M. H., Yahya, Z., & Mustakim, S. N. A. (2005). Stress development and its detection in young oil palms in north Kedah, Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 17, 11-26.
- Hernández-Restrepo, M., Crous, P. W., & Sarria, G. A. (2016). *Uwemyces elaeidis* (Steyaert): fungal planet description sheets 468. *Persoonia*, 36, 454-455. <https://doi.org/10.3767/003158516X692185>
- Hurtado, C. R. E., & Rincón, R. V. (2009). La geomática como instrumento para modelar y hacer seguimiento a la pudrición del cogollo (PC) y al insecto plaga: *Rhynchophorus palmarum*, zona occidental - Tumaco (Colombia). *Revista Palmas*, 30(3), 21-35. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1452/1452>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2004). Resolución 00961. "Híbrido intraespecífico (D × P) Ténera Corpoica Elmira: Registro Nacional de Cultivares Comerciales PLA-04".
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2005). Resolución 2860. "Registro ICA a Corpoica como productor de semilla seleccionada de palma".
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2014). Resolución 4170. "Por medio de la cual se declaran las plagas de control oficial en el cultivo de palma de aceite en el territorio nacional y se establecen las medidas fitosanitarias para su manejo y control".
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019a). Resolución 00002185. "Por la cual se amplía el registro como productor de semilla seleccionada de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, en el sentido de adicionar la producción (sexual y asexual) de semillas de varias especies incluida palma de aceite".
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2019b). Resolución 00015591. "Por la cual se amplía el registro del híbrido interespecífico de palma de aceite O × G Corpoica Elmira a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales del ICA para la subregión natural Caribe seco".

- Jeremy, H., Gutiérrez, M., Torres, J., Chinchilla C., Escobar, R., Mata, R., & Arauz, F. (2015). Recuperación de palmas aceiteras (*Elaeis guineensis* Jacq.) afectadas por pudriciones del cogollo. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 45, 30-43.
- Jiménez, Ó. (1988). Mancha anular de la palma africana de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. *Ascolfi Informa*, 14, 55-56. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/30527>
- Jiménez, Ó., & Peña, E. (1986). Amarillamiento sorpresivo de las hojas jóvenes de la palma africana. En B. Ramakrishna (ed.), *VI Seminario Problemas Fitopatológicos de la Palma Africana, Bucaramanga, Colombia, septiembre de 1988* (pp. 78-83). Prociandino.
- Kallarackal, J., Jeyakumar, P., & George, S. (2004). Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in peninsular India. *Journal of Oil Palm Research*, 16(1), 45-53. https://www.researchgate.net/publication/235413409_Water_use_of_irrigated_oil_palm_at_three_different_arid_locations_in_Peninsular_India
- Kushairi, A. (2019). Reseña histórica, estado actual y perspectivas futuras de la agroindustria global de la palma de aceite. *Revista Palmas*, 40(número especial, tomo I), 32-33.
- Laing, D. (2011). La deficiencia transitoria de calcio como causa primordial de la pudrición de cogollo en palma de aceite. *Informaciones Agronómicas*, (3), 26-52.
- Le Guen, V., Amblard, P., Omore, A., Koutou, A., & Meunier, J. (1991). Le programme hybride interspécifique *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* de L'IRHO. *Oléagineux*, 46(12), 479-487.
- Lohr, B., & Parra, P.P. (2014). *Manual de trampeo del picudo negro de las palmas*, *Rhynchophorus palmarum*, en *trampas de feromona adaptadas a la situación particular de pequeños productores de la costa del Pacífico colombiano*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). <https://alliancebioiversityciat.org/es/node/9738>
- Louise, C. (2016). Resistencia a la pudrición del cogollo en el material *guineensis*. *Revista Palmas*, 37(número especial, tomo I), 183-189. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11902>
- Lozano, I., Morales, F. J., Martínez, A. K., & Peña, E. (2010). Molecular characterization and detection of African oil palm ringspot virus. *Journal of Phytopathol*, 158, 167-172. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2009.01598.x>

