



II. Mejorar el Estatus Fitosanitario

1. Estatus Fitosanitario y Gestión por Zona Palmera

2. Avances y Resultados de la Investigación para Mejorar el Estatus Fitosanitario

3. Avances y Resultados de la Extensión para Mejorar el Estatus Fitosanitario

4. Indicadores de Gestión

A fin de cumplir con el objetivo sectorial de Mejorar el estatus fitosanitario, la labor de la Federación se ha enfocado primordialmente en dos grandes frentes: la generación de soluciones tecnológicas liderada por Cenipalma, y la gestión de políticas sectoriales que orienten las acciones de los palmicultores, que se realiza conjuntamente entre Fedepalma y Cenipalma. En este sentido, en 2019, se continuó trabajando en la vigilancia tecnológica de materiales genéticos y tecnologías para asegurar la sanidad del cultivo; en la transferencia de conocimientos, prácticas y modelos de organización para el control fitosanitario; y en el impulso a políticas, instrumentos y acciones, en el ámbito nacional y regional, para mejorar el estatus fitosanitario. Esto ha conllevado a alcanzar metas significativas en cuanto a mitigación, manejo y control de los principales problemas fitosanitarios, y a que se establecieran compromisos para superarlos en los años siguientes, de acuerdo con la priorización realizada en cada una de las zonas palmeras de la mano de los palmicultores.

De igual manera, la Federación fortaleció la estrategia para mejorar el estatus fitosanitario que enfrenta el sector palmero. Si bien el énfasis estuvo en la superación de las problemáticas causadas por la Pudrición del cogollo (PC) en las zonas Norte y Central, Marchitez letal (ML) en la Oriental y *Sagalassa valida* en la Suroccidental, ahora hay cada vez más líneas de trabajo relacionadas con el manejo preventivo de otras enfermedades como pudriciones de estípite (PE), y con el manejo de artrópodos plaga como *Rhynchophorus palmarum*, *Strategus aloeus* y múltiples defoliadores que atacan las plantaciones de palma de aceite en Colombia.

Los avances y productos que se han venido generando en las áreas de investigación, relacionados con la PC y ML, fueron cada vez más contundentes. Van desde la obtención de herramientas biotecnológicas para acelerar procesos de mejoramiento y selección de cultivares con resistencia a la PC, hasta la evaluación de diversos cultivares genéticos en campo. A la vez, se generó más conocimiento sobre el agente causal de la PC (*Phytophthora palmivora*), el proceso de diseminación en campo, las respuestas al manejo de acuerdo con la zona, y las diferencias genéticas del patógeno que empiezan a explicar su virulencia, complementando y mejorando los planes de control regional.

Para la ML se avanzó de forma significativa en la unificación de los principios básicos de manejo de la enfermedad, y en las evaluaciones y seguimientos en campo, que advierten el entendimiento y dinámica de los diferentes escenarios que pueden determinar el éxito o fracaso de las prácticas de control.

Los trabajos de investigación y validación fueron complementados desde la Dirección de Extensión, con las actividades de transferencia de tecnología, capacitación y formación, haciendo énfasis en la implementación de mejores prácticas, combinando aspectos fitosanitarios con el manejo agronómico para incrementar la productividad. En las capacitaciones se buscó compaginar la

entrega de conocimientos a diferentes actores, con la demostración de prácticas en predios de productores.

El Área de Formación y Capacitación coordinó acciones con el SENA y distintas universidades del país, resultando, por ejemplo, en el fortalecimiento técnico de censadores y aplicadores, quienes son fundamentales en el manejo integrado de las problemáticas fitosanitarias.

Finalmente, el Programa Sectorial de Manejo Fitosanitario (PSMF) adelantó una labor de vigilancia a través de un sistema de autorregulación, y de acciones de coordinación efectiva entre actores públicos y privados, para el manejo de enfermedades a nivel regional y nacional. El común denominador del PSMF continuó siendo en 2019, el de fortalecer un sistema de información fitosanitario para la toma de decisiones; la articulación efectiva con empresas y entidades públicas como el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR); los planes de choque para atender las emergencias fitosanitarias; y las actividades de comunicación del riesgo, con el fin de mitigar las problemáticas fitosanitarias y evitar afectaciones negativas en la productividad, calidad y rentabilidad del cultivo de palma de aceite en Colombia.

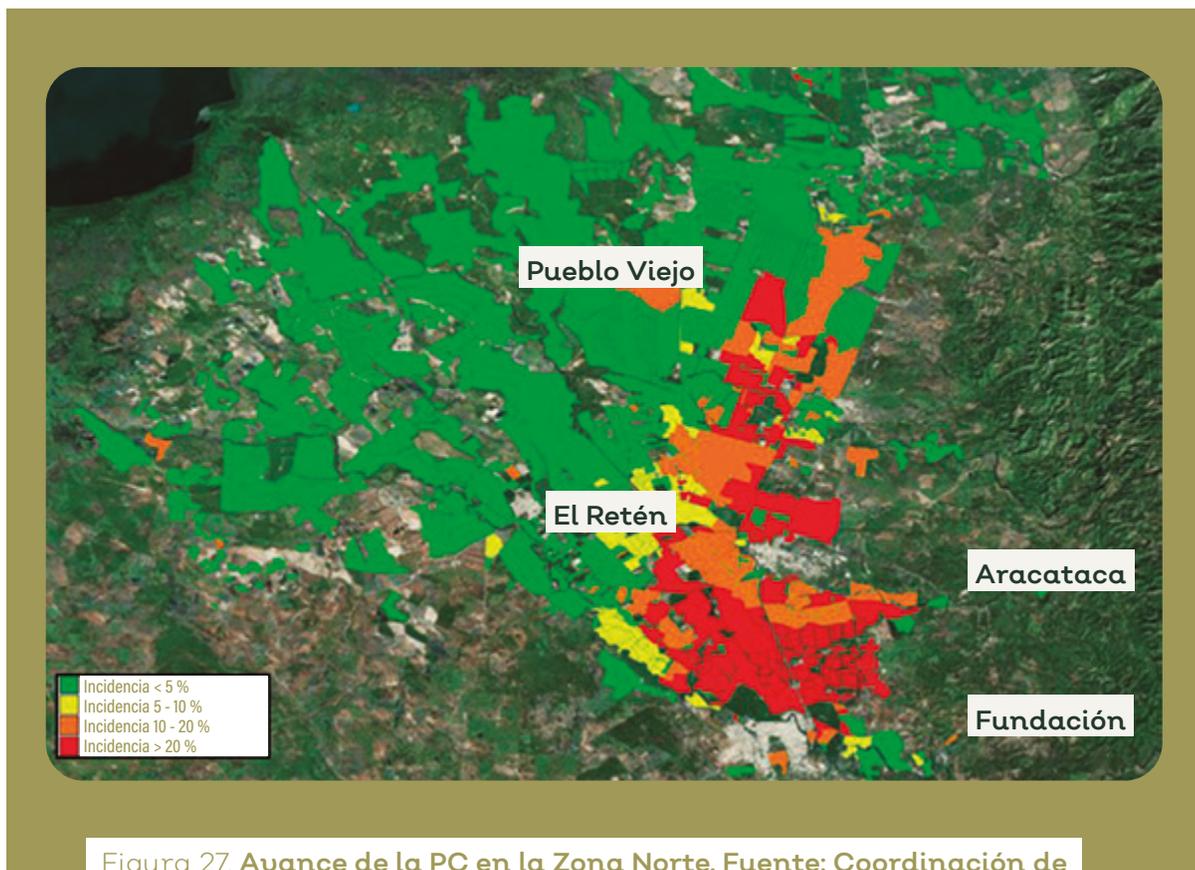
Estos aspectos se desarrollan en las siguientes secciones. En primer lugar, se abordan las principales cifras del comportamiento del estatus fitosanitario en cada una de las zonas palmeras, así como las gestiones impulsadas por las coordinaciones de manejo fitosanitario, las acciones orientadas a la comunicación del riesgo fitosanitario, y las medidas de política sectorial desarrolladas, todo esto enmarcado en el (PSMF). En segundo lugar, se recogen los aspectos claves de las distintas líneas de investigación de Cenipalma, incluyendo la validación, que contribuyen con la generación de soluciones para mejorar el estatus fitosanitario. Al terminar, se presentan las actividades realizadas por el Programa de Extensión de Cenipalma.

