

Revisión de literatura sobre el papel del suelo y la nutrición de plantas en la Pudrición del cogollo de la palma de aceite

The Role of Soil and Plant Nutrition on Oil Palm Bud Rot Disease: A Review

Autores

José A. Cristancho R.

Investigador posdoctoral de suelos, aguas y mecanización de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite-Cenipalma

Óscar A. Alfonso C.

Asistente de investigación de suelos, aguas y mecanización de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite-Cenipalma

Diego L. Molina L.

Asistente de investigación de suelos, aguas y mecanización de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite-Cenipalma

Palabras clave

Palma de aceite, características de los suelos, nutrición de plantas, Pudrición del cogollo, manejo agronómico, enfermedades.

Oil palm, soil characteristics, plant nutrition, Bud rot, agronomic management, diseases.

Recibido: 8 mayo 2012
Aprobado: 24 julio 2012

Resumen

La Pudrición del cogollo (PC) es la enfermedad más importante de la palma en América tropical y su agente causal es el hongo *Phytophthora palmivora*. La nutrición representa un factor importante en el grado de susceptibilidad de las plantas a varias enfermedades. El objetivo de este artículo es revisar la información publicada sobre la relación entre las características de los suelos, la nutrición, el manejo agronómico integrado y la enfermedad Pudrición del cogollo (PC). En Colombia (Zonas Oriental y Occidental) se encontró que excesos de humedad asociados con altos contenidos de arcilla, alta densidad aparente y bajas velocidades de infiltración y conductividad hidráulica favorecieron la presencia de la PC. Por otro lado, se reportó que altos niveles en el suelo de nitritos, Al y Mn intercambiable, acompañados por deficiencias de N, P, K, Mg, Ca, S y B, al igual que desequilibrios en el suelo y en la planta propiciaron una mayor susceptibilidad de las palmas a la enfermedad. Como estrategias de manejo se ha implementado de manera satisfactoria la siembra en bancales, el manejo de drenajes, la aplicación de enmiendas y el manejo balanceado de la nutrición en las diferentes etapas del cultivo. De igual forma es importante resaltar el manejo óptimo de los viveros, la detección temprana y la aplicación de agroquímicos en palmas afectadas. Todo lo anterior acompañado por el monitoreo y control del *Rhynchophorus palmarum*. En general, se observa que en algunas localidades de Colombia un manejo integrado del suelo, del agua y de la nutrición del cultivo reduce la susceptibilidad de las palmas a la PC, brindando condiciones adecuadas para el óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo.



Abstract

Bud rot disease (BRD) is a major threat of the oil palm crop in tropical America caused by *Phytophthora palmivora*. The role of plant nutrition on plant diseases management has been studied and reported in many crops worldwide. The objective of this paper is to review on the relationship between the soil properties, the plant nutrition and the integrated agronomic management on the susceptibility of the palms to BRD. In Colombia (East and West zones) was found that soil parameters related with poor drainage increased the predisposition and the incidence of the BRD. The areas with poor drainage were characterized by high clay contents and bulk density, and low infiltration rates and hydraulic conductivity. By the other hand, it was reported that high levels of nitrates, aluminum and manganese accompanied with low N, P, K, Mg, Ca, S and B content, and their imbalance in the soils and in the plant enhanced the predisposition to BRD. As a successful management practices reported to decrease the incidence of BRD were the drainage improvement, the soil compaction reduction, the incorporation of soil amendments and the balanced nutrient management in the different crop stages. The former recommendations must be accompanied with an optimum nursery management, early detection and treatment of affected palms, and finally the monitoring and control of *Rhynchophorus palmarum* pests. In general, it was observed that in some Colombian regions that the integrated soil, water and palm nutrition management decreased the susceptibility to BRD and gave the optimum conditions for a good growth and yield expression.



Introducción

La Pudrición del cogollo (PC) es la enfermedad más importante de la palma en América tropical y su agente causal es *Phytophthora palmivora*. La severidad de las enfermedades en la mayoría de los cultivos puede ser aminorada con manejo adecuado de la nutrición, mejorando la disponibilidad de los nutrimentos, la eficiencia de absorción y utilización por la planta (Huber, 1980; Datnoff *et al.*, 2007). La enfermedad se expresa a través de la interacción entre la planta, el patógeno y el ambiente (Huber, 1980 y Datnoff *et al.*, 2007). El control de las enfermedades con el uso de agroquímicos ha despertado serios cuestionamientos sobre la seguridad alimentaria y la calidad del ambiente, lo que ha generado la necesidad de buscar otras alternativas de manejo. Aunque existen ciertas contradicciones (Tabla 1), los nutrimentos pueden afectar la tolerancia a enfermedades y/o resistencia de las plantas a diferentes patógenos (Huber, 1980 y Datnoff *et al.*, 2007).