- Mariau, D., Van de Lande, H. L., Renard, J. L., Dollet, M., Rocha de Souza, L., Ríos, R., Orellana, F., & Corrado, F. (1992). Oil palm bud rot type diseases in Latin America: Symptomatology, epidemiology, incidence. *Oléagineux*, 47(11), 605-618.
- Mena, E., & Martínez, G. (1977). Identificación del insecto vector de la marchitez sorpresiva de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Fitopatología Colombiana*, 6(1), 12-14. <http://agriperfiles.agri-d.net/individual/n51178>
- Mena, E., Martínez, G., Cardona, C., & Jiménez, O. (1975). Efecto del uso de insecticidas y control de malezas en la incidencia de la marchitez sorpresiva de la palma africana *Elaeis guineensis* Jacq. *Revista Colombiana de Entomología*, 1(1), 9-14. <https://doi.org/10.25100/socolen.v1i1.10430>
- Mendoza, A. K. (2019). Una enfermedad que mata a la palma aceitera deja desempleo en Ecuador. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/06/30/nota/7400397/enfermedad-que-mata-palma-aceitera-deja-desempleo-ecuador>
- Menjivar, N., Chinchilla, C., & Arias, E. (1988). Variación estacional de la población de *Rhynchophorus palmarum* y su relación con la enfermedad hoja pequeña-anillo rojo en una plantación comercial de *Elaeis guineensis* en Honduras. En A. Bacigalupo, (ed.), *Mesa Redonda de la Red Latinoamericana de Palma Aceitera, Santo Domingo de los Colorados, Ecuador, 22-28 de octubre de 1988* (pp. 79-82). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Mestizo, Y., Bandera, G., Aya, H., Sarria, G., Varón, F., Navia, M., & Martínez, G. (2012). Caracterización de síntomas e identificación de microorganismos en palmas de aceite afectadas por la pudrición basal del estípite. *Revista Palmas*, 33(4), 13-27. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10736>
- Mestizo, Y., Zúñiga, L., Uribe, M., Bandera, G., Martínez, J., Pineda, B., Varón, F., Torres, M., & Martínez, G. (2015). Avances en la investigación de la pudrición basal del estípite (PBE) en palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 36(2), 55-65. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11077>
- Meunier, J. (1975). La palma aceitera americana *Elaeis melanococca*. *Oléagineux*, 30(2), 51-61.
- Meunier, J. (1991). Una posible solución genética para el control de la pudrición de cogollo en la palma aceitera: híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Revista Palmas*, 12(2), 39-42.

- Meunier, J., & Boutin, D. (1975). L' *Elaeis melanococca* et l' hybrid *Elaeis melanococca* × *Elaeis guineensis*: premieres données. *Oléagineux*, 30(1), 5-8.
- Meunier, J., Vallejo, G., & Boutin, D. (1976). *E. melanococca* × *E. guineensis* hybrid and its improvement. *Oléagineux*, 31(2), 519-528.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), & Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma). (2007). *Taller técnico científico sobre avances y resultados en los procesos de investigación y manejo del complejo pudrición del cogollo en Tumaco*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] & Universidad Nacional de Colombia [UNAL]. (2015). *Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia*.
- Montoya, B. S. M., & Arias, N. (2016). *Evaluación e impacto del daño ocasionado por Cercospora sp. en híbridos O × G de palma de aceite* [Presentación PowerPoint]. XIII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Medellín, 20 al 22 de septiembre de 2016, Cenipalma-Fedepalma. <http://web.fedepalma.org/bigdata/reunion2016/poster/33poster.pdf>
- Montoya, C., Ávila K., Reyes, P., Navia, M., & Romero, M. (2014). Secuenciación del genoma de las especies vegetales: implicaciones y perspectivas. *Revista Palmas*, 35(3), 11-22. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10983>
- Morales, F. J. (1999). *Investigación sobre la posible etiología viral de la mancha anular de la palma de aceite en Colombia: informe técnico final*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Morales, F. J. (2000). *Diagnóstico y manejo preventivo de las enfermedades virales de la palma de aceite en la zona occidental de Colombia* [Boletín técnico n.º 13]. Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/10518/10508>
- Morales, F., Lozano, I., Arroyave, J., Castaño, M., Sedano, R., & Velasco, A. (2002). Enfermedades virales de la palma de aceite en el suroccidente colombiano y sus agentes causales. *Fitopatología Colombiana*, 26(2), 81-86. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/44301/morales.pdf?sequence=1>