1. Estatus Fitosanitario y Gestión por Zona Palmera

1.1. Zona Norte

Los núcleos palmeros de esta zona, a diciembre de 2019, reportaron 798.552 casos de PC, equivalentes a 5.584 ha afectadas, donde el Departamento del Magdalena presentó el mayor número (95 % del total = 764.970 casos) y una incidencia acumulada de 17,5 %, seguido de los departamentos de Bolívar, Córdoba, Cesar y La Guajira. En el Magdalena, los municipios más afectados fueron: Aracataca con 764.970 casos, El Retén con 222.499, Zona Bananera con 204.413, Pueblouiejo con 14.383, Fundación con 8.165, Pivijay con 1.912 y Algarrobo con 413 (Figura 27).

Esta figura muestra la incidencia acumulada a diciembre de 2019, en rangos donde el color rojo corresponde a áreas con niveles superiores al 20 %, el naranja entre 10 y 20 %, el amarillo entre 5 y 10 %, y el verde a zonas que aún no reportan la enfermedad.



Pese a esta situación, en el Magdalena se construyeron acuerdos empresariales entre las siete plantas de beneficio del departamento, para superar la problemática por PC, conformados por ocho bases de prevención y manejo:

- Trampeo y control de *R. palmarum*.
- Adecuado uso y manejo del suelo.
- Adecuado uso y manejo del agua
- Manejo nutricional adecuado y oportuno
- Adopción de mejores prácticas agronómicas.
- Aplicación de prácticas fitosanitarias curativas.
- Eliminación de palmas sin evidencia de recuperación.
- Renovación con cultivares resistentes a la PC.

En cuanto a PE, se detectaron 27.378 casos, donde el Departamento del Cesar reportó 19.708, seguido de Bolívar con 3.675, Magdalena con 3.156, La Guajira con 484 y Córdoba con 355 casos.

Por otro lado, en la zona también se registraron casos de Anillo rojo (AR) y manchas foliares por *Pestalotiopsis* sp.; y de los insectos plagas: *R. palmarum*, *Strategus aloeus*, *Leptopharsa gibbicularina*, *Demotispa neivai* y *Opsiphanes cassina*.

1.2. Zona Central

Durante el 2019, el trabajo articulado con los núcleos palmeros se enfocó en seis líneas de acción:

- Consolidación de la información, análisis y proyección fitosanitaria.
- Aumento de la cobertura de las verificaciones fitosanitarias.
- Fortalecimiento del Sistema de Información Fitosanitaria Georreferenciada del sector palmero (SIG Fitosanitario).
- Acciones de prevención, manejo y mitigación de las principales enfermedades presentes en la zona (PC, MS y AR).
- Gestión y relacionamiento con actores públicos y privados.
- Campaña de comunicación del riesgo, enfocada en la sensibilización y el fortalecimiento técnico multinivel.

En el marco del convenio empresarial fitosanitario, se impactaron 175.245 ha acumuladas, con verificaciones en 2.522 plantaciones y una cobertura en SIG fitosanitario para la PC de 118.000 ha. El enfoque consistió en lograr mejoras en el manejo agronómico preventivo (el 69 % del área tuvo uno entre regular y bueno), y curativo (entre el 40 y el 60 % del área usó las trampas para el monitoreo y control *R. palmarum*), aumentando así el área de adopción del manejo integral del cultivo (Figura 28 a y b).

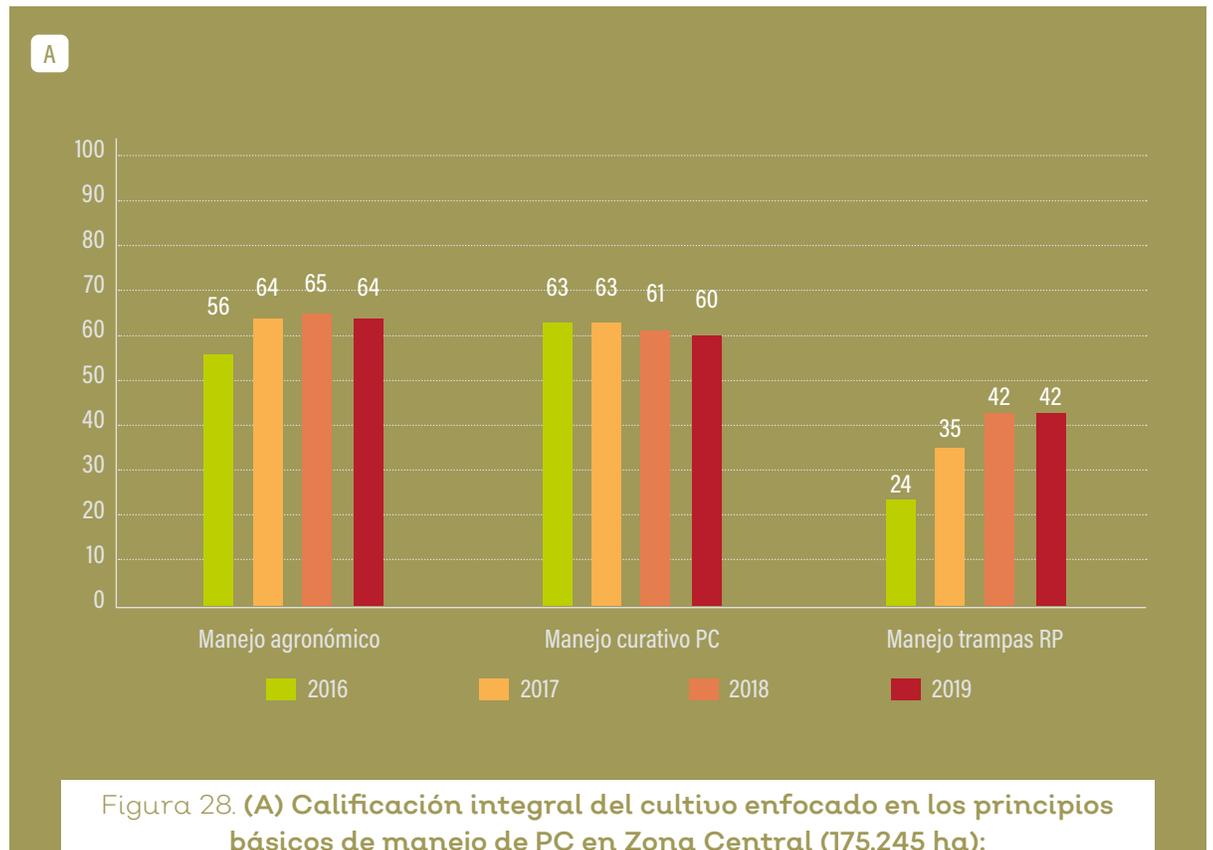
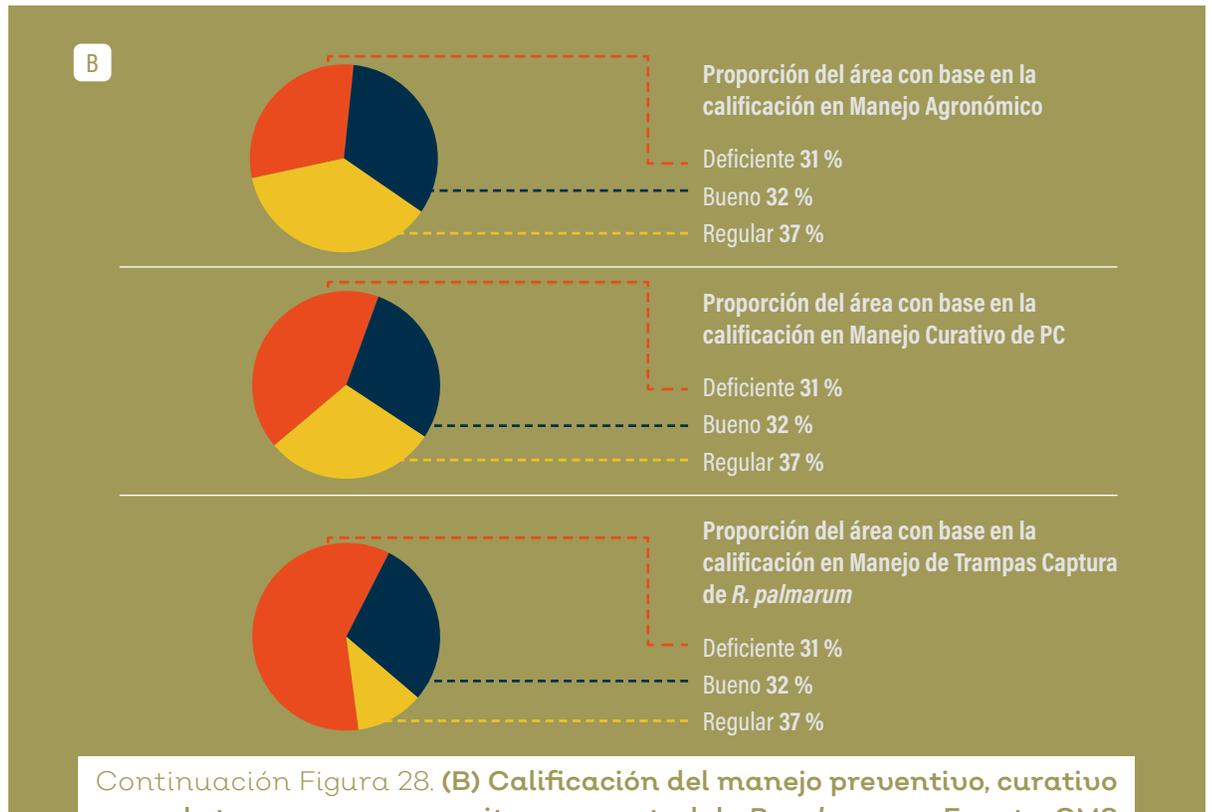


