

# Estado actual de la investigación sobre pudrición de cogollo

## Current status of bud rot research

PEDRO LEON GOMEZ CUERVO<sup>1</sup>

### RESUMEN

La incidencia del Complejo Pudrición del Cogollo (CPC) en Colombia se ha venido incrementando a través del tiempo, y por esto, en 1988, los palmicultores, por medio de FEDEPALMA, ampliaron las investigaciones sobre pudrición de cogollo y más tarde crearon a CENIPALMA para agilizar las investigaciones. Estas se iniciaron con la revisión de trabajos anteriores y el diseño de un proyecto, en el cual han participado investigadores del ICA, CENIPALMA, varias universidades y COLJAP. El proyecto comprende varias actividades, cuya implementación se ha venido haciendo según los planes establecidos y teniendo en cuenta los resultados obtenidos. En el artículo se resumen los principales resultados y conclusiones del proyecto CPC en las diferentes actividades.

Palabras claves: Palma de aceite, Enfermedades, Pudrición de cogollo, Investigación.

### SUMMARY

The incidence of the bud rot complex (CPC) in Colombia has been steadily increasing. Therefore, oil palm growers decided to broaden bud rot research activities in 1988 through FEDEPALMA and later on they created CENIPALMA with the purpose of expediting this research. It started with the revision of previous studies and the design of a project, with the participation of researchers from ICA, CENIPALMA, various universities, and COLJAP. The project includes several activities which have been implemented according to the established plans and bearing in mind the results obtained. This article summarizes the main results and conclusions of the CPC project in different areas.

<sup>1</sup> Director Ejecutivo. CENIPALMA. Apartado Aéreo 252171. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia

## INTRODUCCION

La incidencia del Complejo Pudrición de Cogollo (CPC) se ha venido incrementando a través del tiempo; entre 1964 y 1970 destruyó el 60% de la plantación "La Arenosa" en Turbo (Ant.); en 1988, la enfermedad apareció con alta incidencia en los Llanos Orientales y casos aislados en las zonas Norte y Occidental; durante 1994 se ha aumentado principalmente en la zona Oriental y aparecieron casos nuevos en las zonas Central y Occidental. A raíz de la intensificación de este complejo en 1988, los palmicultores, a través de FEDEPALMA, incrementaron las investigaciones en Pudrición de Cogollo, y para dar mayor agilidad a las mismas se creó el Centro de Investigación en Palma de Aceite, CENIPALMA, que empezó a operar a partir del 1 de enero de 1991.

Una de las estrategias más importantes de CENIPALMA ha sido la de promover la integración entre instituciones, a nivel nacional e internacional, que desarrollan la investigación en palma de aceite, como una forma de utilizar más eficientemente los recursos de que dispone el país, teniendo en cuenta también los altos costos y el tiempo que dura la investigación en este cultivo.

Las investigaciones sobre Pudrición de Cogollo, lideradas por el gremio palmero, se iniciaron con una revisión de los trabajos que se habían realizado a nivel nacional e internacional. Con el apoyo directo de un grupo de científicos del ICA se diseñó un proyecto, en el cual han trabajado, en los dos primeros años (1991 y 1992), investigadores de CENIPALMA y del ICA; recientemente se han vinculado investigadores del Centro de Investigaciones Microbiológicas (CIMIC) de la Universidad de los Andes, en Santafé de Bogotá, profesores de las Facultades de Agronomía de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en Tunja, y de la Universidad de Ciencias Agropecuarias UDCA, en Santafé de Bogotá; además se ha tenido el apoyo de COLJAP para los análisis foliares y de suelos.

El proyecto se estructuró con base en la información disponible y en las experiencias de los investigadores vinculados al proyecto y de los profesionales que estaban manejando el problema en el campo. El contenido del proyecto fue ampliamente debatido a nivel interno entre palmicultores e investigadores; además fue analizado en detalle por consultores ingleses y franceses traídos especialmente para el efecto.

El proyecto comprende las siguientes actividades:

- Determinación de la naturaleza patogénica.
- Caracterización de la enfermedad.
- Identificación de agentes causales y posibles vectores.
- Factores abióticos predisponentes.
- Posible sinergismo entre agentes causales asociados.
- Control.
- Selección de materiales resistentes.

Las actividades contempladas incluyen las diferentes hipótesis que existían en el momento que se elaboró el proyecto. La implementación de las mismas se han venido haciendo según los planes establecidos y teniendo en cuenta los resultados que se van obteniendo. La difusión de los resultados se ha hecho a través de seminarios, días de campo y publicaciones en la revista "Palmas", el boletín "El Palmicultor" y en los informes de labores de FEDEPALMA y CENIPALMA.

El objeto de este artículo es resumir los principales resultados de las investigaciones del Proyecto Complejo Pudrición Cogollo que ha liderado CENIPALMA en Colombia desde principios de 1991.

## DETERMINACION DE LA NATURALEZA PATOGENICA DE LA ENFERMEDAD

En septiembre de 1990 se estableció un experimento en lotes con alta incidencia de la enfermedad con el objetivo de definir la naturaleza del agente causal, para eliminar, desde un principio, una serie de hipótesis que al respecto se discutían y aseveraban en esa época. En el caso de que el CPC fuera de origen patológico, se consideró importante conocer la parte de entrada (follaje o raíz) y el papel que pudieran estar desempeñando los insectos en su diseminación y desarrollo. En el experimento se consideraron cuatro tratamientos:

- 1 - Palmas con protección foliar-Suelo sin desinfección
- 2- Palmas con protección foliar-Suelo con desinfección
- 3- Palmas sin protección foliar-Suelo con desinfección
- 4- Palmas sin protección foliar-Suelo sin desinfección

Para la protección foliar se realizaron aplicaciones semanales de un insecticida y un fungicida. La desinfección del suelo se hizo, por una sola vez, con Vapam. El material de siembra empleado fue ICA-Caribia. El experimento tuvo una duración de tres años y se realizó en la Hacienda "La Cabaña", ubicada en el municipio de Cumaral (Meta) a 3.305 msnm, con una

precipitación anual promedio de 3.100 mm y con suelo franco-arcilloso.

Durante el primer año sólo se presentaron algunos casos de pudrición de flecha, cuya incidencia, a través del año, no tuvo diferencias entre tratamientos y se presentó indistintamente en palmas con o sin protección del follaje o del suelo. Durante el segundo año tampoco se presentaron diferencias entre los tratamientos. En cada uno de ellos, tres o cuatro palmas, siempre las mismas, manifestaron pudrición de flecha, la cual, en épocas de lluvia, descendió para causar Pudrición de Cogollo. Las palmas se recuperaron ligeramente y de nuevo reincidieron.

La información obtenida a través de tres años de información confirma otros resultados, según los cuales se descarta la acción de los insectos en la presencia de la enfermedad. Tampoco se observó un efecto benéfico en la aplicación de plaguicidas respecto a la evolución de la pudrición.

## CARACTERIZACION DE LA ENFERMEDAD

En Colombia se ha empezado a utilizar el término "Complejo Pudrición de Cogollo", porque existen referencias sobre la pudrición de flecha como una enfermedad endémica de fácil tratamiento y control, de la cual se aislan invariablemente algunas especies de *Fusarium*, pero también forma parte de los síntomas descritos para el amarillamiento letal del Brasil y de la Pudrición de Cogollo en otros países de América Central y del Sur, y aun cuando algunos Asesores han descrito diferencias entre la sintomatología presente en varios países, ésta ha cambiado a través del tiempo y no había certeza de las características de la enfermedad en Colombia.

El trabajo que se realizó en la Hacienda "La Cabaña", consistió en registrar cada 15 días, en forma detallada y sistemática, los síntomas de la enfermedad conocida como Pudrición de Cogollo, sobre un total de 138 palmas de la siembra 84, las cuales tuvieron un manejo

agronómico igual al resto de la plantación. La selección del lote se hizo porque era el que presentaba mayor incidencia de la enfermedad en la plantación y porque los síntomas en palmas de más edad eran iguales.