Turner (2003) reporta que existen evidencias sobre la relación directa entre la nutrición de la palma y la incidencia de las enferme-

dades. De forma general, los cultivadores de palma en el mundo concluyen que un manejo óptimo de las propiedades físicas y químicas del suelo, al momento de la siembra y durante el cultivo, se ve reflejado en un crecimiento vigoroso y en un correcto balance nutricional, lo que finalmente se expresa en un menor impacto de las enfermedades.

Marschener (1995) reporta que al menos 16 elementos son considerados esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas. Estos nutrimentos que son tomados y utilizados por las plantas en mayores cantidades son llamados macronutrimentos (N, P, K, Ca, Mg y S). Los micronutrimentos (Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn y Cl) aunque son igualmente esenciales, son utilizados por las plantas en menores cantidades. Las plantas obtienen tres elementos del ambiente (aire y agua): carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Los demás son absorbidos desde el suelo en formas iónicas, que pueden ser los cationes (carga positiva) y los aniones (carga negativa), estos interactúan en el suelo frecuentemente en forma de complejos.



Tabla 1. Estudios publicados en los que se relacionan el efecto positivo, negativo o variable de cada nutrimento en la incidencia de las enfermedades de diferentes cultivos.

Elemento mineral	Incidencia de la enfermedad		
	Disminuye	Aumenta	Efecto variable
Nitrógeno (N) (N/NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻)	190	254	28
Fósforo (P)	110	55	12
Potasio (K)	149	55	13
Calcio (Ca)	100	17	4
Magnesio (Mg)	35	14	2
Azufre (S)	53	13	0
Boro (B)	38	4	0
Cobre (Cu)	120	6	0
Zinc (Zn)	38	12	3
Hierro (Fe)	17	7	0
Manganeso (Mn)	108	15	2
Silicio (Si)	91	0	0
Cloro (Cl)	56	2	8
Otros	27	4	0

Fuente: Huber (1980) y Datnoff *et al.*, 2007

La habilidad de algunos nutrimentos para ser absorbidos por las plantas es ampliamente dominada por la actividad de los microorganismos del suelo, mientras que la disponibilidad de otros elementos depende de reacciones químicas (Dordas, 2008).

Datnoff *et al.* (2007) en su libro titulado *La nutrición mineral y las enfermedades de las plantas* realizaron una extensa discusión sobre el impacto de cada nutrimento y la incidencia de varias enfermedades. A continuación se mencionan los efectos más importantes de la mayoría de los nutrimentos en las enfermedades. El nitrógeno es uno de los elementos ampliamente reportado como uno de los que afecta la incidencia de las enfermedades. También es el que se aplica en cultivos comerciales en mayores cantidades y paralelamente es uno de los elementos más deficientes en los diferentes suelos del trópico. De manera general se reporta que el N tiende a aumentar las enfermedades, mientras que el K a disminuirlas. Sin embargo, la anterior conjetura falla porque no se tienen en cuenta los efectos de la dosis aplicada

(deficiente, suficiente o excesiva), el tiempo de aplicación (etapa de crecimiento o actividad del patógeno), forma de N (la reducida NH₄⁺, o la oxidada, NO₃⁻), condiciones de suelo (inexistencia de drenaje) y las interacciones con los demás elementos.

En vivero de palma se encontró que la aplicación de nitrato de calcio reduce la severidad de *Ganoderma boninensis*, pero no inhibe el crecimiento del micelio del patógeno (Turner, 2003). En cuanto al fósforo, se ha reportado que el balance y la adecuada fertilidad de P en cualquier cultivo reducen el estrés de las plantas y disminuye el riesgo a las enfermedades. En el caso del K, aunque existe un amplio volumen de literatura sobre la relación de este nutrimento y las enfermedades de las plantas, hay poca información cuantitativa sobre los contenidos de K en el suelo o en el tejido foliar que pueden afectar la expresión de las enfermedades.

La fertilización con K reduce la intensidad de muchas enfermedades causadas por patógenos obligados y facultativos. Cantidades adecuadas de K a nivel foliar (0,9% en la hoja No. 17) gene-

ran una reducción sustancial en la incidencia de la marchitez vascular (Turner, 2003). El Calcio es quizás el nutrimento más importante en el manejo de las enfermedades y ha sido bien descrito en la literatura (Datnoff *et al.*, 2007 y Dordas, 2008). Adicionalmente, los beneficios agronómicos otorgados por mantener niveles adecuados de Ca en las plantas han sido reportados por muchos investigadores que han evaluado cómo las aplicaciones de Ca al suelo, foliares y a los frutos reducen la incidencia y severidad de muchas enfermedades en especies de cultivos económicamente importantes.