Figura 28. (A) Calificación integral del cultivo enfocada en los principios básicos de manejo de PC en Zona Central (175.245 ha);

Fuente: CMS en Zona Central



Continuación Figura 28. **(B) Calificación del manejo preventivo, curativo y uso de trampas para monitoreo y control de *R. palmarum*. Fuente: CMS en Zona Central**

La estrategia de mitigación en la zona se enfocó en la caracterización y priorización de los municipios palmeros de los departamentos de Santander, Sur del Cesar y Sur de Bolívar, según la incidencia actual de PC, en las tres áreas de manejo: explosión epidémica, avance y protección. Dentro del componente técnico, se establecieron las actividades a realizar para cada área, basadas en: la sensibilización y actualización de los diferentes actores en el manejo integral de PC, MS y AR; el seguimiento técnico a las alternativas de manejo de PC, verificaciones fitosanitarias, brigadas de vigilancia y control de plagas de monitoreo oficial en áreas de avance de la PC (10.601 ha impactadas en 214 plantaciones); y la estructuración y consolidación de la red de trampeo de *R. palmarum* en los municipios de Sabana de Torres, Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí y Puerto Wilches (13.000 ha impactadas).

1.3. Zona Oriental

En 2019 se logró, por tercer año consecutivo, mantener los mismos niveles de incidencia de la ML, principal amenaza fitosanitaria en la zona, frenando así el crecimiento exponencial que traía en años anteriores (Figura 29). Adicionalmente, por primera vez, se dieron de alta seis plantaciones que completaron más de un año sin presentar nuevos casos de la enfermedad.

Tal comportamiento, fue resultado del arduo trabajo que realizaron las plantaciones vinculadas al Convenio Empresarial de Manejo Fitosanitario, en la implementación de los seis principios básicos: manejo de la enfermedad en contexto regional; aplicación de buenas prácticas agronómicas; identificación

del nivel de susceptibilidad del cultivar; control del vector; delimitación de áreas foco; y detección y eliminación oportuna de palmas enfermas. Asimismo, con esfuerzo y recursos propios de las empresas palmeras, se eliminaron más de 1.500 ha altamente afectadas y se renovaron 550 ha más. Finalmente, se mantuvieron los programas de fortalecimiento de censadores fitosanitarios y, por tanto, se certificaron en convenio con el SENA 120 nuevos operarios.

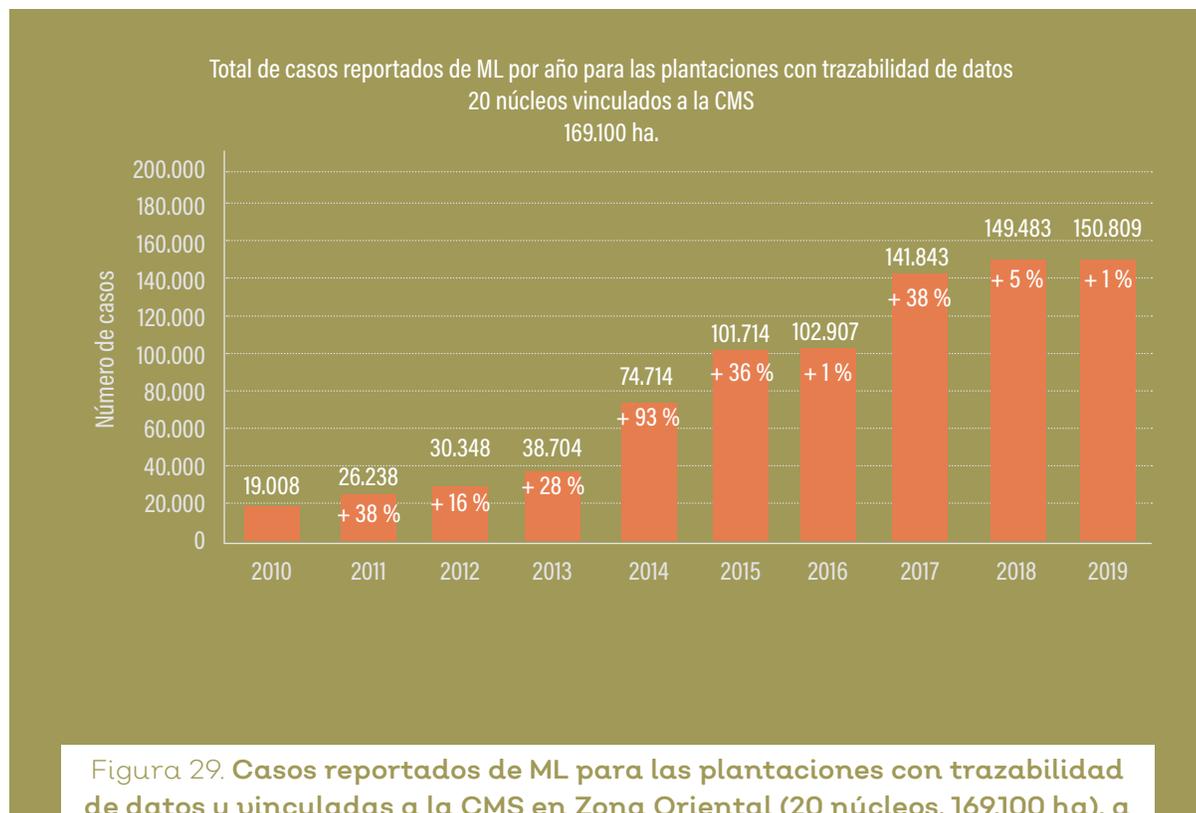


Figura 29. Casos reportados de ML para las plantaciones con trazabilidad de datos y vinculadas a la CMS en Zona Oriental (20 núcleos, 169.100 ha), a diciembre de 2019. Fuente: CMS en Zona Oriental

Tal comportamiento, fue resultado del arduo trabajo que realizaron las plantaciones vinculadas al Convenio Empresarial de Manejo Fitosanitario, en la implementación de los seis principios básicos: manejo de la enfermedad en contexto regional; aplicación de buenas prácticas agronómicas; identificación del nivel de susceptibilidad del cultivar; control del vector; delimitación de áreas foco; y detección y eliminación oportuna de palmas enfermas. Asimismo, con esfuerzo y recursos propios de las empresas palmeras, se eliminaron más de 1.500 ha altamente afectadas y se renovaron 550 ha más. Finalmente, se mantuvieron los programas de fortalecimiento de censadores fitosanitarios y, por tanto, se certificaron en convenio con el SENA 120 nuevos operarios.

1.4. Zona Suroccidental

Durante el 2019, finalizó el seguimiento a la problemática por malogro de racimos y se continuó con el fortalecimiento de la Mesa de Sanidad Vegetal, que permitió la unificación de los principios básicos de manejo de *Opsiphanes cassina*, y la consolidación de información de PC en áreas sembradas con cultivares híbridos OxG. Gracias a esto, se logró sensibilizar a los equipos técnicos sobre la

importancia de la información fitosanitaria para generar alertas tempranas. Parte de los resultados del seguimiento al malogro de racimos en la zona, se presentaron en la Reunión Técnica Nacional del 2019, donde se destacó la importancia de la capacitación permanente del personal de polinización, la supervisión de la labor y las auditorías de calidad, actividades que permitieron reducirlo a niveles inferiores del 15 %. Adicionalmente, se mostró que la implementación de la polinización artificial con ANA hizo disminuir el número de racimos malogrados en los lotes donde se cuenta con un paquete tecnológico integral que incluye las actividades mencionadas.