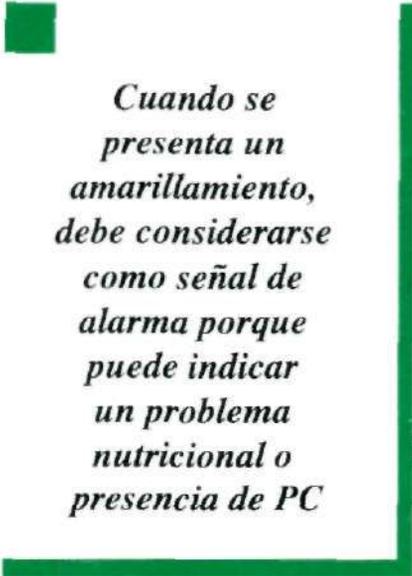
El trabajo se realizó entre agosto de 1990 y septiembre de 1991, e incluyó períodos climáticos bien marcados. El primero (julio 90-marzo 91) fue seco, excepto por cuatro aguaceros fuertes entre octubre y noviembre. El segundo (abril-agosto 91) fue de lluvias fuertes y continuas. Entre el tercero y sexto mes se hizo cirugía a algunas palmas, con el fin de tomar muestras y relacionar los síntomas internos con los externos o de pudrición de cogollo. Después de 30 días, las palmas tratadas con cirugía se incluyeron nuevamente en las observaciones para conocer el grado de recuperación.

No hubo un síntoma inicial que se hubiese presentado consistentemente, ni un ordenamiento o secuencia en la aparición. En cuatro casos, la pudrición de flecha se presentó en palmas con síntomas previos de amarillamiento, clorosis y moteado, y en dos palmas con clorosis y amarillamiento. Fuera del lote experimental, durante el invierno se observaron casos

de palmas con hojas amarillas sin daño en la flecha que al ser tratadas con cirugía presentaron un alto porcentaje de pudrición en los tejidos del cogollo, síntoma semejante al amarillamiento letal del Brasil, pero no igual, porque las palmas se recuperaron al ser tratadas por cirugía. Por lo tanto, aun cuando el amarillamiento no es exclusivo ni típico del CPC, cuando se presenta debe considerarse como una señal de alarma porque puede indicar un problema nutricional o la presencia de Pudrición de Cogollo.

Durante el verano, el amarillamiento de hojas jóvenes desapareció y quedó sólo en palmas con daño muy severo. El

daño en las flechas fue el síntoma inicial más común, pero no fue consistente en la ubicación o en la forma de aparición. En algunas palmas se inició por el tercio apical de las flechas más desarrolladas y en otras en la parte media o baja o en las flechas pequeñas. El mayor número casos se encontró afectando la flecha



*Quando se presenta un amarillamiento, debe considerarse como señal de alarma porque puede indicar un problema nutricional o presencia de PC*

emergente más joven, que en pocas semanas se transformó en una pudrición total de las demás flechas, y más tarde en una pudrición de cogollo húmeda y profunda; fue el síntoma más importante y más difícil de diagnosticar, porque estaba escondido entre las flechas más grandes. Cuando el problema fue detectable, posiblemente tenía varias semanas de incubación.

El primer indicio de daño de pudrición de flecha seca fue el oscurecimiento de los bordes o aristas de los folíolos de las flechas; luego, algunos folíolos se desflecharon y revelaron manchas o quemazones secas de color café claro u oscuro con tonalidades cremas o amarillas en las zonas de avance; las manchas aparentemente descendían hasta el raquis. Pocas veces se apreció la penetración, porque el daño se encontró más bajo. En esta etapa, los síntomas fueron semejantes a los descritos por Turner (1981) como «wither tip» y «patch yellow», los cuales puede probarse que son fases de una misma enfermedad.

Un segundo tipo de pudrición húmeda que es el que más se asemeja al amarillamiento letal, se observó en folíolos plegados cerca al raquis de las flechas, los cuales perdían su consistencia y tomaban un aspecto húmedo brillante de color gris o marrón claro y bordes cremas, algunos con bordes cremas traslúcidos. Al progresar la infección se extendía al raquis o los pecíolos y se convertían en una masa pastosa de color amarillo o gris oscuro y de olor desagradable. No fue posible establecer diferencias en el origen de los dos síntomas de daño, porque algunas palmas presentaron pudriciones secas, otras pudriciones húmedas y un tercer grupo los dos tipos.

Los tejidos del cogollo de palmas con síntomas de pudrición de flecha invariablemente presentaron síntomas de daño semejantes a los descritos para las flechas; no se encontró diferencia o separación entre las dos áreas, por tanto, se consideraron como un solo problema.

El CPC no presentó un modelo especial de desarrollo; las curvas de comportamiento de las palmas enfermas fueron diferentes, los síntomas característicos

fueron las manchas y quemazones con que se iniciaban las pudriciones de flechas, las cuales se presentaron antes o después del amarillamiento de las primeras 3 o 4 hojas jóvenes. Sin embargo, el amarillamiento fue oscilante, y algunas palmas no lo presentaron. Después de varios meses con infección, las palmas iniciaron su recuperación; ésto se reconocía por la expulsión de los tejidos descompuestos y la formación de nuevas flechas que originaban hojas pequeñas.

Durante los meses de mayor precipitación, la presencia de hongos fue abundante, especialmente en el tercio inferior de las flechas, de donde probablemente descendían a los tejidos del cogollo, ayudados por las fuertes lluvias y vientos frecuentes en la zona. La esporulación en los folíolos de hojas sin abrir fue difícil de evaluar porque sólo era visible cuando los folíolos se separaban; además, la contaminación con hongos saprófitos fue muy alta.

Del trabajo realizado se pudieron sacar las siguientes conclusiones:

- La enfermedad registrada en Colombia como Complejo Pudrición de Cogollo (CPC) de la palma de aceite no es invariablemente letal, ya que un 59,7% de las palmas de siembra 86 expulsaron los tejidos podridos y se recuperaron.
- Los síntomas del CPC fueron: Pudrición de flechas, amarillamiento de las hojas más jóvenes, pudrición de los tejidos del cogollo, hoja quebrada y hoja pequeña; este último como síntoma de la enfermedad en palmas de 2 a 3 años o como síntoma de recuperación.
- El amarillamiento de las hojas jóvenes no es un síntoma confiable para diagnosticar la enfermedad, ya que puede ser parte del complejo o ser producido por varios factores que inducen desórdenes fisiológicos o nutricionales de los tejidos en formación.
- El moteado de las hojas no es un síntoma de la enfermedad, pero puede ser una consecuencia del daño en los tejidos del cogollo.
- Las pudriciones de las flechas y del cogollo están directamente relacionadas y son la característica principal de la enfermedad.

*Las pudriciones  
de las flechas  
y del cogollo están  
directamente  
relacionadas  
y son la  
característica  
principal  
del CPC*

## IDENTIFICACION DE AGENTES CAUSALES Y POSIBLES VECTORES

### Transmisión por insectos

Una de las hipótesis respecto al agente causal de la Pudrición de Cogollo se refiere a un virus o a organismos parecidos a virus, cuyo vector puede ser un insecto. Por otra parte, existen amarillamientos, rayados, moteados y otros síntomas que coinciden con los característicos de virus.

Mediante observación directa de las flechas, especialmente hacia la base de las mismas, por considerar esta parte como la más vulnerable para el desarrollo de la enfermedad, se hizo un inventario de las especies de insectos más comunes, entre los cuales se encontraron:

*Hololepta* sp. (Coleoptera: Histeridae)

*Imatidium neivai* Bondar (Coleoptera: Chrysomelidae)  
Género, sp. no identificado (Coleoptera: ? (larva-plana)  
Género, sp. no identificado (Coleoptera: ? (larva-cilíndrica)

*Herminodes insulsa* (Dognin)  
(Lepidoptera: Noctuidae)

*Tiquadra* sp. (Lepidoptera: Tineidae)

Mediante evaluaciones mensuales de los niveles de población de los insectos de las bases de las flechas, en lotes con incidencia baja, media y alta de la enfermedad, se trató de encontrar alguna correlación con el número de casos de pudrición de cogollo registrados en la Hacienda "La Cabaña". No se encontró evidencia positiva alguna para sospechar la acción de los insectos en la presencia de la enfermedad.