El papel del Mg en la disminución o incremento de enfermedades no ha sido extensamente documentado como se ha hecho con otros macronutrientes y hay pocos reportes en los cuales se hubiese informado de una relación directa entre el Mg y las enfermedades. En palma la afección de Pestalotiopsis ocurre en tejidos deficientes de magnesio (Turner, 2003). El azufre y los compuestos que lo contienen afectan la incidencia y severidad de las enfermedades directamente por una mayor resistencia de las plantas. El manganeso es un nutrimento importante en la resistencia del hospedero a la enfermedad.

Las enfermedades causadas por hongos al igual que otras enfermedades bacterianas son frecuentemente reducidas por una mayor disponibilidad de Mn en el suelo. Por el contrario, en palma se reporta que las altas concentraciones de Mn foliar (>300 mg/kg en la hoja N° 17) inducidas por el mal drenaje, favorece la incidencia de la PC. El Zinc modula el crecimiento, el dimorfismo y la producción de fitotoxinas y micotoxinas en los microorganismos patogénicos. El amplio efecto biocida del Cu en los microorganismos ha hecho que sea el principal componente de muchos fungicidas y se ha observado que varias enfermedades comunes (*Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*), así como desórdenes, han sido asociados a este elemento. Sin embargo, el papel del Cu en diferentes procesos fisiológicos que influyen en la resistencia o susceptibilidad a enfermedades ha sido poco estudiado.

Muchos reportes han demostrado la disminución de las enfermedades mediante la fertilización con cloro en monocotiledóneas como cebada,

coco, maíz, palma datilera y trigo; y en dicotiledóneas como remolacha, apio, algodón y soya. A diferencia de otros micronutrientes esenciales, el molibdeno (Mo) no está fuertemente asociado a la incidencia de las enfermedades. Caso contrario ocurre con las aplicaciones de B en las cuales este elemento contribuye a los mecanismos de defensa de la planta. Los efectos benéficos del Si en plantas bajo estrés biótico o abiótico han sido reportados en una amplia variedad de cultivos, dentro de los cuales puede mencionarse los de arroz, cebada, trigo, pepino y caña de azúcar. Como se puede evidenciar en la anterior recopilación de literatura, el manejo adecuado de los diferentes nutrientes tiene un papel importante en el impacto de las enfermedades.

En Colombia, la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, en las diferentes etapas de estudio de la PC (1990 a 2011) adelantó investigaciones tendientes a identificar las condiciones del suelo y la nutrición asociadas a la susceptibilidad de la palma frente a la enfermedad. El objetivo de este artículo es revisar la información publicada sobre la relación entre las características de los suelos, la nutrición y el manejo agronómico integrado con la susceptibilidad de las palmas a la PC. Los beneficios de cada factor sobre la enfermedad son descritos, al igual que la interacción de los factores con diferentes prácticas agronómicas implementados para mitigar la enfermedad. Se espera que esta sea una fuente de información, la cual debe ser analizada e implementada para atenuar el impacto de la enfermedad de la PC en algunas localidades de América tropical.

Consecuencias del drenaje inadecuado en el desarrollo de cultivos

Las raíces utilizan oxígeno para respirar y llevar a cabo varios procesos fisiológicos vitales de la planta, en terrenos mal drenados el contenido de oxígeno disminuye y es reemplazado por el anhídrido carbónico influyendo en el crecimiento, en las propiedades químicas y en las actividades microbianas (Villón, 2007). En palma de aceite las raíces primarias crecen desde el tronco y reemplazan continuamente a las que mueren y la exten-



sión vertical depende de la presencia o ausencia de un manto freático (Corley *et al.*, 2003). Al faltar el oxígeno se disminuye la absorción de los nutrientes N, P, K Ca y Mg, así como su transporte a la parte aérea y la absorción de agua, todo ello afecta la nutrición del cultivo (Villón, 2007). De igual forma, se propicia la acumulación de formas químicas reducidas como los nitritos, los cuales pueden causar toxicidad al cultivo de palma de aceite (Munévar *et al.*, 2001).

Con la disminución del contenido de O₂ la microflora aerobia desaparece y se sustituye por flora anaerobia, reduciendo sustancias como el hierro y el manganeso, las cuales se vuelven más solubles y pueden producir toxicidad a las plantas (Villón, 2007). Diferentes problemas sanitarios en varios cultivos se asocian al mal drenaje, al exceso de riegos y suelos arcillosos que se inundan periódicamente: en cítricos se reporta incrementos de poblaciones de *Phytophthora spp* aumentando el riesgo de infección en la corteza; en olivos se ha presentado mayor incidencia de podredumbre radical con *Phytophthora spp* conllevando a muerte súbita caracterizada por desecación y marchitez generalizada en toda la planta; el Ficus (*benjamina L*) es susceptible a enfermedades de las raíces producidas por hongos de los géneros *Phytophthora*, *Fusarium* y *Pythium*; y en palma de aceite algunos reportes muestran que terrenos mal drenados favorecen el desarrollo de la PC. Los anteriores son ejemplos reportados para algunos cultivos (Trapero, 2011; Macaya, 2004; The American Phytopathological Society, 2001; Torres *et al.*, 2010).