Por otro lado, dentro de la Mesa de Sanidad Vegetal (Figura 30), se generaron jornadas de fortalecimiento para: (i) el diagnóstico en campo de *Opsiphanes cassina*, (ii) el uso de alternativas de control biológico de alto impacto a través de la aplicación del virus, y (iii) la comunicación de datos de los muestreos realizados por las plantaciones, en donde se identificaron áreas foco del insecto. Finalmente, se consolidó la información de PC en 6.299 ha a nivel de lote.



Figura 30. Fortalecimiento de la Mesa de Sanidad Vegetal en la Zona Suroccidental

1.5. Acciones e impactos de la comunicación del riesgo fitosanitario

En el 2019, la comunicación del riesgo se mantuvo como una herramienta de primer orden para el PSMF, en su compromiso de superar la problemática fitosanitaria en cada zona palmera, así:



Se ejecutaron las campañas “De la mano contra la PC”, “De la mano contra la ML” y “De la mano contra la *Sagalassa valida*”, que integraron múltiples acciones orientadas a la divulgación de los principios básicos de manejo y demás recomendaciones técnicas; la concienciación sobre la importancia de asumir, por parte de los productores, un compromiso con la prevención y el manejo regional; y la socialización de la información requerida para la toma de decisiones oportunas que permitan hacer frente a los eventos fitosanitarios.



En alianza con el ICA, se realizaron tres jornadas de actualización técnica en las zonas palmeras Central, Norte y Oriental, que congregaron un total de 487 participantes, 95 % asistentes técnicos.



Se llevó a cabo un Megaforo Fitosanitario en la Zona Norte, donde se reunieron 270 asistentes y se socializaron los acuerdos fitosanitarios definidos por el Departamento del Magdalena para atender la situación de la PC.



Con el Área de Economía de Fedepalma, se adelantaron tres jornadas dirigidas al sector bancario que permitieron la socialización del panorama fitosanitario nacional. Más de 50 tomadores de decisión sobre las solicitudes de crédito de los principales bancos de Bucaramanga, Santa Marta y Bogotá, asistieron de manera presencial, mientras 80 participantes lo hicieron de forma virtual, a través de la transmisión vía *streaming* del evento que tuvo lugar en Bogotá.



Se mantuvo la red de vallas de información fitosanitaria ubicadas en las principales vías de las zonas Central y Norte, así como las de vinculación a las campañas de PC y ML, en las que continuó la participación de los núcleos palmeros. Además, se incrementó en 19 vallas tipo aviso de formato pequeño, para lectura a la entrada de las plantas de beneficio de la Zona Oriental.



El periódico PalmaSana llegó al N°. 27. Durante la vigencia se produjeron cinco ediciones nacionales, que permitieron la divulgación de diversos temas técnicos de importancia para los palmicultores, al tiempo que se publicaron dos especiales para la Zona Oriental, en los que se abordó a profundidad la situación de la ML y otros temas relevantes para los departamentos que la integran.

1.6. Socialización del desempeño económico y estatus fitosanitario del sector a los intermediarios financieros de las zonas palmeras

En el ámbito de la gestión de políticas e instrumentos para contribuir a fortalecer el estatus fitosanitario, el Área de Economía de la Dirección de Planeación Sectorial y Desarrollo Sostenible de Fedepalma, y el Programa de Manejo Fitosanitario de Cenipalma, desarrollaron un trabajo conjunto para presentar a los distintos intermediarios y entidades financieras, el panorama del sector durante el año y sensibilizarlos sobre las necesidades de financiamiento, en una coyuntura en la que los productores evidenciaban dificultades financieras y afectaciones fitosanitarias. Para esto, a partir del segundo semestre, se estableció una mesa sectorial de palma de aceite en la que participaron el MADR, la Secretaría Técnica de la Comisión Nacional de Crédito Agropecuario y el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, FINAGRO, con el objetivo de trabajar en dos aspectos: (i) establecimiento de una línea de crédito que le permitiera a los productores con afectaciones sanitarias, contar con recursos para poder manejarlas, y (ii) aprovechamiento de las líneas de crédito existentes, ajustándolas a la realidad del sector.

Resultado de esto se logró la inclusión de la palma de aceite dentro de una nueva línea de crédito especial denominada Bioseguridad y control de enfermedades, con la que los productores podrán financiar actividades como la adecuación de tierras, adquisición de maquinaria y equipos, eliminaciones y renovaciones en los cultivos afectados por PC y ML, entre otros. Asimismo, se consiguió la modificación del plazo

y la flexibilización de las condiciones del subsidio de la línea de crédito Agricultura por contrato (pasó de uno a tres años).

En total, durante 2019, se realizaron 13 reuniones con distintas entidades financieras, intermediarios financieros y ministerios nacionales, con el objetivo avanzar en esta gestión.

2. Avances y Resultados de la Investigación para Mejorar el Estatus Fitosanitario

2.1. Programa de Plagas y Enfermedades

Área de Entomología

Para el desarrollo e implementación de una nueva herramienta de control de un insecto plaga en un plan de manejo integrado, se requieren tres fases: (i) la inicial generalmente es de laboratorio y/o invernadero, donde se hace una selección de todos los insecticidas disponibles en el mercado con mejor actividad biológica; (ii) en la segunda se evalúan la dosis letal 50 y 90; (iii) y la última es en campo, bajo condiciones de una plantación comercial.

De esta manera, para el avance de una alternativa a corto plazo de manejo integral de tres de los principales defoliadores de la palma de aceite (*Opsiphanes cassina*, *Stenoma cecropia*, y *Loxotoma elegans*), durante el 2019 se concluyó la segunda fase mediante la evaluación de formulaciones comerciales de *B. thuringiensis* (Dipel® 'Bt var. *kurstaki*' y Xentari® 'Bt var *aizawai*'). Estos productos, de fácil disponibilidad en el mercado, se perfilan como promisorios para el control biológico de defoliadores en el cultivo, aunque son necesarios bioensayos para ajustar la dosis de campo, al igual que el número de aplicaciones.

- Se utilizaron cinco formulaciones comerciales de *B. thuringiensis*: Dipel®, Xentari®, Agrogen®, Baktur® y Bt-Biox®, para evaluar su patogenicidad y virulencia en condiciones de laboratorio y casa de malla, sobre larvas jóvenes de *O. cassina*. Con base en los resultados de casa de malla, se seleccionaron tres formulaciones Dipel, Bt-Biox® y Xentari® para pruebas de campo. En 2019, solo fue posible realizar las evaluaciones con Dipel®, aplicando tres diferentes concentraciones. Comparado con el testigo absoluto, la reducción de larvas *O. cassina* observada con la dosis de 500 g/ha fue de 94,6 %, seis días después de la aplicación. Las larvas muertas mostraban claros síntomas de infección por *B. thuringiensis*. Las valoraciones bajo condiciones de campo de las formulaciones Bt-Biox® y Xentari®, se tienen planeadas para 2020 cuando las poblaciones de *O. cassina* incrementen en la Zona Central.
- Las mismas cinco formulaciones de *B. thuringiensis*, se evaluaron en larvas de *S. cecropia* bajo condiciones de laboratorio. De estas, se seleccionaron Dipel® y Xentari® para continuar con análisis en campo en una plantación comercial, aplicando tres dosis de cada una. Siete días después de la aspersion con 500 g/ha, la reducción en la población de larvas *S. cecropia*, comparada con el testigo, fue del 85,3 % y del 77,2 % para Dipel® y Xentari®, respectivamente. Las

larvas encontradas muertas en las dos evaluaciones de campo mostraron claros síntomas de infección por *B. thuringiensis*.

- Se estimó la eficacia de siete formulaciones comerciales de *B. thuringiensis*, para el control de larvas de *L. elegans* bajo condiciones de laboratorio: Dipel®, Xentari®, Agrogen®, Baktur®, Bt-Biox®, Turilab® y Bio-*thuringiensis*®. Se realizaron cuatro bioensayos con larvas: (i) de III y IV instar, (ii) de V y VII instar, (iii) de VIII y IX instar, y (iv) de X y XII instar. Se utilizó 1 ml de la suspensión de las formulaciones en una concentración de 1×10^7 ufc/ml, y el tratamiento testigo se dejó sin aplicar. Cinco de las formulaciones: Dipel®, Xentari®, Agrogen®, Baktur y Bt-Biox®, ocasionaron mortalidad promedio superior al 80 %, siendo las más pequeñas más susceptibles que las grandes (Tabla 17). Posteriormente, se evaluó la eficacia bajo condiciones de campo, y todas las cepas provocaron mortalidades superiores al 80 % en larvas de *L. elegans* de los instares X al XII.