- Morales, F., Lozano, I., Velasco, A., & Arroyave, J. (2002). Detection of a fovea-like virus in African oil palm affected by a lethal "ringspot" disease in South America. *Journal of Phytopathology*, 150, 611-615. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00820.x>
- Morales, F., Lozano, I., Velasco, A. C., & Arroyave, J. A. (2003). Detección de un virus asociado a la mancha anular de la palma de aceite en Tumaco, Nariño. *Revista Palmas*, 34(1), 59-86. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/952>
- Morales Ipuz, L. C., Neira Segura, A. L., & Becerra-Encinales, J. F. (2017). *Aplicación de mejores prácticas fitosanitarias en el cultivo de palma de aceite*. Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma); Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma). <http://52.200.198.20/bitstream/handle/123456789/107589/Aplicaci%C3%B3n%20de%20mejores%20pr%C3%A1cticas%20fitosanitarias%20en%20el%20cultivo%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, L. P., & Bastidas, P. S. (2016). Morphological characterization of the American oil palm collection *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés. *Revista Acta Agronómica*, 66(1), 135-140. <https://doi.org/10.15446/acag.v66n1.53819>
- Moretzsohn, M. C., Ferreira, M. A., Amaral, Z. P. S., Coelho, P. J. A., Grattapaglia, D., & Ferreira, M. E. (2002). Genetic diversity of Brazilian oil palm (*Elaeis oleifera* H. B. K.) germplasm collected in the Amazon forest. *Euphytica*, 124, 35-45. <https://doi.org/10.1023/A:1015606304653>
- Moura, J. I. L. (2017). *Manejo integrado das pragas das palmeiras*. Centro de Pesquisas do Cacau.
- Murillo, F., Salazar, C., Tupaz, A., & Oliveros, M. (2012). Reconocimiento de insectos posiblemente asociados a la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) con presencia de marchitez letal. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(1), 42-56. https://www.researchgate.net/publication/260204707_RECONOCIMIENTO_DE_INSECTOS_POSIBLEMENTE_ASOCIADOS_A_LA_PALMA_DE_ACEITE_Elaeis_guineensis_Jacq_CON_PRESENCIA_DE_MARCHITEZ_LETAL_RECOGNITION_OF_INSECTS_POSSIBLE_ASSOCIATED_IN_OIL_PALM_Elaeis_guineensis_
- Nieto, L. (1996). Síntomas e identificación del agente causal del complejo pudrición de cogollo de la palma de aceite, *Elaeis guineensis* Jacq. *Revista Palmas*, 17(2), 57-60. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/545>

- Nieto, L., Gómez, P., & Lozano, C. (1996). Identificación y reproducción del complejo pudrición de cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Revista Palmas*, 17(2), 63-68. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/546>
- Ochoa, G., & Bustamante, E. (1974). Investigación del agente causal de la pudrición de flecha en palma africana. *Revista ICA*, 9(4), 425-433. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/23191>
- Oliveros, M., Castro, W., & Rairan, N. (2010). *Criterios para detección y manejo de la marchitez letal*. https://www.researchgate.net/publication/260201819_CRITERIOS_PARA_DETECCION_Y_MANEJO_DE_LA_MARCHITEZ_LETAL
- Peña, E. (2010). *Informe final proyecto "Evaluación de materiales de palma de aceite *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera* frente a la enfermedad mancha anular"* [Convenio 002/2006 IICA-MADR, Contrato 354/2006]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Peña, E., Cadena, M., Reyes, R., & Bastidas, S. (2010). Descripción de síntomas de mancha anular en el híbrido interespecífico de palma aceitera (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*). *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1), 48-52. https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:194
- Peña, E., & Jiménez, O. (1993). El nematodo *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb) asociado con la hoja corta de la palma de aceite en la zona de Tumaco. *Revista Palmas*, 14(3), 47-52. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/383>
- Peña, E., Jiménez, O., & Arciniegas, A. (1991). *Mancha anular de la palma africana* [Boletín técnico n.º 008]. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma).
- Peña, E., & Reyes, R. (1997). Dinámica poblacional del insecto *Rhynchophorus palmarum* L., en la zona de Tumaco. *Revista Palmas*, 18(4), 29-33. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/600>
- Peña, E., Reyes, R., & Bastidas, S. (2001). Efectividad de una feromona de agregación en dos tipos de trampas para la captura del insecto *Rhynchophorus palmarum* en la zona de Tumaco (Nariño, Colombia). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 18(2), 11-19. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1451>
- Peña, E., Reyes, R., & Bastidas, S. (2006). Hipótesis sobre la incidencia del complejo pudrición de cogollo en la zona de Tumaco durante el periodo 2005-2006. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 23(1-2).