En otro experimento, con aplicaciones de insecticidas cada 20 días, tampoco se encontró efecto de los insectos en la mayor o menor incidencia de la enfermedad. En las parcelas testigo, con un nivel muy alto de insectos, se registró un número igual o menor de casos de CPC que en las tratadas con insecticidas, en donde las poblaciones insectiles fueron nulas.

## Nematodos asociados con palmas afectadas con el CPC

En la búsqueda del agente causal de la enfermedad se realizó este estudio con el objeto de identificar y cuantificar las poblaciones de nematodos que se encontraran asociados con palmas afectadas con el CPC. Para este fin se realizaron muestreos en Unipalma y Hacienda "La Cabaña" en Cumaral (Meta), Palmas de Oriente, Palmas de Casanare y Guaicaramo en Villanueva (Cas.) y Manuelita en San Carlos de Guaroa (Meta).

La evaluación se hizo en palmas que manifestaban los síntomas característicos del CPC, en palmas con hoja corta y en palmas que tenían diferentes combinaciones de los dos disturbios, incluyendo un testigo con palmas sanas. Para el muestreo se tuvo en cuenta la edad de la palma (entre 3 y 5 años y las de 7 o más) y el clima, abarcando épocas secas y de lluvias. Se utilizaron dos métodos de muestreo: (1) la cirugía que permitió analizar las palmas sin necesidad de erradicarlas, y con la cual se evaluó el grupo de flechas, complementada por la revisión de residuos localizados en las bases peciolares, raíces y suelo, y (2) la disección

que permitió evaluar internamente la palma, analizando meristemo, bajo meristemo, inflorescencias indeterminadas, flechas, residuos localizados en las bases peciolares, raíces y suelo.

Se encontraron 12 géneros de nematodos pertenecientes a seis familias. En la parte aérea únicamente se registró, como fitoparásito, el *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb) Goodey asociado, con hoja corta y cogollo cerrado. En palmas con síntomas clásicos del CPC se encontraron nematodos saprófitos, especialmente de la familia Rhabditidae, lo cual es explicable, ya que estos nematodos se alimentan de hongos y de tejidos

en descomposición. Las palmas sanas no presentaron nematodos en la parte aérea.

En los residuos acumulados en las bases peciolares se registraron diferentes géneros de nematodos, cuya actividad parasítica no se conoce, como: *Tylenchus Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, de la familia

**En las zonas  
estudiadas  
no se encontró  
relación alguna  
entre las  
poblaciones  
de nematodos  
y la pudrición  
de cogollo**

Dorylaimidae, y nematodos saprofitos de la familia Rhabditidae, los cuales se pueden estar alimentando de la materia orgánica en descomposición y de otros microorganismos.

En las raíces se encontraron diferentes poblaciones de nematodos. Entre los parásitos se registró la presencia de los géneros *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Paratylenchus* en poblaciones muy bajas.

En el suelo se encontró un grupo amplio de nematodos saprofitos y parásitos. Entre los parásitos se encontraron, además de los mencionados, los géneros *Pratylenchus*, *Criconemella*, *Longidorus* y *Xiphinema* en poblaciones bajas.

Como conclusión, en las zona estudiadas no se encontró relación alguna entre las poblaciones de nematodos y la pudrición de cogollo.

Identificación de hongos y bacterias causantes de las pudriciones de flecha y cogollo.

La enfermedad pudrición de cogollo es de carácter complejo. Hasta el momento no hay claridad en cuanto a su etiología; se ha relacionado con diversos factores abióticos de naturaleza fisiológica, y bióticos de naturaleza patogénica. Sin embargo, a pesar de numerosas investigaciones a nivel mundial y nacional, no se han obtenido resultados concluyentes. No obstante lo anterior, las investigaciones recientes hacen presumir que la enfermedad es de carácter fungoso que requiere de un factor predisponente.

En el proceso de identificación de los organismos asociados con esta enfermedad, con el objeto de definir su agente causal, se han realizado diferentes investigaciones en este sentido, a través de las cuales se han registrado los siguientes organismos.

Sánchez Potes (1967) hizo la primera descripción de los síntomas y aisló algunas especies de *Fusarium*, pero no logró reproducir la enfermedad. Ochoa y Bustamante (1974), en Urabá, encontraron el hongo *Fusarium moliniforme* var. *subglutinans* Wr. & Rg. que

reprodujo síntomas de pudrición de flecha con manchas y quemazones; además observaron los hongos *Fusarium solani* (Mart.) App. et Wr., *Fusarium* spp., *Arthrobotrys* sp., *Arthrobotrium* sp., *Helminthosporium* sp., *Curvularia* sp. y *Pestalotia* sp. El hongo *F. solani* predominó en las manchas brillantes de color amarillo zapote con tonalidades café que cambian de claro a oscuro.

*Se ha demostrado  
que el  
hongo  
Fusarium solani  
tiene capacidad  
patógena  
en palma  
de aceite*

Nieto, en 1990, en los Llanos Orientales, trabajando con tejidos colocados en cámaras húmedas, observó que se cubrían de una capa de micelio, tres o más días después de la inoculación, del cual era fácil separar conidioforos simples y largos de *F. solani*, así como gran cantidad de macroconidias. Estos tejidos fácilmente se cubrían de otras especies de *Fusarium* y otros contaminantes del tipo *Penicillium* spp., *Rhizopus* sp. y *Neurospora* sp. En varias oportunidades se encontraron hongos como *Thielaviopsis* sp. De manchas oscuras se aisló persistentemente el

hongo *F. solani*, el cual produjo síntomas semejantes pero no iguales, en trozos de flechas y en folíolos, demostrándose la capacidad patogénica de este microorganismo en palma. Inoculaciones realizadas con los hongos *F. solani* y *Thielaviopsis* sp., en palmas de aceite de 3 años de edad, fueron negativos (Nieto 1993c).

Posteriormente, Buitrago (1993) también en los Llanos Orientales, observó que los síntomas de pudrición de flecha y cogollo se encuentran en plantaciones que hacen uso intensivo de tecnología, indicando con esto que algunas de las prácticas agrícolas, probablemente fertilización, predisponen la palma a la enfermedad. Además, no parece que existan diferencias entre los síntomas de pudrición de flecha y pudrición de cogollo, observando el hongo *F. solani*, tanto en pudriciones de flecha como pudriciones de cogollo, junto con *F. oxysporum* (Schl.) Snyder et Hans. y *F. concolor*, siendo estos últimos más frecuentes en pudriciones de flecha. No obstante, a nivel de tejido, el autor no logró aislar ninguno de los hongos con frecuencias superiores al 12%. Aunque *F. solani* fue el hongo más frecuente en estas pudriciones, se logró aislar con altas frecuencias en cada uno de los tejidos enfermos.

Los hongos *Pestalotiopsis* spp., *Curvularia* sp., *Gliocladium* sp. y *Fusañum* spp., se aislaron en un mínimo porcentaje de palmas. Los intentos para aislar *Phytophthora* y *Phythium* fueron negativos.

Los hongos *F. solani* y *F. oxysporum*, al ser aislados en tejido de cogollo sano de palma de aceite, desarrollaron una pudrición blanda, que no fue igual a la encontrada bajo condiciones de campo. Algunos intentos para probar la patogenicidad de estos hongos en palmas de vivero fueron negativos.

Últimamente, al intensificar este tipo de estudio, se han aislado los siguientes hongos, cuya identificación se logró mediante la colaboración del Centro de Investigaciones Microbiológicas de la Universidad de Los Andes (CIMIC): *Trichoderma* spp., *F. solani* y *F. oxysporum*. Dado que la pudrición de cogollo tiene consistencia húmeda y olores desagradables, síntomas típicos producidos por bacterias, se están adelantando estudios dirigidos hacia la identificación de estos organismos. Hasta el momento, y con la participación del CIMIC, se han registrado las siguientes: *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. aeruginosa* y *Erwinia cyripedii*. En la actualidad se están desarrollando pruebas de patogenicidad utilizando estos microorganismos solos y en combinación.