Tabla 17. **Mortalidad de larvas de *L. elegans* aplicadas con diferentes formulaciones comerciales de *B. thuringiensis*, bajo condiciones de laboratorio**

Nombre comercial	Ingrediente activo	Concentración	Dosis (L o g/ha)	Instar			
				III-IV	V- VII	VIII-IX	X-XII
Turilau®	<i>Bt var. kurstaki</i>	32000 UI /mg 1X10 ¹⁰ UFC/g	750	36,7	36,6	46,6	33,3
Dipel®	<i>Bt var. kurstaki</i>	32000 UI/mg 1X10 ⁹ UFC/ml	500	96,7	96,6	100	100
Bt- biox®	<i>Bt var. kurstaki</i>	32000 UI/mg 2X10 ⁹ UFC/g	500	-	-	-	83,3
Agrogen®	<i>Bt var. kurstaki</i>	32000 UI/mg 1,2X10 ¹⁰ UFC/ml	1000	93,3	93,3	96,6	86,7
Xentari®	<i>Bt var. aizawai</i>	15000 UI /mg 1.3X10 ⁹ UFC/g	500	100	100	100	100
Bak-tur	<i>Bt var. kurstaki</i>	2,2X10 ¹⁰ UFC/g	1000	93,3	73,3	86,6	90
Bio- <i>thuringiensis</i> ®	<i>Bt var. kurstaki</i>	1X10 ¹⁰ UFC/ml	1 L	33,3	33,3	66,3	46,7
Testigo	-	-	-	10	10	10	16,7

Área de Fitopatología

A fin de generar y transferir conocimientos sobre las enfermedades y sus agentes causantes, para mitigar su impacto y asegurar la producción sostenible del cultivo de palma de aceite, durante el 2019 se dieron los siguientes avances:

- Registro de enfermedades. Se lograron progresos en el diagnóstico de la PC en la Zona Oriental, donde se tomaron 59 muestras de tejidos afectados (zonas de avance), provenientes de 14 plantaciones. Se planteó la metodología de diagnóstico de *P. palmivora* mediante la detección específica y sensible de amplificación

por PCR, empleando cebadores idóneos para este patógeno. Como resultado, se confirmó la presencia de *P. palmivora* en 19 muestras pertenecientes a las cuatro subzonas (Puerto Gaitán y Cumaral-Cabuyaro-Villanueva), y la aparición de estructuras del patógeno en tejidos afectados (Figura 31).

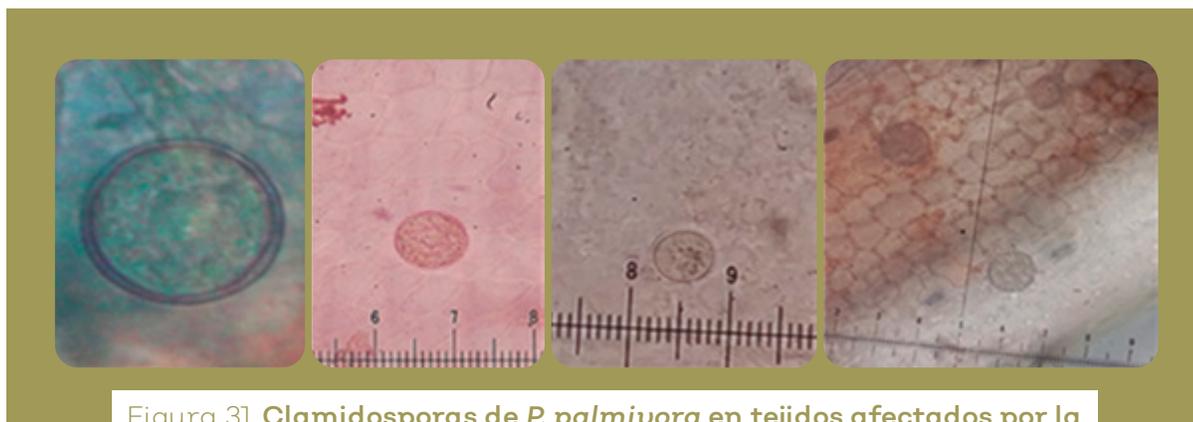


Figura 31. Clamidosporas de *P. palmivora* en tejidos afectados por la PC en Zona Oriental

- Alternativas biológicas para el manejo de la *P. palmivora*. En la búsqueda de un agente con capacidad de biocontrol sobre *P. palmivora*, se evaluaron 28 cepas bacterianas nativas de plantaciones de palma de aceite del Sur del Cesar. Las propiedades antagónicas de estas se analizaron estimando el porcentaje de inhibición del patógeno mediante cultivos duales. Como resultado, 13 códigos bacterianos evidenciaron control sobre el crecimiento radial de *P. palmivora*, con porcentaje de inhibición superior al 80 % (Figura 32), convirtiéndose en aislamientos promisorios para continuar evaluando el desarrollo de la PC en vivero y campo.



Figura 32. Cepas bacterianas nativas con potencial de biocontrol sobre el desarrollo de *P. palmivora*

- Diagnóstico de pudriciones de estípites (PE). Se caracterizaron los síntomas asociados a las PE presentadas en las cuatro zonas palmeras, y se realizó la toma de muestras para el respectivo trabajo de diagnóstico en laboratorio. Se encontró que las pudriciones predominantes, durante el 2019, fueron: corchosa (Aracataca, San Alberto y San Martín), húmeda (Zona Bananera, Codazzi, Becerril, Puerto Parra, San Pablo, La Gloria, Tibú, Monterrey, Paratebueno, Maní, Cumaral y Barranca de Upía); seca (Zona Bananera, María La Baja, Copey, Codazzi, Pivijay, San Alberto, San Martín, La Gloria, Yarima, Sabana de Torres, San Carlos de Guaroa, Cumaral, Maní, San Martín, Villanueva y Vista Hermosa) y basal (Zona Bananera, Codazzi, Copey y

San Alberto) (Figura 33). Siendo predominantes, con un mayor número de registros, la pudrición húmeda y la seca.



Figura 33. Síntomas externos e internos de pudriciones del estípote registradas: A. Húmeda B. Seca C. Basal

- Epidemiología de Marchitez letal (ML). Con el objetivo de describir matemáticamente el comportamiento de las diferentes epidemias causadas por la ML en Zona Oriental, se analizaron un total de 562 lotes de dos plantaciones, entre enero de 2011 y diciembre de 2017, debido a que se requieren registros detallados y completos, y dichos años contaban con la información suficiente. El proceso de selección de lotes por plantación fue definido teniendo en cuenta los siguientes criterios: aquellos cuyo inicio de la epidemia era conocido (fase inicial); lotes con el mayor número de registros posibles (fase exponencial); con el más alto porcentaje de incidencia final conocido (fase transicional); y con un registro de 24 y 36 meses después de iniciada la epidemia (fase estática). Para cada uno de los lotes se evaluaron cinco modelos de crecimiento matemático de tipo Exponencial, Monomolecular, Logístico, Gompertz y Richards. Los resultados obtenidos, solo con la variable coeficiente de determinación, demostraron que para la plantación 1 el de mejor ajuste fue el Gompertz, mientras en la plantación 2 fue Monomolecular, para registros de 24 meses y 36 meses. Con base en estos modelos matemáticos, se lograron avances en el entendimiento del comportamiento de la enfermedad, y permitirán describir la dinámica futura de la ML, para predecirla y evaluar el impacto de las estrategias de manejo y prevención.

2.2. Programa de Biología y Mejoramiento

Este programa de investigación contribuyó al objetivo de mejorar el estatus fitosanitario, mediante la búsqueda de fuentes de resistencia a la PC en palma de aceite, por fuera de los cultivares comerciales.

Se continuó trabajando a partir de las colecciones biológicas de *Elaeis guineensis*, provenientes de Angola y Camerún, mediante más de 250 cruzamientos dirigidos con un probador susceptible (Angola x Probador 'cultivar Yangambi'). Estos fueron sembrados en el 2016 en campo y/o en umbráculo, para así registrar su incidencia y severidad. Bajo condiciones de campo en Tumaco, al cierre del 2019 con el censo 30, se alcanzó una incidencia acumulada de 58.8 % del total de las palmas del ensayo, y una erradicación del 49,1 % del experimento. A pesar del rápido y

agresivo progreso de la enfermedad, se identificaron progenies promisorias con bajas incidencias y menor número de palmas erradicadas, en contraste con aquellas que superan el 90 % de palmas pérdidas (Figura 34). Adicionalmente, según resultados del mapeo por asociación, se encontraron polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) que pueden estar relacionados con patrones de resistencia o susceptibilidad a la PC.