Efecto del drenaje en la PC

En lotes donde no hay presencia de la PC o se está iniciando, la enfermedad aparece en forma de focos. En plantaciones de las zonas Oriental y Occidental se encontró que el deterioro de algunas propiedades físicas del suelo favorece la incidencia de la PC, algunas de estas características físicas son el contenido de humedad, densidad aparente, textura y tipo de arcillas (Munévar *et al.*, 2001). En los focos de la PC se observó un frente húmedo que no infiltra hasta 40 cm, con 14% menos de humedad en los sitios fuera de foco a esta profundidad (Gómez *et al.*, 1995). La densidad aparente en los focos fue mayor, con valores aproximados a 1,56 g/cm³, mientras en los sitios fuera del foco fue de 1,42 g/cm³, lo cual muestra la compactación del suelo en áreas focos que genera un mayor contenido de humedad superficial.

Por otra parte, se observaron altas diferencias en la conductividad hidráulica con valores de 1,4 en los sitios fuera de foco y 0,017 m/día en los focos (Gómez *et al.*, 1995). Esta información presenta similitud con los resultados encontrados en cuatro plantaciones de las zonas Oriental y Occidental (Astorga, Santa Helena, Aceites Manuelita y Palmas del Casanare) donde se observaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre los sitios de muestreo, hallando en los focos baja conductividad hidráulica (Tabla 2). Los investigadores lo relacionaron con la textura arcillosa

Tabla 2. Cambios en las propiedades físicas del suelo en diferentes áreas de un lote afectado por la Pudrición del cogollo.

Sitio de muestreo	Humedad gravimétrica (%)			Densidad aparente (g/cm ³)	Conductividad hidráulica (m/día)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)	Porosidad total (%)
	0 a 20	20 a 40	40 a 60				
Profundidad (cm)	0 a 20	20 a 40	40 a 60	0 a 40	-	-	-
Eje del foco de la PC	20	24	30	1,57	0,13 – 1,3	14 – 18,5	45 – 47
Corredor del foco	20	26	28	1,51	-	-	-
Fuera del foco	34	34	27	1,42	1,38 – 6,32	8 – 16,3	48 -72

de los suelos ocasionando que estén por un mayor tiempo con contenidos altos de humedad (Acosta *et al.*, 1996).

En la plantación Unipalma, de la Zona Oriental, se encontraron diferencias significativas y relación inversa entre la conductividad hidráulica y las palmas con incidencia de la PC, asociando mayo-

"No hay una regla general de cómo un nutriente en particular puede afectar la severidad de una enfermedad"

Dordas, 2008

res incidencias (eje del foco) a menores valores de velocidad de movimiento del agua a través de los suelos (0,13 – 1,3 m/día). Las evaluaciones fueron hechas en cuatro lotes, dos de ellos con manejo del drenaje y los otros dos como testigos del ensayo, se encontró que en los lotes donde se mejoraron las condiciones de drenaje la tasa de crecimiento de la enfermedad fue menor. A los 15 meses de iniciado el ensayo, se realizó manejo del drenaje y se observó una disminución en la incidencia de la PC. De igual forma, se evaluó la práctica de cincelado del suelo. Los resultados mostraron que la incidencia de la enfermedad aumentó en las parcelas donde no se cinceló, mientras que en la parcela cincelada se redujo en 83% el número de palmas mensuales afectadas por la PC (Munévar *et al.*, 2001).

Otros resultados que soportan la importancia de un óptimo manejo de drenajes fueron reportados en plantaciones de la zona del Upiá afectadas con la PC, las cuales se caracterizaron por tener altos contenidos foliares de Mn (>300 mg/kg en la hoja N° 17), elemento que se vuelve soluble en condiciones de mal drenaje facilitando su transporte al interior de la planta. Los autores reportaron que en Tumaco-Nariño la incidencia fue mayor en suelos orgánicos que se caracterizan por presentar mal drenaje y altas acumulaciones de Fe y Mn (Gómez, 1995).

Prácticas agrícolas que mejoraron la infiltración del agua en el suelo y restauraron las

propiedades físicas se vieron reflejadas con la disminución de la tasa de crecimiento de la PC: zonas con mayores precipitaciones estuvieron asociadas a mayor incidencia, encontrando disminución de la enfermedad en época seca e incremento en época lluviosa (Swinburne *et al.*, 1996). En la plantación Unipalma, como consecuencia del aumento de la PC, se decidió incrementar la red de canales para drenaje, así como disminuir los riegos en época seca, llevando a una notable disminución en incidencia y severidad de la enfermedad (Swinburne *et al.*, 1996). Por otra parte, en la plantación Guaicaramo, de la Zona Oriental, se reportó la práctica de bancales o montículos por medio de arado de disco, como una alternativa satisfactoria para alejar el exceso de humedad donde se siembra la plántula y reducir la severidad de las palmas afectadas por la PC (Acosta *et al.*, 2001).