## FACTORES ABIOTICOS PREDISONENTES

### Análisis de la información agronómica disponible sobre el CPC

Con la información suministrada por la Hacienda "La Cabaña" sobre la historia de los lotes en la Coralina y la evolución de la enfermedad registrada en los mismos, se encontró una incidencia divergente entre la zona de los lotes C48-51 y la de los lotes C52-55. En síntesis los resultados fueron:

Aunque el área Coralina, los lotes C48 a 55, es la misma siembra y material, los lotes C48 a 51 presentaron mayor incidencia del CPC que los lotes C52 a 55. Sobre una base de 400 palmas evaluadas por grupo, los lotes C48 a 51 presentaron 34 casos de pudrición de cogollo/ pudrición de flecha (PC/PF), mientras que los otros presentaron un solo caso de PC/

PF, en septiembre de 1991. En noviembre de 1992 se repitió la evaluación sobre las mismas palmas evaluadas en septiembre de 1991 y se encontraron 33 casos en los lotes C48 a 51 y dos casos de PC/PF en los C52 a 55. Esta incidencia es divergente a partir de marzo de 1990. En general, la lluvia se asocia con la incidencia del PC en forma directamente proporcional.

Un estudio parcial de los niveles de elementos mayores y menores en el tejido foliar muestra que ningún elemento nutritivo, en forma individual, se asocia con la incidencia de PC en general, ni con la incidencia divergente de PC entre C48 a 51 y C52 a 55. Respecto a los rangos críticos, el potasio (K) se asocia con la incidencia de PC en general por deficiencia, el calcio (Ca) por exceso, el boro (B) por desbalance, el manganeso (Mn) por exceso y el zinc (Zn) por deficiencia

Un estudio parcial de los niveles de elementos mayores y menores en el suelo no muestra mejores resultados que el de los análisis foliares. Se observa que el análisis foliar concuerda con el del suelo para la tendencia de K a ser deficiente. El K se asocia con la incidencia de PC en general por deficiencia respecto al valor favorable, pero no se asocia con la incidencia divergente entre las zonas estudiadas. Para ambas zonas, el pH y el porcentaje de materia orgánica han estado dentro de los valores favorables desde 1988 hasta el análisis de 1991.

Desde 1988, el nivel de producción de los lotes C48 a 51 ha sido mayor que el de los C52 y 55 y esto se asocia directamente con la incidencia de PC. Para el período 1988 a 1991, el incremento en conductividad eléctrica ha sido un 26% mayor en la zona C48 a 51 (98%) que en la zona C52 a 55 (72%).

Para el período 1989 a 1991, el incremento en el rendimiento respecto al incremento en conductividad eléctrica, es de 2,92 t/ha en la zona C48 a 51 y de 5,24 en la zona C52 a 55. Esto indica que la primera zona está más cerca de su potencial de rendimiento que la C52 a 55 o que la zona C48 a 51 tiene dificultad en incrementar la producción ante el manejo agronómico.

*Ningún elemento nutritivo, en forma individual, se asocia con la incidencia de PC en general, ni con la incidencia divergente de PC*

En síntesis, el estudio de la información agronómica sobre la PC indica que en cuanto al contenido individual de elementos nutritivos en las hojas y en el suelo, no hay relación entre el nivel de nutrimentos (mayores y menores) y la incidencia de PC general y por zonas, en los lotes Coralina C48 al 55.

#### Desbalance nutricional

La presencia de un patógeno puede ser influenciada por la acción de factores predisponentes. La acumulación excesiva de fenoles predispone a la infección. Plantas deficientes en manganeso bivalente ( $Mn^{2+}$ ) son susceptibles a patógenos.

La deficiencia de manganeso puede ser causada por la acción de hongos y bacterias que pasan el Mn bivalente a Mn tetravalente. El primero es la forma utilizable por la planta.

El nivel de oxígeno es no sólo importante en los tejidos de la planta, sino también a nivel de suelo. Su contenido influye no sólo en la actividad del patógeno, sino en la actividad fisiológica y el metabolismo de la planta, al influenciar el gradiente del potencial hídrico del sistema suelo-planta-ambiente.

Plantaciones afectadas con el disturbio CPC se caracterizan por presentar altos contenidos foliares de Mn. Condiciones de inundación del suelo facilitan la solubilidad de Mn y su alto consumo. Excesos de Mn pueden ser ocasionados por excesos de Fe, P y Mg y por deficiencias de Ca, K, Fe y Zn; además, fuentes como fosfato amónico y cloruro de potasio aumentan la disponibilidad de Mn.

La evaluación del comportamiento de las palmas afectadas en el campo y los resultados de los análisis foliares permitieron seleccionar al Mn como elemento que favorece el desorden fisiológico-metabólico que conduce a la predisposición para la acción del patógeno.

La acumulación de Mn se puede inducir por fuentes de fertilizantes, condiciones ambientales y niveles de nutrimentos. Como nutrimentos para la experimentación se seleccionaron:

Ca - K - Zn por deficiencia

Fe - Mg por exceso

Ca - K - Mg por proporción o relación entre ellos

En relación con el desbalance nutricional, la acumulación anormal de Mn, con respecto al nivel considerado como aceptable en los tejidos foliares, es de probada incidencia en desórdenes fisiológico-metabólicos. Actualmente se tiene una experimentación en curso en Cumaral (Meta) y en Villanueva (Cas.). Tomando como base los fertilizante y las dosis comerciales seleccionados por la plantación, se implementó la experimentación respectiva. Los tratamientos se diferencian por la mayor o menor presencia de plantas afectadas con el disturbio, así:

#### - Cumaral

Para el período abril de 1992 a diciembre de 1993, los tratamientos con mayor número de casos fueron:

Exceso	:	Fe
Relación (K:Ca:Mg)	:	(2X:0:0 y X:0:X)
Deficiencia	:	K
Testigo comercial	:	
Exceso	:	Mg

Independientemente del tratamiento, el mayor número de casos correspondió al nivel 1 (50% de la dosis comercial, de la empleada por la plantación).

#### - Villanueva

En el período abril-diciembre de 1993, los tratamientos con mayor número de casos fueron, en su orden de mayor a menor:

Relación (K:Ca:Mg)	:	(X:0:X)
Deficiencia	:	Zn
Testigo absoluto	:	
Exceso	:	Fe y Mg
Relación (K:Ca:Mg)	:	(2X:0:0)

Independientemente de las tendencias, el mayor número de casos se presentó en los niveles 3 (200% dosis comercial) y 2 (dosis comercial).

Al comparar los tratamiento se observa que, independiente de la localidad y del nivel, la congruencia en tratamientos inductores a mayor predisposición se obtiene con:

Relación (K:Ca:Mg)	:	(X:0:X y 2X:0:0)
Exceso	:	Fe y Mg

Aunque no es común en las localidades, no deja de ser incidente la deficiencia de K y de Zn. Es decir, la tendencia parcial de la experimentación muestra participación de los siguientes elementos, a más de Mn: como Congruentes: Ca, Fe, K y Mg, y No Congruentes: K(\*N)yZn (\*P).

Para el caso de los No Congruentes se debe tomar en cuenta que la deficiencia de ellos se ha manejado empleando el carácter antagonico que K presenta con N, y el antagonismo entre P y Zn. Sin embargo, es clara la importancia de manejar el balance catiónico de K:Ca:Mg a nivel suelo y planta, el aspecto de fijación a nivel suelo de Ca y Mg, dado por el proceso de nitrificación, y el de óxido-reducción del Fe en el suelo y la planta. Además, un factor notorio es la posible incidencia de la inadecuada producción de clorofila y el inapropiado transporte de Ca. Por último, el aspecto metabólico se patentiza con la participación de los elementos Fe, Mn y Zn, a través de su papel enzimático (SOD y PO) y precursor (hormonal).