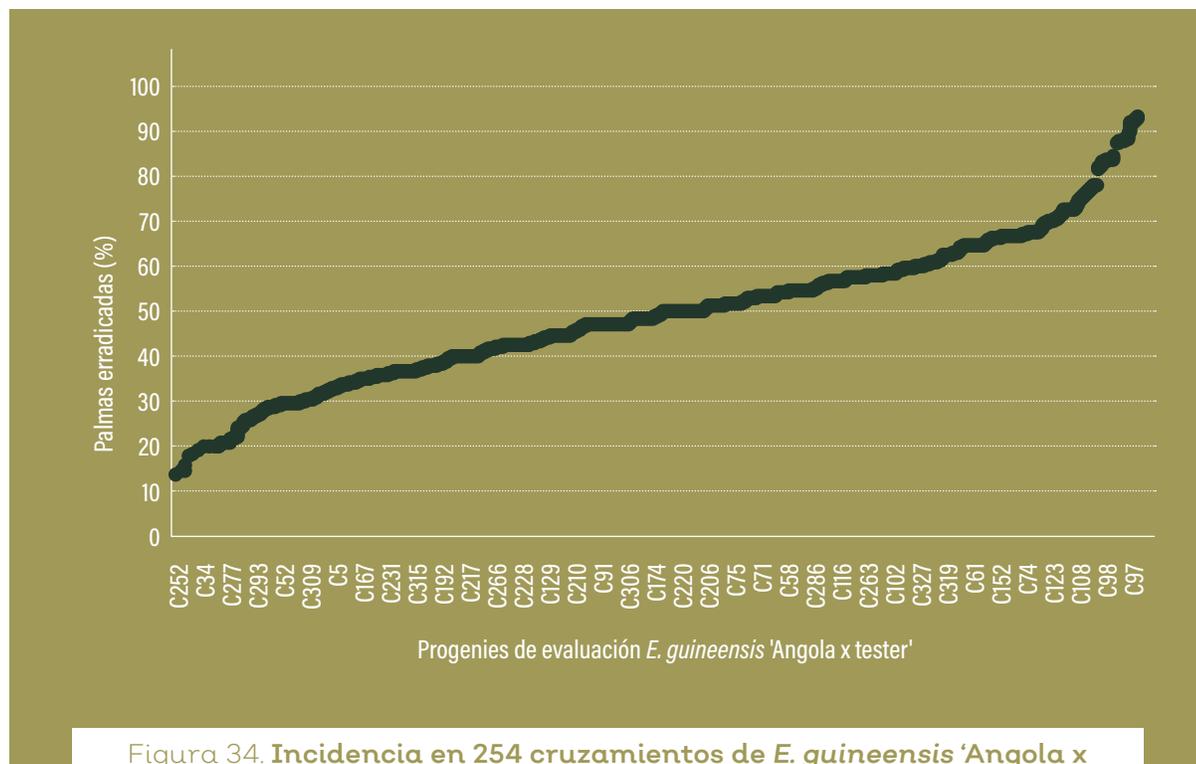


Figura 34. Incidencia en 254 cruzamientos de *E. guineensis* 'Angola x Tester' en condiciones de campo, 36 meses después de la siembra

Asimismo, dentro de las estrategias para el manejo de la PC, está el desarrollo de híbridos OxG mediante la metodología de selección recurrente recíproca, que permite mejorar familias genéticas de *E. oleifera* y *E. guineensis*, evaluar las progenies resultantes, y seleccionar las mejores familias, individuos y progenies, con base en la combinación específica y general de los parentales utilizados. Durante la vigencia 2019, se generaron dichas progenies, que se llevarán a pruebas de evaluación agronómica (PEA) en vivero (2020) y campo (2021) de las diferentes zonas, a fin de seleccionar las mejor adaptadas a las diferentes condiciones agroecológicas.

Otra estrategia para la búsqueda de fuentes de resistencia a la PC es a través clones de *E. guineensis*, obtenidos de palmas "sobrevivientes" a la enfermedad en las zonas Suroccidental y Central (2007-2010). Durante el 2019, se hizo la introducción de 10 nuevas palmas con características de interés agronómico y aparente resistencia a la PC (en campo y/o laboratorio), al proceso de clonaciones y reclonación. Adicionalmente, se identificaron genes candidatos relacionados con la resistencia a la PC, y se obtuvieron 1.500 plántulas aclimatadas y en fase de vivero para ser evaluadas en PEAs de las diferentes zonas, preferiblemente en regiones donde la presión de inóculo es alta.

En la interacción planta-patógeno, se encontró una expresión diferencial de algunos genes (elicitina, proteasa, esporulación y fosfoenolpiruvato-carboxiquinasa), cuando *P. palmivora* ataca al cultivar susceptible (sobrexpresión) en comparación al resistente, que limita al patógeno de forma considerable, reduciendo así su proliferación en el tejido y en el tiempo. Finalmente, mediante expresión transitoria por biobalística, se determinó la variabilidad patogénica de los aislamientos de *P. palmivora*, lo que permite proyectar el diseño de las pruebas de selección temprana para la búsqueda de cultivares resistentes a la PC.

2.3. Programa de Agronomía

En el 2019, con respecto a la PC, se avanzó en la diferenciación de síntomas de deficiencia de micronutrientes y la presencia de la enfermedad, así como en el cálculo de indicadores agronómicos del estado de susceptibilidad.

Por su parte, en teledetección aplicada a ML, se obtuvieron firmas y perfiles de reflexión de luz, con los que se calcularon diferentes índices hiper y multispectrales de vegetación, que permiten discriminar preliminarmente entre palmas sanas y aquellas con síntomas de la enfermedad (Figura 35).

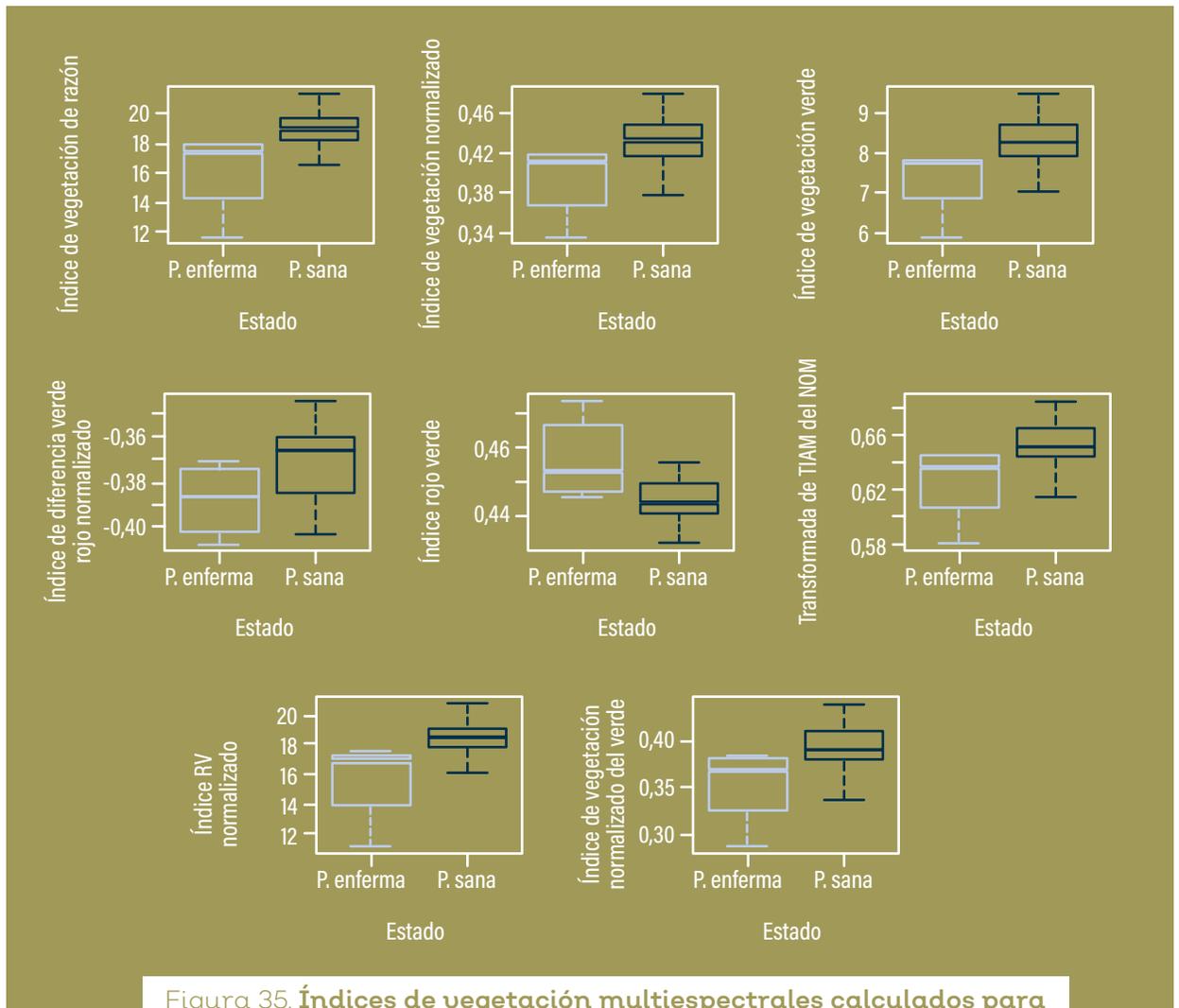


Figura 35. Índices de vegetación multispectrales calculados para discriminar palmas sanas de palmas con ML

Asimismo, se avanzó en el uso de sensores térmicos montados en aeronaves no tripuladas (drones), cuyas imágenes permitieron medir la variación temporal de la temperatura del dosel de las diferentes palmas evaluadas, identificando las afectadas por ML (P29, P40, P41, P49 y P51) y las sanas (P24, P25, P27, P33, P35, P39), como se muestra en la Figura 36.