- Peña, E., Reyes, R., Bastidas, S., Lozano, I., & Morales, F. (2010). Susceptibilidad en vivero de materiales de palmas aceiteras (*Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) a las enfermedades mancha anular y anillo clorótico. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 34, 33-45.
- Perthuis, B. (1991). Búsqueda de la etiología de la pudrición de cogollo en el Ecuador oriental. *Revista Palmas*, 12(2), 25-30. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/281>
- Rairán, N., Beltrán, J., & Arango, M. (2015). Tecnologías para el manejo de la marchitez letal de la palma de aceite validadas en la zona oriental de Colombia. *Revista Palmas*, 36(1), 55-62.
- Rajanaidu, N. (1994). *Porim oil palm genebank: Collection, evaluation, utilization and conservation of oil palm genetic resources*. Palm Oil Research Institute of Malaysia (PORIM).
- Realpe Aranda, F. J., Bustillo-Pardey, A. E., & López-Núñez, J. C. (2007). Optimización de la cría de *Galleria mellonella* (L.) para la producción de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café. *Cenicafé*, 58(2), 142-157.
- Renard, J. L., & Quillec, G. (1984). Destructive diseases of oil palm in Africa and South America. *Oléagineux*, 39(2), 57-67.
- Reyes, R. (2012). *Respuesta fisiológica de la palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.) a la disponibilidad de agua en el suelo* [Tesis de doctorado]. Universidad de Costa Rica.
- Reyes, R., Riaño, N., Chinchilla, C., & Ibarra, N. (2013). Physiological response of young oil palms (*Elaeis guineensis*) to soil drying by evapotranspiration in two soil types under greenhouse conditions and possible implications for spear rot development. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 40, 1-15.
- Rocha, P., Castilla, C., Rey, L., & Tovar, J. (2004). *Visita técnica al Centro de Investigación Iniap y a la plantación Palmeras del Ecuador, S. A: reporte final de actividades*. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- Rodríguez, C., Oehlschager, C., & Chinchilla, C. M. (2016). Componentes básicos en trampas para adultos de *Rhynchophorus palmarum*: nota técnica. *Revista ASD Oil Palm Papers*, 46, 20-24.

- Rojas, E. (1972). *Investigaciones sobre la enfermedad pudrición del cogollo de la palma africana en la plantación La Arenosa de Coldesa, S. A., Turbo, departamento de Antioquia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Rojas, E. (2013). Detección y manejo de la marchitez sorpresiva (ms) en híbrido O × G. *Revista Palmas*, 34(4), 89-93.
- Romero, M. (2018, agosto). Polinización artificial de híbridos O × G para la obtención de frutos partenocárpicos y la producción de aceite (*Elaeis oleifera* Cortés × *Elaeis guineensis* Jacq.). *El Palmicultor*, 558, 15-18. <https://web.fedepalma.org/nota-tecnica>
- Romero, M., Caicedo, A., & Ayala, I. (2020, febrero). Utilización de ácido 1-naftalenacético (ANA) para incrementar la producción de aceite en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). *El Palmicultor*, 576, 13-15. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/12981>
- Sánchez, A. (1990). Enfermedades de la palma de aceite en América Latina. *Revista Palmas*, 11(4), 5-38. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/265>
- Sánchez, N., Fuentes, F., Torres, M., Rocha, P., Calvache, H., & Gómez, P. (2003). La marchitez letal no es la misma marchitez vascular africana causada por *Fusarium*. *Revista Palmas*, 24(4), 9-20. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/975>
- Sánchez, P. A. (1968). Nuevas observaciones sobre la marchitez progresiva y la marchitez sorpresiva de la palma africana en la zona del Meta. *Agricultura Tropical*, 24(8), 451-460.
- Sánchez, P. A., & Patiño, H. (1964). Estado fitosanitario de la plantación de palma africana Risaralda (Cúcuta, Norte de Santander). En Instituto de Fomento Algodonero (IFA), *Enfermedades de las plantas oleaginosas en Colombia: informes técnicos* (pp. 11-17).
- Santacruz, L. H., Zambrano, J., & Amézquita, M. (2004). Comportamiento de la pudrición de cogollo en la zona oriental de Colombia. *Palmas*, 25(especial), 220-231.
- Sarria, G. A., Torres, G. A., Aya, H. A., Ariza, J. G., Rodríguez, J., & Martínez, G. (2008). *Phytophthora* sp. es el responsable de las lesiones iniciales de la pudrición del cogollo (pc) de la palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*, 29(3), 31-41.