La participación indirecta del N merece ser tenida en cuenta en su posible incidencia sobre el comportamiento de elementos como B, Cu y Zn; la de P, en procesos de precipitación con Fe, de respiración junto con Mg y de síntesis de hormonas con Zn.

La diferencia en los niveles indica la importancia de tomar en cuenta la saturación, lo cual es importante para el manejo del carácter dinámico de los suelos.

En el tercer trimestre de 1993 se confirmó la aparición de casos de PC, por primera vez, en una plantación de Villanueva. Después de la revisión, en unas plantas se encontró sintomatología de deficiencia de B, mientras que en otras no. En el primer caso se realizó una aplicación de B, pero después de la respuesta inicial al elemento volvió la reincidencia. Al realizar el muestreo y el análisis foliar de elementos se encontró una mayor acumulación de Ca y Mn en las plantas del foco, comparada con las plantas fuera del foco. También llamó la atención la alta relación  $\text{NO}_3$ : N total.

La relación del balance K:Ca:Mg muestra que mientras la saturación por K aumenta, las de Ca y Mg disminuyen, siendo más notoria la disminución para Ca. La interacción entre nutrientes muestra los efectos antagonicos de Ca y Mg con K y  $\text{NH}_4$  pero, evidente y deficiente es la inhibición en acumulación de B causada por el incremento en el contenido de N, al igual que la de Ca y Mg sobre la acumulación de  $\text{NO}_3$ .

En Tumaco (Nar.), el CPC presenta la mayor incidencia en la zona de "Guandal". Allí, los suelos se caracterizaron por presentar una notoria baja capacidad de drenaje y también son suelos pesados con concreciones de Fe y Mn. Los análisis foliares muestran disminución de elementos como N, K, Ca, Mg, B, Cu, Zn y aumento en los niveles de Fe y Mn.

#### Regulación fisiológica de MANGANESO

Los resultados de los análisis foliares indican que en los lotes de mayor incidencia, las plantas presentan una alta acumulación de Mn; también se ha venido observando una acumulación paulatina de este elemento. La literatura reporta estudios que evidencian la regulación fisiológica del Mn mediante sílice, aunque no es claro aún, el mecanismo de regulación.

Con este objetivo se seleccionaron lotes con diferente expresión promedio en el contenido foliar de Mn: 299,8-387,3-815,7-1.060,7 ppm. En casa uno de estos lotes se seleccionó una planta por línea y tres líneas para, en forma preliminar, observar y evaluar el comportamiento en el campo de plantas aplicadas con una fuente silíceo (Roca magnésica (RM) \* 30% MgO y 35%  $\text{SiO}_2$ ), aplicada en dosis de 0-100-150-250-300-350-450-500 kg/ha.

Al tomar en cuenta el nivel foliar de Mn mencionado, las tendencias preliminares indican que a medida que el nivel foliar de Mn se incrementa, la bondad de la fuente silíceo para prevenir la presencia de PC disminuye. Hasta 851,7 ppm de Mn, la presencia de PC se estimula con niveles de RM superiores a 100 kg/ha; y, plantas con niveles de Mn inferiores a 389,3 ppm se tornan susceptibles a PC con aplicaciones de RM iguales a 450 kg/ha.



*En Tumaco (Nar.),  
el CPC presenta  
la mayor  
incidencia en la  
zona de  
"Guandal",  
donde los suelos  
tienen una baja  
capacidad de  
drenaje.*

Las tendencias obtenidas sugieren realizar evaluación de diferentes concentraciones de sílice, tanto en solución nutritiva como en campo (aplicadas por absorción de raíces); además seleccionar y evaluar otras fuentes reguladoras de Mn.

#### **Incidencia del CPC en función de la acumulación dirigida de Mn.**

La problemática del CPC muestra diferencias de incidencia no sólo entre zonas sino entre lotes; unos de estos lotes presentan bajos contenidos foliares de Mn y otros alto contenido foliar de este elemento (en los cuales coincide la mayor incidencia). Además, bajo condiciones de alta precipitación, la probabilidad del paso de Mn insoluble a soluble es mayor, lo cual permite una mayor disponibilidad del elemento para ser tomado por la planta, incrementando paulatinamente su contenido.

Para observar la influencia de este elemento se seleccionaron lotes con diferente contenido foliar promedio de Mn: 299,8-387,3-851,7-1.060,7 ppm. En cada uno de estos lotes se seleccionaron líneas en las cuales, en una planta por línea, se aplicaron: 0-7-17-27-37-47-74-101- kg/ha de Coljap Manganeso (20% Mn SO<sub>4</sub>) sobre la superficie del suelo para, en forma preliminar, observar sus efectos.

Las tendencias preliminares indican que a medida que el nivel foliar de Mn se incrementa, la predisposición de la planta a PC aumenta. Hasta 387,3 ppm de Mn, la presencia de PC se estimula con niveles superiores a 47 kg/ha de MnSO<sub>4</sub> (20%); esta susceptibilidad parece estar influenciada por la facilidad de lavado del Mn.

Los resultados obtenidos sugieren realizar aplicaciones dirigidas de Mn tanto en plántulas (bolsa o solución nutritiva) como en campo (absorción por sistema de raíces). Además, estudiar la interacción Concentración de Mn-Nitrato-reductasa. En este último aspecto, estudios realizados muestran que niveles tóxicos de Mn inhiben la acción de la nitrato-reductasa, y que la aplicación de 1.100 kg/ha de MnSO<sub>4</sub> (20%), bajo condiciones de suelos ácidos, permite elevar el contenido foliar de Mn en 160 ppm.

#### **Compactación de Suelo**

En cuanto a la oxigenación del suelo y la acumulación de nitritos, los cálculos teóricos realizados, tomando como base los análisis físico-químicos de lotes de mayor incidencia de PC en una plantación de Villanueva, mostraron porosidad efectiva muy baja y permeabilidad bajísima. La plantación decidió subsolar e instalar canales de drenaje «dondis». Estas prácticas también se realizaron en el área experimental establecida para inducir acumulación de Mn. Posteriormente aparecieron nuevos casos que conllevaron a la erradicación: Fue esto efecto del tratamiento o una situación dada por la subsolada y/o «dondis»? Después de realizar la evaluación pertinente se encontró que el subsolado de algunas calles afectó el 100% de las plantas, y los «dondis» afectaron un 66,67% de las palmas del ensayo. De las 51 palmas erradicadas, el 43% estaban ubicadas entre el «dondi» y la calle con subsolado, mientras que el 57% restante sólo presentaba influencia de subsolado.



*En lotes con mayor incidencia de PC, las plantas presentan una alta acumulación de Mn.*

La baja permeabilidad del suelo, aunada a la posible notoria carencia de oxígeno en el suelo, entre otros factores, pueden estar induciendo perturbaciones en el flujo normal de la solución en los tejidos de la planta. Este flujo anormal puede conllevar a problemas en el transporte de algunos elementos, como B y Ca, o a la precipitación de otros, como Fe. Esto puede tener incidencia en la aparentemente mala formación de la pared celular, bien por carencia de elementos o por la solubilización de agentes «cementantes».

La aparente mala formación de la pared celular, llamada tejido suave, se ha detectado en folíolos de la flecha con una escasísima concentración de clorofila. En estos puntos con «tejido suave» se inicia la destrucción por pudrición, la cual cesa una vez se incrementa la producción de clorofila. Esta característica de «tejido suave» se ha encontrado en palmas afectadas con PC en Cumaral y El Japón en el Meta, en el Magdalena Medio y en las zonas de Tumaco y Villanueva.