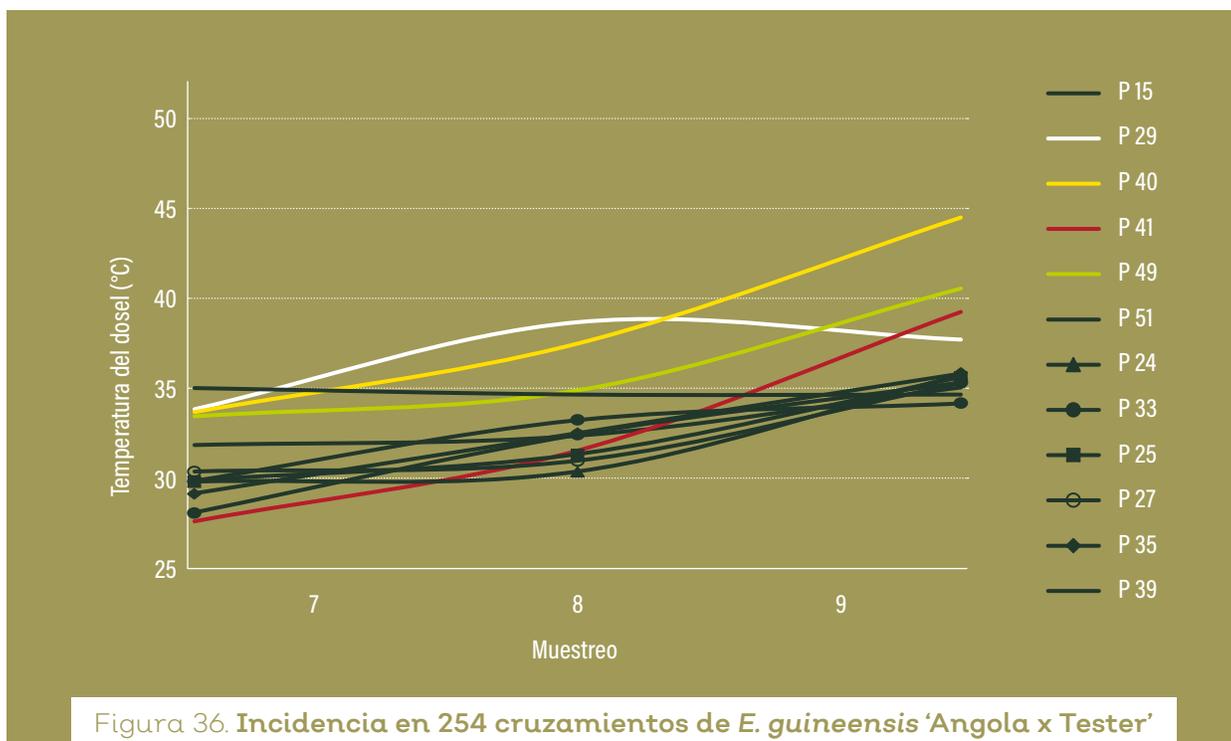


Figura 36. Incidencia en 254 cruzamientos de *E. guineensis* 'Angola x Tester' en condiciones de campo, 36 meses después de la siembra

2.4. Unidad de Validación, Economía Agrícola y Biometría

Durante 2019, la Unidad de Validación abordó el manejo de las enfermedades que generan las mayores pérdidas para la agroindustria de la palma de aceite en Colombia: PC y ML. En el caso de la PC, se llevó a cabo la documentación de las estrategias orientadas a su control en los cuatro campos experimentales, básicamente relacionada con la información de la incidencia de la enfermedad y los procesos de manejo particulares (labores, frecuencias, insumos, herramientas y precios), ejecutados de acuerdo con la edad de la plantación y los cultivos sembrados.

En lo que concierne a la ML se realizó el estudio de *benchmarking* Costo de manejo de la Marchitez letal en plantaciones del Bajo Upía, con el objetivo de valorar económicamente el manejo de la enfermedad en cinco plantaciones de esta región foco, que abarcan un total de 17.921 ha sembradas (75 % con cultivos *E. guineensis*).

Desde el punto de vista metodológico, se unificaron los criterios para medir el estado de afectación de ML de manera homogénea. Se definió 'área afectada' como aquella con al menos un caso en la vigencia del estudio (abril de 2017 – diciembre de 2018).

En cuanto a la estimación de los costos asociados, se implementó un enfoque de ingeniería económica. Se utilizó un instrumento de recolección de la información (cuestionario), en el que se indagó por el cumplimiento de los principios de manejo de la enfermedad (prácticas para controlar el vector, delimitación de focos, detección temprana y eliminación oportuna de palmas infectadas), y por las labores, frecuencia, rendimiento de la mano de obra e insumos empleados (cantidades y precios), así como por el número de casos y erradicaciones (Tabla 18).

El análisis de costos se realizó considerando la edad de siembra y el nivel de afectación por la ML. Se tasaron los valores de manejo de la enfermedad para dos categorías de cultivos: palma menor a siete años y mayor a siete años, y se plantearon costos en dos escenarios: manejo preventivo (áreas sin presencia de ML) y manejo en áreas afectadas.

Tabla 18. **Prácticas y costo de manejo de la ML en: (a) Plantaciones foco del Bajo Upía (b) Plantaciones en áreas sin ML localizadas en zonas endémicas**

(a)

Práctica de manejo	Plantación A	Plantación B	Plantación C	Plantación D	Plantación E
Censos	X	X	X	X	X
Erradicaciones	X	X	X	X	X
Aplicaciones		X	X	X	
Erradicación de focos		X	X	X	
Costo total (\$)	126.266	423.478	322.957	205.759	65.032

(b)

Práctica de manejo	Plantación A	Plantación B	Plantación C	Plantación D	Plantación E
Censos	X	X	X	X	X
Erradicaciones					
Aplicaciones					
Erradicación de focos					
Costo total (\$)	28.884	53.176	48.550	40.500	31.357

De esta manera se tiene que:



En zonas con presencia de la enfermedad, la tarea de detección temprana fue el rubro de mayor participación en el costo, debido al alto precio de los censos y la frecuencia que se impone una vez se detecta un caso, con un rendimiento de la labor entre las 20 - 30 ha.



En general fue mayor la cantidad de palmas erradicadas en las siembras menores a siete años, siendo el método químico el más usado, con un costo que osciló entre 8.000 - 15.000 \$/palma.



Todas las plantaciones realizaron aplicaciones de insecticidas y de hongos microbiológicos en áreas afectadas, con una frecuencia que varió entre tres y 12 aplicaciones al año. En general, el costo de aplicación (incluyendo insumo, mano de obra y máquina) estuvo alrededor de los 40.000 \$/ha, y el método de aplicación más empleado fue la aspersión mediante bomba Jacto, con rendimientos promedio de 30 ha/día.



La eliminación de focos se llevó a cabo en lotes con más del 30 % de casos de la enfermedad, con inyección química o erradicación con retroexcavadora.

Finalmente, la síntesis del costo de manejo de la ML indica que:



Cultivos con palma menor a siete años: la estimación del costo de manejo de la ML en áreas sin la enfermedad, mostró valores que oscilaron entre 40.500 - 65.700 \$/ha.año. En las zonas con ML, se estimó en promedio 290.781 \$/ha.año. Las prácticas que explican esa diferencia son la mayor frecuencia en la realización de censos, el mayor número de palmas eliminadas, y la aplicación de microorganismos o moléculas de síntesis química.



Cultivos con palma mayor a siete años: el costo total del manejo de la enfermedad en áreas afectadas osciló entre 55.045 - 211.461 \$/ha año. Entretanto, en las áreas sin presencia de la ML, el precio varió entre 28.884 - 53.176 \$/ha año.