Factores químicos del suelo y de la planta asociados con la Pudrición del cogollo

Los nutrientes son importantes para el crecimiento, desarrollo de las plantas y microorganismos y factores importantes en la susceptibilidad de las plantas a las enfermedades (Agrios, 2005). Todos los nutrientes esenciales pueden afectar la severidad de las enfermedades (Huber y Graham, 1999). Sin embargo, no hay una regla general de cómo un nutriente en particular puede afectar la severidad de una enfermedad (Dordas, 2008). En algunos casos pueden disminuir la incidencia de una enfermedad, en otros, el efecto puede ser contrario; de igual forma, puede darse una respuesta completamente opuesta en un ambiente diferente (Marschener, 1995; Graham y Webb, 1991; Huber, 1980).

A pesar de la importancia de los nutrientes en el grado de susceptibilidad de las plantas a las enfermedades, el correcto manejo ha recibido poca atención (Huber y Graham, 1999). Aunque la resistencia y tolerancia de las plantas a las enfermedades es genéticamente controlada (Agrios, 2005), son afectadas por el ambiente y especialmente por deficiencias y toxicidades de nutrientes (Marschener, 1995 y



Krauss, 1999). Las funciones fisiológicas de los nutrimentos en las plantas son bien conocidas, pero aún no se tienen claros los fundamentos con respecto a la dinámica de interacción entre nutrimentos y el sistema patógeno-planta (Huber, 1996). Un número relevante de estudios ha mostrado la importancia del correcto manejo de nutrimentos para controlar los problemas fitosanitarios y obtener altos rendimientos (Marschener, 1995; Huber y Graham, 1999; Graham y Webb, 1991). A pesar de ello, no hay suficiente información con respecto a las prácticas de manejo integrado del cultivo que puedan reducir las pérdidas en rendimientos debido a los disturbios patológicos (Dordas, 2008).

Existen prácticas culturales que pueden afectar la severidad de las enfermedades de las plantas tales como: la fecha de siembra, rotación de cultivos, distribución del material vegetal, nutrimentos minerales, enmiendas orgánicas, encajado para ajustar el pH del suelo, labranza y preparación de los surcos de siembra e irrigación (Huber y Graham, 1999), que afectan el nivel de nutrimentos disponibles para las plantas, lo cual puede incidir en la severidad de las enfermedades. Es aceptado que plantas bien nutridas toleran más los ataques de las plagas y enfermedades. El manejo en las dosis y época de aplicación de fertilizantes o cambios del ambiente del suelo influye en la disponibilidad de nutrimentos y, de esta manera, reduce los disturbios sanitarios en un sistema integrado (Huber y Graham, 1999; Graham y Webb, 1991).

El uso equilibrado de nutrimentos es el medio directo para reducir la severidad de muchos problemas fitosanitarios, los cuales deben aplicarse conjuntamente con prácticas culturales para que sean efectivos (Marschener, 1995; Atkinson y Mckinlay, 1997; Oborn *et al.*, 2003). En el cultivo de palma de aceite se han realizado estudios que comparan niveles de nutrimentos edáficos y foliares en áreas foco con la Pudrición del cogollo y fuera del foco, tanto en palmas sanas como en afectadas por la enfermedad. Los diferentes estudios se adelantaron con el objetivo de identificar algunos nutrimentos que estuvieran asociados con el grado de susceptibilidad de la PC. Vieigas *et al.* (2000) midieron Cu, Fe, Mn y Zn en las hojas N° 1, 9 y 17 de

palmas sanas y enfermas de *Elaeis guineensis* Jacq. y en híbridos interespecíficos (*Elaeis oleífera* × *Elaeis guineensis* Jacq.). Los niveles de Cu fueron ligeramente inferiores en palmas *E. guineensis* enfermas en comparación con las sanas y mucho más bajos en las palmas de *E. guineensis* sanas que en los híbridos. Los niveles de Fe en las hojas N° 1 y 9 de palmas tanto *E. guineensis* (sanas y enfermas) como de los híbridos fueron similares, pero superiores al nivel de la hoja N° 17 en las palmas enfermas, lo que sugirió a los autores que una toxicidad de este nutrimento podría estar relacionada con la susceptibilidad de las palmas a la PC. Las concentraciones de Mn fueron superiores en áreas foco de la enfermedad lo cual podría ser explicado por el pobre drenaje del terreno.