#### **Incidencia del Acido Indol Acético (AIA)**

En el estudio de la incidencia del AIA y sus derivados sobre el CPC, las observaciones han indicado la posible

participación del AIA en el disturbio. Un ensayo preliminar, realizado con plántulas de 36 meses de edad, tuvo como objetivo evaluar la posible incidencia del AIA, visualizar su efecto y seleccionar la dosis para posible empleo, bien sea experimental o comercial. Se trabajó con la auxina sintética 2,4-D Amina (480 g/l de concentración). Se realizaron aplicaciones foliares de 50-100-200-400-800-1000 ppm de ingrediente activo; también se aplicó foliarmente en concentraciones del producto comercial de 0,01 -0, 05-0,5-0,1 -1 -2-4-8 y 16%. Además, por absorción radical se aplicaron las concentraciones de producto comercial ya indicadas.

El comportamiento del material permite indicar que foliarmente se puede trabajar con concentraciones hasta de 50 ppm de ingrediente activo y 0,5% de producto comercial inclusive; por absorción radical se puede trabajar hasta con el 1,0% de producto comercial. A los 119 días después de la aplicación, el daño causado en forma severa permitió observar que la pudrición bajó, pero que el meristemo es protegido por una capa suberizada que se forma a su alrededor y porque la pudrición es desviada lateralmente. En síntesis, el meristemo no es sujeto a la invasión por la pudrición. Esto se observó al disectar plantas afectadas por las concentraciones de 800 y 2.000 ppm; es decir, independiente del grado de daño, la reacción de defensa por parte de la planta es similar.

En el campo, con plantas de 8 años de edad, se aplicaron concentraciones del AIA-3 (producto analítico) de 100-200-400-800 mg/palma, sobre palmas sanas, palmas con síntomas iniciales y enfermas con cirugía. También se aplicaron plantas con 500-1.000-2.000-4.000 mg/planta de Mo; además, se aplicó la mezcla 2.000 mg de Mo/palma + 150 mg de Al A/palma. A los 112 días después de aplicación se observó que el comportamiento de la planta es función del estado sanitario en el cual se realizó la aplicación; sin embargo, en las plantas a las cuales se realizó cirugía, se observó una rápida recuperación.

#### Oxigenación del suelo y acumulación de nitritos

Con la colaboración de la Platación Palmar de Oriente, en Villanueva (Cas.), en dos lotes con diferente grado de incidencia de PC, se realizó la caracterización físico-química de seis suelos.

Los parámetros evaluados y resultados obtenidos se presentan en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Propiedades físicas del suelo a diferentes profundidades del perfil, para dos lotes con diferentes grado de incidencia de PC. Palmas de Oriente, Villanueva (Cas), 1992.

Profundidad (cm)	Textura	Hum. Aprov. (%)	N Total (%)	Micropor.	Macropor.
(*) 0-20	Ar	17,0	-	28,80	17,99
40-60	FAr-Ar	13,8	0,13	28,77	18,46
80-100	FAr	-	-	-	-
(**) 10-20	FAr	12,3	0,14	26,49	17,05
40-60	FAr	10,7	0,10	23,69	17,05
80-100	-	8,0	-	24,01	13,72

(\*) Lote con mayor incidencia de PC

(\*\*) Lote con menor incidencia de PC

La Tabla 1 muestra que independientemente de la textura, la mayor microporosidad se extiende hasta los 40-60 cm de profundidad, siendo esta mayor en el lote con mayor incidencia de PC. Es decir, este lote presenta poco espacio para la solución de intercambio (indicando por la macroporosidad). Es notorio el efecto mecánico inductor de compactación (lámina de agua, entre otros), efecto que parece indicar que el nitrógeno total es función de una mayor acumulación de nitritos que de nitratos.

Tabla 2. Propiedades químicas del suelo a diferentes profundidades del perfil, para dos lotes con diferente grado de incidencia de PC. Palmar de Oriente, Villanueva (Cas.). 1992

Profundidad cm	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	B	Al	Mn
(*) 10-20	4,5	1,3	0,1	-	-	-	2,3	-
40-60	1,5	1,9	0,04	68,4	0,9	0,18	0,14	5,2
(**) 0-20	1,6	0,6	0,1	102,3	0,8	0,32	0,17	3,1
40-60	0,6	0,2	0,04	16,3	0,4	0,12	0,06	5,2

(\*) Lote con mayor incidencia de PC.

(\*\*) Lote con menor incidencia de PC.

La Tabla 2 muestra como la compactación incide en el mayor o menor lavado de iones, así:

- : poco lavables: Fe; Al
- : lavables: Mn
- : bastante lavables: Ca, K, Mg, B, Cu, Zn

Este lavado es diferencial respecto a la profundidad del perfil. Aparentemente, el Mn es estable con su concentración hasta los 60 cm de profundidad del perfil.

Las Tablas 1 y 2 indican que la textura influencia las propiedades físicas obtenidas, influencia que se

evidencia en los parámetros calculados a partir de los datos obtenidos y mostrados en las Tablas 1 y 2, e indicados en la Tabla 3.

Tabla 3. Propiedades calculadas a partir de parámetros físico-químico de suelo, para dos lotes con diferente grado de incidencia de PC Palmar de Oriente, Villanueva (Cas.). 1992

Profundidad	Porosidad efectiva	% HV	Permeab. (cm/h)	CE	CEe
(*) 0-20	0,39	65,4	0,006 (MB)	0,5	0,5
40-60	9,96	53,2	4,13 (A)	0,295	0,23
(**) 0-20	10,4	50,7	4,5 (A)	0,2	0,15
40-60	12,6	44,9	6,6 (MA)	0,08	0,05

(\*) Lote con mayor incidencia de PC.

(\*\*) Lote con menor incidencia de PC.

El efecto de la compactación, independiente del factor que la haya ocasionado, es ostensible en el perfil analizado, especialmente en la capa 0-20 cm de profundidad del lote con mayor incidencia de PC. En esta capa, la permeabilidad es muy baja, lo cual aconseja implementar experimentación en lotes con diferente grado de incidencia de PC para determinar las propiedades físico-químicas del suelo y la acumulación de nitritos en ellos, a través de un ciclo de producción (período de verano-período de lluvias).

Contenido de nutrimentos y su relación con el CPC

a) Regulación metabólica de nutrimentos por las hojas de la palma.

Las tendencias obtenidas en los lotes experimentales y las conclusiones allegadas conllevaron a realizar muestreos de plantas sanas y enfermas localizadas en focos previamente seleccionados.

En un lote con alta incidencia de PC se seleccionaron cuatro puntos ejes. A partir de cada punto y siguiendo la dirección de los puntos cardinales sobre la línea pertinente, se tomaron muestras en 4 a 5 puntos más. Si en el punto existía una planta, se tomaron muestras tanto la planta como del suelo; si la planta había sido erradicada se tomó muestra sólo del suelo.

Realizados los correspondientes análisis foliares y de suelo se encontraron las siguientes tendencias:

#### Análisis foliares

**Plantas enfermas:** Ca>NH<sub>4</sub>>K > Mg>S>P  
Mn>Fe>Zn>B>Cu

**Plantas sanas:** K>Ca>NH<sub>4</sub>>Mg>S>P  
Mn>Fe>Zn>B>Cu

Análisis de suelo: En general, con excepción del Aluminio, tanto para plantas sanas como para las enfermas, el comportamiento de los elementos es bastante similar.

Los resultados obtenidos muestran la tendencia preliminar de una acidificación del área foliar; es decir, existe una tendencia de mayor acumulación de cationes que de aniones. Esto se crea un desbalance que torna el follaje de las plantas enfermas más positivo que negativo o neutro (serían estos últimos los más deseables). El balance catión-anión del medio externo celular se mantiene por la excreción o absorción de H<sup>+</sup> o HCO<sub>3</sub>.

La acumulación de NH<sub>4</sub> en las plantas enfermas resulta en la acumulación de cationes dentro de la célula, lo cual conlleva a un desbalance catión-anión y a una mayor reducción en la absorción de K. Se mantiene la tendencia de estudios realizados, los cuales indican que aumentos en concentraciones de NH<sub>4</sub> reducen la absorción de cationes Mg>Ca>K. El flujo de K en plantas enfermas es alto; además, qué está ocurriendo con la acumulación de nitratos?. El orden de contenido foliar señalado para microelementos indican una aparente similitud; la diferencia radica en las concentraciones. Estudios realizados indican que la acumulación de NH<sub>4</sub> reduce la absorción de microelementos catiónicos en el siguiente orden: Zn>Mn. Esta tendencia se cumple en este caso.