Así, el costo total resultó inferior en las áreas con palmas mayores a siete años, debido a que el rendimiento de los censos es superior en palma adulta, el número de casos de la ML es menor, y la aplicación de pesticidas (de síntesis química o biológicos) se realiza con menor frecuencia o no se hace.

3. Avances y resultados de la extensión para mejorar el estatus fitosanitario

Durante el 2019, se llevó a cabo la actualización y priorización de los temas de investigación y de extensión relacionados con la palma de aceite. Dicha tarea es estratégica, y fue cumplida en primera instancia por los comités agronómicos y de plantas de beneficio. Luego, por el comité de gerentes en cada zona, para garantizar la coincidencia de su visión con la de los técnicos y así ganar mayor validez, y finalmente por los comités asesores nacionales, antes de ponerlas a consideración de la Junta Directiva de Cenipalma para su aprobación final. De esta manera, los frentes de acción del proyecto de Extensión se alinearon a las prioridades relacionadas con el objetivo sectorial de Mejorar el estatus fitosanitario en cada zona palmera (Tabla 19).

Tabla 19. **Priorización 2019 de la agenda de investigación y extensión en el componente fitosanitario en cada zona palmera**

	Mejorar el estatus fitosanitario	Extensión
Zona Suroccidental	Manejo de la PC en cultivos híbridos OxG.	Seguimiento y verificación del estatus fitosanitario

	Mejorar el estatus fitosanitario	Extensión
Zona Suroccidental	Detección y manejo de <i>Demotispá neivai</i> .	Reactivación de la Mesa de Sanidad Vegetal
Zona Oriental	ML	
	PE	Reconocimiento y manejo de la pudrición de estípíte
	Control biológico y manejo de plagas: <i>D. neivae</i> , <i>Brassolis</i> , <i>Opsiphanes cassina</i> , <i>Leptopharsa gibbicarina</i> , <i>Eupalamides sp.</i>	Manejo de defoliadores
Zona Central	Manejo integrado de plagas	Actualización en manejo del SIG
	PC: alternativas biológicas y químicas, criterios de manejo en palma adulta	MIP y enfermedades enfocado a RSPO
	Diagnóstico temprano de la pudrición de estípíte y ML	Formación continua en sanidad a censadores élite
Zona Norte	Caracterización de materiales frente a resistencia a la PC	Capacitación en manejo eficiente del agua
	Control biológico de enfermedades y plagas	Manejo de la PC. Identificación temprana, prácticas de manejo
	Estrategia de manejo pudriciones de estípíte	Control biológico de plagas, manejo de entomopatógenos

4. Indicadores de gestión

Gestión sectorial (casos de PC y ML por zona) (Figura 37 y Tabla 20).

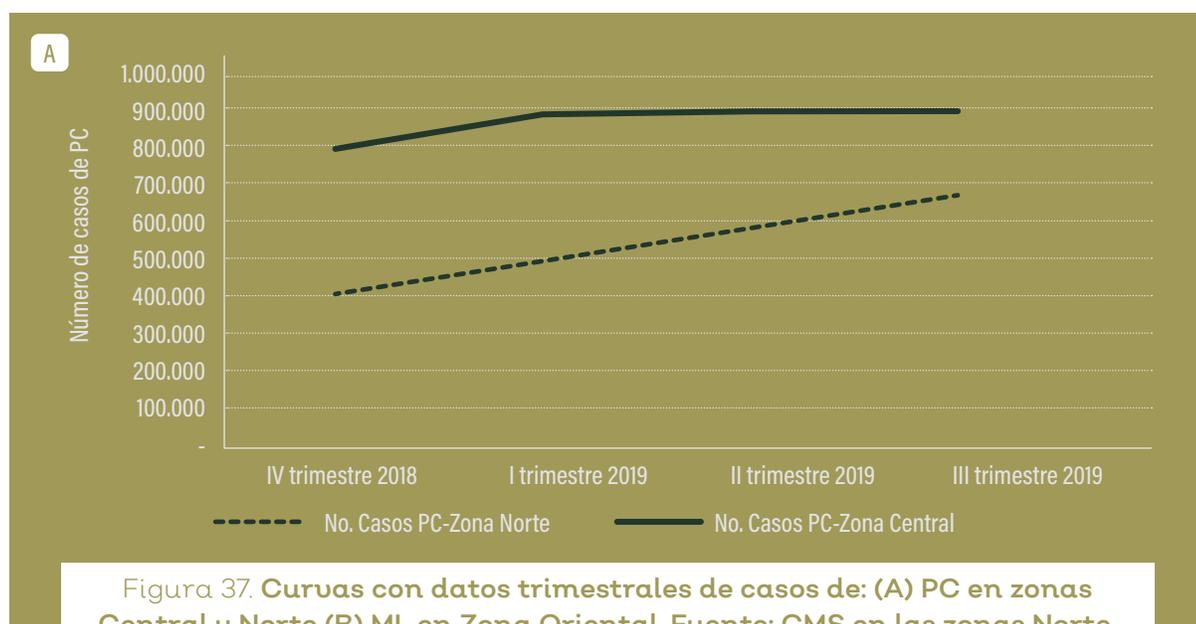


Figura 37. Curvas con datos trimestrales de casos de: (A) PC en zonas Central y Norte (B) ML en Zona Oriental. Fuente: CMS en las zonas Norte, Central y Oriental

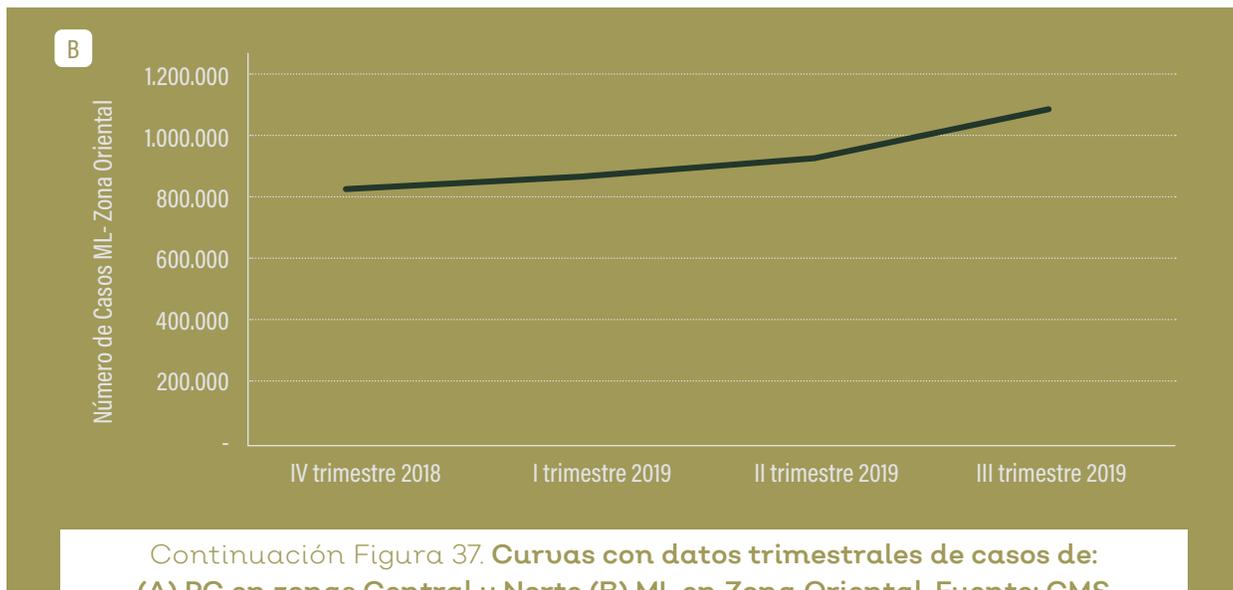


Tabla 20. Impacto sectorial (cobertura de manejo de información y verificación fitosanitaria)

Indicadores fitosanitarios	Zona Oriental	Zona Norte	Zona Central
Cobertura en el manejo de información fitosanitaria (ha)	172.500	69.910	156.000
Cobertura en el manejo de información fitosanitaria (%)	86	100	100
Plantaciones con información fitosanitaria (Nº)	567	1.430	2.500
Plantaciones con información fitosanitaria (%)	100	61	100
Cobertura en la verificación fitosanitaria (ha)	94.700	68.970	101.000
Cobertura en la verificación fitosanitaria (%)	99	60	70
Plantaciones con verificación fitosanitaria (Nº)	197	1.411	1.542
Plantaciones con verificación fitosanitaria (%)	95	60	70