Por último, los niveles de Zn fueron muy inferiores en las palmas enfermas, independiente de la posición de la hoja analizada. Vieigas *et al.* (2000) comentaron que esos cuatro elementos jugaban un papel determinante en la susceptibilidad de las palmas a la enfermedad, esta opinión coincide con lo expresado por Chinchilla y Duran (1999). Munévar (2001) comparó las concentraciones de diferentes elementos en las hojas N° 9 y 17 tanto de palmas enfermas como de sanas. Solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la hoja N° 9, las cuales involucraron P, K, Ca, Mg y Cu, y las relaciones Ca/B, N/K, Ca/K y N/P. El hecho de que se haya encontrado una mayor asociación entre la composición química de la hoja N° 9 con la predisposición a la PC, se explicó porque la PC se inicia en la palma de aceite por los tejidos foliares más jóvenes y sugirieron que los estudios que se adelanten en el futuro sobre este tema deben tener en cuenta las hojas más jóvenes de la palma.

En cuanto al suelo, las principales diferencias se presentaron en pH, capacidad de intercambio catiónico, S, B, Fe, Cu y saturación de Ca. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los parámetros mencionados y sostuvieron que las características de fertilidad del suelo fueron mejores en las muestras provenientes de los sitios donde había palmas sanas que donde las palmas estaban afectadas por la PC. La saturación de calcio fue significativamente más alta en

suelo de palmas sanas (Munévar *et al.*, 2001). Los resultados acumulados hasta el año 2000 permitieron proponer un modelo hipotético, según el cual las condiciones físicas, químicas y nutricionales limitantes que se presentan en los suelos cultivados con palma actuaban modificando la relación planta-patógeno a favor del desarrollo de la enfermedad y, por consiguiente, pueden considerarse como factores que incrementan la susceptibilidad a la enfermedad de la PC.

Cristancho *et al.* (2007) adelantaron un estudio para determinar si en la subzona de San Carlos de Guaroa (Meta), se presentaban asociaciones similares a las encontradas en las subzonas de Cumaral (Meta) y Bajo Upía (Casanare) entre las características del suelo y la PC. Se realizó en 111.5 ha de la plantación Los Araguatos, donde la enfermedad se encontraba en una etapa avanzada. Mediante estudios epidemiológicos se estableció la dinámica espacio temporal de esta a través del tiempo (junio de 1999 a diciembre de 2004). Se estudiaron las propiedades físicas y químicas del primer horizonte del suelo, mediante un muestreo sistemático en cuadrícula fija con cuadrantes de 1.27 ha. Lo anterior permitió establecer el grado de asociación entre la tasa de crecimiento de la PC y cada una de las variables edáficas evaluadas, por medio de análisis de componentes principales y modelos de regresión lineal múltiple *Stepwise*.

Los suelos se agruparon en cinco subgrupos taxonómicos y se encontró que la tasa de crecimiento de la enfermedad fue diferente entre ellos; las menores tasas de progreso de la enfermedad se encontraron en un *Oxic Dystrudept* (0,4) y las mayores en un *Aquic Dystrudept* (0,8). Esto infiere que las altas saturaciones de humedad en el suelo causadas por la ausencia de drenaje del terreno hicieron que las palmas fueran más susceptibles al ataque de la enfermedad. Entre las propiedades químicas más relacionadas con la tasa de crecimiento de la PC se encontró la saturación de Al, con una relación lineal positiva (R^2 de 0,60). Otros parámetros asociados fueron la saturación de Mg y K, cuya relación con la tasa de crecimiento de la PC se describió por regresiones lineales negati-

vas (R^2 de 0,97 y 0,80). Los resultados ratificaron las relaciones entre el suelo y la incidencia de la enfermedad encontradas en otras áreas de los Llanos Orientales. Las limitantes de suelos (ausencia de drenaje) acompañadas con los desbalances identificados en los resultados de suelos y foliares en áreas afectadas por la PC indicaron que los desequilibrios (deficiencias o excesos) entre macro y micronutrientes hacían que las palmas estuvieran más susceptibles al ataque de *Phytophthora palmivora*.

Lo anterior se explica porque el desequilibrio de macro y micronutrientes afecta diferentes procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos de las plantas. Frías (2009), adelantó un estudio en plantaciones de las zonas Oriental y Central con el objetivo de establecer la relación entre la disponibilidad del Si en el cultivo de la palma de aceite y la ocurrencia de la PC en las dos zonas de producción. Los resultados no mostraron una relación directa entre el contenido de Si en los tejidos y en los suelos con la incidencia de la PC y tampoco se encontró correlación entre las concentraciones de Si medidas en los cinco tejidos (cogollo, flecha, hojas N° 1, 3 y 17) y los niveles de Si extraíbles en los suelos.