El Manganeso es dos o tres veces mayor en plantas enfermas. Esta mayor acumulación de Mn puede estar inhibiendo no sólo la actividad de la nitrato-reductasa sino la de la ácido-indol-acético-oxidosa. La primera (nitrato-reductasa) permitiría entender la acumulación de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mientras que la segunda (AIA-asa) la de la flacidez del tejido y la susceptibilidad al daño, a más de la importancia del AIA. Estudios realizados indican que niveles tóxicos de Mn inhiben la actividad de la nitrato-reductasa y que plantas con excesos de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> utilizan los cetrácidos para acomplejar el NH<sub>4</sub><sup>+</sup> absorbido, disminuyendo el contenido de carboxilatos y aumentando el nivel de amidas. Sin embargo, cuando la absorción de cationes es mayor que la de aniones se aumenta el contenido de carboxilatos.

Por lo anterior se puede inferir un desorden enzimático que permitiría entender al CPC, relacionado

con un problema fisiológico predispuesto por un desbalance nutricional.

#### b) Elaboración de fertilizantes específicos

La mayor acumulación de cationes en el tejido foliar de las plantas enfermas aconseja implementar una experimentación tendiente a neutralizar este exceso. En principio se han elaborado fertilizantes líquidos específicos, con los cuales se busca alcalinizar y/o neutralizar el pH celular a través de su absorción foliar.

Estos fertilizantes se evaluaron por fitotoxicidad, empleando concentraciones de 1 -2-4-8-16-32-64 y 80%. Ninguno mostró fitotoxicidad.

Elaborados mediante combinación diferente de los elementos B-Ca-K-N (NO<sub>3</sub>)-Mg y para evaluar su fitotoxicidad, se están aplicando en área semicomercial (una hectárea) en dosis de 1,5 litros de solución por palma y buscando obtener concentración del 16% del producto comercial. La frecuencia de aplicación es cada tres (una hectárea) y cada seis (una hectárea) meses.

Esta experimentación se adelanta con la colaboración de COLJAP-Colombia.

#### c) Gradiente de Nutrientes

La dispar acumulación de cationes en plantas enfermas, comparadas con plantas sanas, aconsejó conocer cuál era la acumulación de nutrientes en cada una de las hojas y flechas de la palma.

Para esto se seleccionaron plantas «sanas», enfermas (PC), con síntomas iniciales y enfermas (PC) pero sin cirugía. En cada una de las plantas seleccionadas (tres por estado) se tomaron muestras de las hojas, en forma acrópeta, desde la hoja 17 hasta la flecha X (todas las flechas presentes); además se tomaron muestras del suelo.

Los resultados obtenidos, en tabulación, permitirán conocer no sólo el gradiente del contenido de nutrientes, sino la evolución de ellos que les permitan ser factores predisponentes tanto para el desorden fisiológico-metabólico como para la susceptibilidad del tejido a la acción de patógeno alguno. Este estudio se adelanta con la colaboración de COLJAP-Colombia.

## CONTROL

### Evaluación de cirugía en el control del CPC

Del lote Sabana 4, de la Hacienda "La Cabaña", en Cumaral (Meta), se tomaron palmas de 12 años de edad, y se diseñó un experimento con los siguientes tratamientos:

1. Pudrición de flecha (PF) + cirugía externa (Sólo flechas)
2. Pudrición de flecha-testigo
3. Pudrición de flecha (PF) + cirugía interna baja
4. Pudrición de flecha-testigo
5. Pudrición de flecha (PF) + cirugía interna alta
6. Pudrición de flecha sin cirugía + Protección química
7. Pudrición de Cogollo (PC) + cirugía
8. Pudrición de Cogollo -testigo
9. Pudrición de flecha (PF) + cirugía + Protección química
10. Pudrición de Cogollo (PC) + cirugía + Protección química
11. Hoja quebrada (PF y/o PC) + cirugía
12. Hoja quebrada (PF y/o PC) - testigo

Para determinar la profundidad de la cirugía se tomó el meristemo como punto cero, el cual se considera está a la altura del primer racimo verde que se encuentra en la palma. Al realizar la cirugía se tuvo presente el número total de hojas y el número de hojas removidas.

Mensualmente se evaluó en la palma, el número de hojas nuevas, el porcentaje de follaje enfermo, clorosis e intensidad en las hojas nuevas, flores masculinas y femeninas y el número de racimos verdes y maduros. Al cosechar los racimos se pesaron individualmente y se sacó el promedio por palma.

La protección química se realizó con una mezcla de Thiodan 10 cm<sup>3</sup>, Vitavax 60 cm<sup>3</sup>, Total 10 cm<sup>3</sup> y Tritón 45 cm<sup>3</sup> en 8 litros de agua. Mensualmente se fumigó cada palma con 1,8 litros.

El promedio de hojas removidas esta directamente relacionado con la profundidad de la cirugía y el avance de la enfermedad. El número total de palmas por tratamiento varió, debido a que la enfermedad presentaba una gran variabilidad de síntomas y unos eran más frecuentes que otros.

No hubo diferencia en el promedio de kg de racimos maduros/palma/año entre las palmas sin cirugía-testigos

y las palmas a las cuales con o sin cirugía se les realizó una protección química, pero la diferencia es mucho mayor en favor de los testigos, con respecto a los tratamientos de cirugía.

Las anteriores conclusiones son para los datos del primer año. Se está en el proceso de análisis de los resultados de los tres años que duró el experimento.

#### Control con fungicidas

Dada la importancia de la enfermedad y las pérdidas económicas que ocasiona, paralelo a los estudios básicos se adelantaron experimentos de control con el fin de encontrar una medida que detuviera o redujera la incidencia del problema. Por tanto, se diseñó una prueba de fungicidas "in vitro" con el fin de seleccionar el fungicida más eficaz para el control de *F. solani*, y con base en estos resultados se diseñaron varios experimentos de campo.

##### a. Prueba de fungicidas "in vitro"

Mediante la técnica de mezclar el fungicida al medio de cultivo PDA y la siembra posterior de un disco de micelio de 5 mm de diámetro del hongo *F. solani*, e incubación entre 25-27°C, se probaron 15 fungicidas en dosis de 400-800-1.600 ppm. La eficiencia se midió

Tabla 4. Crecimiento de *F. solani* sembrado en PDA con diferentes dosis de fungicidas.

Fungicida	DOSIS EN ppm						
	01/	100	200	400	800	1.600	3.200
	-	-	-	3,6	2,6	1,3	1,0
Benlate	-	-	-	7,7	8,0	5,0	3,3
Bravo 500	-	-	-	1,7	2,1	1,9	1,3
Bavistin	-	-	-	4,0	4,0	-	0,8
Derosal	-	-	1,6	1,5	1,6	1,6	-
Dithane	-	-	-	3,0	2,8	2,0	1,5
Duter	-	-	-	2,9	3,0	1,8	1,7
Orthocide	-	-	-	4,9	3,2	3,1	2,1
Patafol	-	-	1,3	1,9	0,0	0,0	0,0
Ridomil	-	2,1	2,5	0,7	0,6	0,0	0,0
Rovral	-	-	-	4,5	4,2	3,6	1,6
Tilt	-	3,1	2,7	2,5	0,0	0,0	0,0
Vitavax	-	-	4,1	3,0	1,1	0,0	0,0
Alliette	-	-	-	3,6	3,1	0,0	0,0
Ronilan	-	-	-	3,6	3,0	2,4	1,9
Mertect	-	-	5,8	4,5	5,1	3,5	-
Previcur	-	-	2,3	2,4	2,5	2,1	1,2
Euparen	-	-	2,3	2,1	1,6	1,3	-
Top sin	-	-	-	4,1	4,1	2,9	1,0
Brestanit	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0

1/Testigos, PDA, sin fungicida, 9cm. Lecturas a los 14 días

por el diámetro de las colonias desarrolladas ocho días después. Los fungicidas donde no creció el hongo a la dosis de 400 ppm se probaron nuevamente a concentraciones de 50-100-200 y 400 ppm.