- Schorneck, S. (2016). Nuevas estrategias para el control de enfermedades de la palma de aceite mediante la investigación de patógenos de la planta. *Revista Palmas*, 37(número especial, tomo i), 119-122. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11895>
- Sinisterra, K., Caicedo, A., Cortés, I., Camperos, J., Ayala, I., & Mosquera, M. (2019). Validación del punto óptimo de cosecha en el cultivar híbrido interespecífico O×G Corpoica (Cereté×Deli y Cereté×Yangambi). *Ceniavances*, (189). <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30419.71209>
- Torrecilla, R. E. (2013). Detección y manejo de la marchitez sorpresiva (ms) en híbrido O×G. *Revista Palmas*, 34(4), 89-93.
- Torres, J., Gutiérrez, M., & Chinchilla, C. (2015). Seguimiento morfofisiológico de palmas aceiteras (*Elaeis guineensis* Jacq.) afectadas por pudriciones del cogollo (pc). *Revista ASD Oil Palm Papers*, 44, 17-25.
- Torres, M., Ayala, L., Gómez, P. L., & Martínez, R. (2000). Caracterización morfofisiológica de palmas de aceite tolerantes y susceptibles a la pudrición de cogollo. *Revista Palmas*, 21(número especial, tomo i), 135-147. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/775>
- Torres, E., & Tovar, J. (2004). Estudio epidemiológico de la enfermedad marchitez letal de la palma de aceite en plantaciones de Villanueva, Casanare. *Revista Palmas*, 25(número especial, tomo ii), 210-219. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1085>
- Torres, J. L., Tovar, J. P., Gutiérrez, D., Aldana, R., & Guerrero, J. M. (2006). Búsqueda de *Phytoplasma* sp. (flagelados asociados a la marchitez sorpresiva) en palmas afectadas por marchitez letal. *Ceniavances*, 134, 1-5. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/ceniavances/article/view/10331>
- Torres, G. A., Sarria, G. A., Salcedo, S., Varón, F., Aya, H. A., Ariza, J. G., Morales, L., & Martínez, G. (2008). Opciones para el manejo de la pudrición del cogollo (pc) de la palma de aceite en áreas de baja incidencia de la enfermedad. *Revista Palmas*, 29(3), 63-72. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1358>
- Torres, G. A., Sarria, G. A., Varón, F., Coffey, M. D., Elliot, M. L., & Martínez, G. (2010). First report of bud rot caused by *Phytophthora palmivora* on african oil palm. *Plant Disease*, 94(94). <https://doi.org/10.1094/pdis-94-9-1163a>

- Torres, J., Gutiérrez, M., Chinchilla, C., & Mata, R. (2014). Características del suelo, desarrollo radical e incidencia de PC (pudrición del cogollo) en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Revista ASD Oil Palm Papers*, 43, 1-12.
- Van Hoff, H. A., & Seinhorst, J. W. (1962). *Rhadinaphelenchus cocophilus* associated with little leaf of coconut and oil palm. *Tijdschrift Over Plantenziekten*, 68, 251-256. <https://doi.org/10.1007/BF02044432>
- Van de Lande, H. L. (1991). Pudrición de cogollo en palma aceitera en Surinam: investigaciones desde 1986 hasta 1990. *Revista Palmas*, 12(2), 11-15. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/279>
- Van de Lande, H. L. (1993). Studies on the epidemiology of spear rot in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Suriname. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen. <http://edepot.wur.nl/200764>
- Van Slobbe, W., & Rocha de Souza, R. L. (1991). Amarillamiento fatal o pudrición de cogollo en Denpasa - Brasil. *Revista Palmas*, 12(2), 17-23. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/280>
- Vargas, M. (1992). *Fusarium solani*: agente causal del complejo pudrición del cogollo. *Revista Palmas*, 13(1), 59-67. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/331>
- Venturieri, A., Fernandes, W. R., Boari, A. J., & Vasconcelos, M. A. (2009). Relação entre ocorrência do amarelecimento fatal do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) e variáveis ambientais no estado do Pará. En J. Neves, & L. Soares (eds.) *Anais XIV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril, INPE* (pp. 523-530). Embrapa Amazônia Oriental. http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2009/03.02.18.19/doc/pagina_rosto.htm
- Zúñiga, E., Torres, G., Sarria, G., Malagón, V., Aldana, R., Cardona, C., & Martínez, G. (2009). Establecimiento de colonias de *Myndus crudus crudus* Van Duzee (Hemiptera: Cixiidae), posible vector del agente causal de la marchitez letal (ML) de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).