Rincón (2010) no encontró diferencias en la incidencia de la PC por la aplicación de diferentes fuentes (edáficas y foliares) y dosis de Si en palmas de vivero. Munévar (2002) reportó el análisis estadístico de los registros históricos de varias plantaciones de la Zona Oriental, analizando variables como los rendimientos, la incidencia de la PC, la fertilización y análisis foliares en lotes comerciales. A partir de los registros de producción de racimos se estimó la extracción anual de nutrientes, utilizando para ello tablas de consumo publicadas en la literatura de Malasia. Dicha extracción estimada se comparó con las cantidades de nutrientes aportadas al cultivo en la fertilización anual.

Los resultados mostraron un patrón de manejo y comportamiento de los cultivos con las siguientes características: (i) inicialmente los cultivos pasaron por un periodo de varios años de rendimientos crecientes, hasta llegar a niveles competitivos; (ii) durante el periodo inicial de rendimientos crecientes, las tasas de fertilización



utilizadas fueron menores a la tasa de extracción de nutrimentos por la cosecha; (iii) Lo anterior determinó una disminución progresiva de los rendimientos por cierto número de años, que fue explicada por el agotamiento de nutrimentos en el suelo y en la palma, lo cual propició un aumento acelerado de la PC; (iv) en las plantaciones donde se efectuó el manejo de los drenajes, la aireación al suelo a través del uso de cinceles y cambios en los esquemas de fertilización buscando un mayor balance y reposición de los nutrimentos extraídos, se inició una recuperación más rápida (6 meses) de las palmas enfermas con la PC, en comparación con los tiempos de recuperación observados en el pasado (2 años), de igual forma observó una menor ocurrencia de casos nuevos de la enfermedad.

En dichos estudios también se encontró que la disminución en los valores de la relación $(Ca+Mg)/K$ (1,4 a 0,82) en el follaje estuvo asociada a una menor predisposición a la PC y aumentos en los rendimientos (17 a 26 t/ha/año). Por otra parte, el manejo físico del suelo mejoró la aireación y se reflejó en una disminución de las concentraciones foliares de Mn (800 a 200 mg/kg), elemento cuya absorción excesiva por las plantas se presenta como consecuencia de la falta de drenaje y aireación. El mejoramiento combinado de la condición física del suelo y la fertilidad también generaron resultados positivos, como lo mostró un experimento en la plantación Aceites Manuelita (San Carlos de Guaroa, Meta) donde la labor combinada de cincelado y fertilización hizo más eficiente el uso de los nutrimentos aplicados, con disminución significativa de la incidencia de la PC (1,2 palmas afectadas por mes sin cincelado a 0,2 palmas bajo la práctica de cincelado).

Recomendaciones de manejo para mitigar el impacto de la PC

Fedepalma y Cenipalma (2009) en el taller internacional sobre la PC en Colombia reportaron que el plan de manejo integrado del cultivo, basado en el estudio del ciclo de vida de *Phytophthora palmivora*, incluye el papel de los insectos involucrados en su diseminación y especialmente el manejo de los residuos de cosecha

y la destrucción del tejido enfermo, así como de las plantas afectadas por la enfermedad. Por otro lado, se mencionó la necesidad de trabajar en el mejoramiento genético, estudiando aquellos materiales comerciales (*Elaeis guineensis*, Jacq) que pueden presentar cierto grado de tolerancia a la PC y los materiales híbridos interespecíficos (*Elaeis Oleífera x Elaeis guineensis*, Jacq) que han mostrado tolerancia a la PC y se han convertido en la principal alternativa para seguir cultivando palma de aceite en las condiciones de la región Occidental (Tumaco). Otro aspecto importante es el manejo de los viveros donde sus condiciones son muy favorables para que se desarrollen epidemias, pues en ellos se tiene alta densidad de plantas jóvenes y están como un monocultivo.

Las plantas que no cumplen con estándares definidos de calidad en el vivero son, en muchas ocasiones, las responsables de la diseminación de enfermedades en el campo, por lo tanto es necesario sembrar en el campo material libre de la PC. Para lograrlo se debe evitar el contacto de las plántulas con el suelo, lavar y esterilizar herramientas y almacenarlas donde no se presenten riesgos de contaminación con suelo o agua, usar sustratos pasteurizados, evaluar la sanidad del agua de riego, hacer inspecciones permanentes para eliminar y destruir las plantas enfermas, someter a cuarentena todo el material nuevo que llegue al vivero, restringir el acceso al vivero para prevenir la contaminación y entrenar a todo el personal en prácticas fitosanitarias.