Los resultados se presentan en la Tabla 4. Se dedujo que todos los fungicidas redujeron el crecimiento del hongo, pero éste creció en los medios que contenían hasta 3.200 ppm de los fungicidas Antracol, Benlate, Duter, Bravo, Previcur, Ronilan, Bavistin, Rovral, Orthocide y Topsin. En Dithane creció hasta en 1.600 ppm, en Vitavax y Adiete a 800 ppm y en Ridomil y Tilt hasta en 400 ppm. Como falta probarlos contra las conidias, aún no es posible sacar conclusiones.

##### b. Campo

Un manejo exitoso de la pudrición de cogollo, con un 70 a 80% de recuperación, se ha realizado en la plantación "La Cabaña", en los Llanos Orientales, con base en la eliminación de los tejidos de flechas afectadas (cirugía) y el cubrimiento de los tejidos cortados con una pasta compuesta de: Vitavax 300 (Carboxim más Captan) 4 g, carbaryl 4 g o monocrotofos 5 cm<sup>3</sup>, más 100 g de talco inerte y agua (Zambrano<sup>1</sup>).

En Brasil se han encontrado cerca de 20 hongos en palmas con pudrición de cogollo, o Amarillamiento fatal, y contra éstos, Martins (1990) inyectó palmas con fungicidas sistémicos, tales como: fosetil aluminio, metalaxil más folpet y benomil, con resultados negativos.

Las pruebas de fungicidas "in vitro" indicaron que los productos sistémicos son los que limitan en mayor grado el crecimiento micelial de *F. solani* aislado de palma (Nieto y Gómez 1991), pero como la literatura no registra la translocación de estos productos en palma, se consideró que no habían evidencias suficientes para descartar la posibilidad de controlar la enfermedad con fungicidas, por lo cual se realizaron varios experimentos con el objeto de controlar la pudrición de cogollo o al menos obtener una prueba más sobre el carácter fungoso de la enfermedad.

Un primer experimento se realizó en un lote que tenía cerca del 25% de palmas enfermas, de las cuales el 50% habían sido tratadas previamente con cirugía. Se empleó un diseño de bloques al azar con tres

<sup>1</sup>ZAMBRANO, J. 1991. Comunicación personal. Hacienda "La Cabaña". Cumarál (Meta), Colombia.

repeticiones y se compararon tres fungicidas (Patafol 4 g/lt, Vitavax 300 6 g/lt y Dithane M-45 8 g/lt) en aplicaciones semanales dirigidas a las flechas. La incidencia de la enfermedad con los fungicidas Patafol y Dithane fue del 6,6 y 7,3% y de 10,2 y 12,2% para Vitavax y el Testigo, respectivamente, sin existir diferencia significativa. Resultados semejantes se obtuvieron cuando los fungicidas se aplicaron a palmas sometidas a cirugía previa que habían iniciado un proceso de recuperación regular o malo.

En otro experimento se compararon los fungicidas Dithane M-45 4,0 g/lt; Duter 1 g/lt; Bravo 2,5 g/lt; Vitavax 2,5 g/lt; Benlate 1,0 g/lt y Tilt 0,6 cm<sup>3</sup>/lt, en parcelas de 24 palmas, con una frecuencia de aplicación de 21 y 28 días y dirigiendo los productos a las flechas. El Tilt redujo en mayor porcentaje la incidencia de la enfermedad, pero no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

Un tercer experimento se realizó en el lote 50 de la Coralina, de la Hacienda "La Cabaña", para conocer la eficiencia de seis fungicidas en el control de la pudrición de flecha. Se empleó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las aplicaciones fueron cada 30 días dirigidas a la fecha, con una bomba manual adaptada con aguilón de 3 m. Antes de cada aplicación se tomaron datos sobre el porcentaje de flecha podrida y el número de hojas amarillas y su intensidad.

El número de palmas con pudrición de flecha y hojas amarillas presentó fuertes oscilaciones debido al proceso de recuperación que presentaron las palmas durante los meses secos.

Se observó que el tratamiento testigo, en la sexta lectura, recuperó las dos palmas afectadas en los primeros cinco meses y resultó con menos palmas afectadas que los tratamientos con fungicidas.

En general se puede concluir que los fungicidas redujeron ligeramente la incidencia y desarrollo de la enfermedad, aportando una evidencia más de que la enfermedad es de naturaleza fungosa. La baja diferencia con el testigo no permite recomendar su uso comercial.

## BIBLIOGRAFIA

BUITRAGO, V.M. 1993 Hongos asociados a pudriciones de flecha y cogollo en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en los Llanos Orientales. Facultad de Agronomía, Universidad

Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, D.C. 119p. (Tesis Ing. Agrónomo).

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN PALMA DE ACEITE. 1992 Resumen. Informe de Labores 1991-1992. FEDEPALMA, Santafé de Bogotá, D.C. p.41-45.

—. 1993. Resumen. Informe de Labores 1992-1993. FEDEPALMA Santafé de Bogotá, D.C. p. 33-53.

—. 1993. Informe de Labores. Proyecto Complejo Pudrición de Cogollo. FEDEPALMA, Santafé de Bogotá, p. 22-39.

—. 1994. Resumen. Informe de Labores 1993-1994. FEDEPALMA Santafé de Bogotá, p. 27-53.

—. 1994. Proyecto: Estudio del Complejo Pudrición del Cogollo- Organismos asociados con el Complejo Pudrición del Cogollo. CENIAVANCES No. 3 "El Palmicultor" (Colombia) no. 271.

FEDERACIÓN DE CULTIVADORES DE PALMA DE ACEITE. 1991. Resumen. Informe de Labores 1990-1991. Programas de investigación. FEDEPALMA, Santafé de Bogotá.D.C. p, 17-21.

—. 1994. Avances de investigación sobre el proyecto Complejo Pudrición de Cogollo. "El Palmicultor" (Colombia) no.270 , p. 7.

GOMEZ C , PL; OWEN E., NIETO LE., CALVACHE H., MONDRAGON V ;ALVAREZ ,G. 1990. Diagnóstico tecnológico del cultivo de palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) v.11 no. 3, p. 31-65.

MARTINS, E.S.H. 1990. Contribucao oo conhecimento sobre "Podrición de Cogollo" PC de la palma africana en Colombia EMBRAPA, Brasilia, D.F 14p. (Mimeografiado sin publicar).

NIETO, L.E; GOMEZ, P.L. 1991. Estado actual de la investigación sobre el Complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. Palmas (Colombia) v. 12 no. 2, p. 57-58.

—. 1993 a. El Complejo de Pudrición de Cogollo de palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Palmas (Colombia) v. 14 no. 1 ,p. 13-19.

—. 1993 b. Efecto de la aplicación de fungicidas en el disturbio Complejo de Pudrición de Cogollo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Palmas (Colombia) v 14 no. 1, p. 19-27.

—. 1993 c. Pruebas de patogenicidad con *Fusarium solani* y *Thielaviopsis* sp., en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Palmas (Colombia) v. 14 no. 2, p. 47-54.

OCHOA, G.; BUSTAMANTE, E. 1974. Investigación del agente causal de la pudrición de flecha en palma africana. Revista ICA (Colombia) v. 9 no. 4, p. 425-433.

SANCHEZ POTES, A. 1967 Investigación sobre el estado fitosanitario de algunas plantaciones de palma africana localizadas en el departamento del Meta ( Zona Acacias y Cumaral). Agricultura Tropical (Colombia) v. 23 no. 2, p. 78-87.

TURNER.PD. 1981. Oil palm and disorders. Oxford University Press, Kuala Lumpur. 280p.

VARGAS, M. 1992 *Fusarium solani*: Agente causal del Complejo Pudrición de Cogollo. Palmas (Colombia) v. 13 no. 1, p. 59-70.