El suelo para la siembra definitiva de las plantas también debe ser preparado incluyendo adecuaciones físicas y químicas. Se debe evitar tanto la siembra inmediata después de

El mejoramiento combinado de la condición física del suelo y la fertilidad también generaron resultados positivos

haber erradicado un cultivo afectado removiendo todos los residuos del cultivo anterior, ya sea picándolos o incorporándolos. Se debe proveer un buen drenaje de los suelos y la siembra de leguminosas. En el momento del trasplante hay que tratar las plantas con fungicidas. También, evitar encharcamientos alrededor de la planta y aplicar un material que evite el salpique de suelo (mulch). En el manejo agronómico del cultivo en la etapa joven y adulta es necesario optimizar las distancias de siembra, evitar la siembra de un solo material, utilizar coberturas, hacer un manejo adecuado del agua de riego y del drenaje, contar con programas de fertilización balanceados, hacer podas sanitarias y un manejo correcto de los residuos que permitan mejorar el contenido de materia orgánica de los suelos y, en general, la salud del suelo; hacer un adecuado manejo de malezas (gramíneas) y algo muy importante: manejar correctamente las plagas, que como el *Rhynchophorus palmarum* es un problema serio en las plantaciones.

Es fundamental la identificación de suelos problema, buscando mejorar las condiciones generales de salud de los suelos, el drenaje de los mismos, incrementar el contenido de materia orgánica, estimular la presencia de microorganismos antagonistas y la incorporación de material orgánico. Sumado a lo anterior se tiene una serie de recomendaciones de manejo más específicas que fueron publicadas por Munévar y Acosta (2002), quienes recopilaron e interpretaron los resultados obtenidos del proceso de investigación adelantado en Cenipalma, sumado a las experiencias desarrolladas en diferentes plantaciones y establecieron un conjunto de recomendaciones de manejo, que se presentan a continuación y cuya aplicación por parte de los cultivadores de palma les permitirá reducir considerablemente el impacto económico de la PC en sus cultivos y obtener rendimientos sostenibles:

1. Establecer los nuevos cultivos de palma de aceite solamente en áreas que reúnan las condiciones agroecológicas adecuadas (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de requerimiento edafo-climáticos para la palma de aceite.

Requerimiento		Clasificación por factores		
Factor diagnóstico	Unidad	Óptimo	Limitación moderada	Limitación severa
Precipitación anual	mm/año	2000-4000	1000-2000 4000-8000	500-100
Clase de drenaje		Moderado a Bien drenado	Imperfecto	Pobre o excesivo
Pendiente	%	< 7	7-12	12-25
Prof. efectiva	cm	>75	75-50	<50
Horas sol	Horas/año	>2000	1000-2000	<1000
Temp. mínima	°C	>21		
Temp. máxima	°C	≤31		

2. Estudiar en detalle los suelos de los predios que se incorporen al cultivo, esto con el fin de poderlos seleccionar y tener la información necesaria para su correcta adecuación. Lo usual en un terreno, aunque sea de

mediana extensión, es encontrar diversidad de suelos que requieren de adecuación y manejo específicos, esto involucra adecuar el terreno antes de la siembra del cultivo en unidades de manejo asociadas a las carac-



terísticas de los mismos. En los cultivos establecidos para los cuales no se hayan dado estos pasos es necesario hacer los estudios

correspondientes. La fertilidad de los suelos puede evaluarse mediante los criterios consignados en la Tabla 4.

Tabla 4. Guía básica para la interpretación de análisis de suelos para palma de aceite.

Parámetro	Unidades	Bajo	Medio/ Moderado	Alto
pH 1:1	Unidades	< 5,5	5,5 - 6,5	> 6,5
C.E.	dS/m		2 - 4	
C.I.C.	cmol(+)/kg	< 10	10 - 20	> 20
C. Orgánico	%	< 1,5	1,5 - 2,5	> 2,5
M. Orgánica	%	< 2	2 - 4	> 4
Potasio	cmol(+)/kg	< 0,2	0,2 - 0,4	>0,4
Magnesio	cmol(+)/kg	< 0,2	0,2 - 0,3	> 0,3
Sodio	cmol(+)/kg		< 1	> 1
Fósforo (Bray II)	mg/kg	< 15	15 - 30	> 30
Azufre	mg/kg	< 10	10 - 15	>15
Boro	mg/kg	< 0,25	0,25 - 0,50	> 0,50
Hierro	mg/kg	< 15	15-30	>30
Cobre	mg/kg	< 0,5	0,5 - 1,5	> 1,5
Manganeso	mg/kg	< 5	5 - 10	> 10
Zinc	mg/kg	< 1,0	1,0 - 2,0	> 2,0
Saturación de K	%	< 2	2 - 6	
Saturación de Ca	%	< 30	30 - 40	> 40
Saturación de Mg	%	< 10	10 - 20	> 20
Saturación de Na	%		< 1,5	
Saturación de Al	%		20 - 30	
Mg/K	Unidades	< 1: def. Mg	3	> 18: def. K
Ca/Mg	Unidades		2 - 4	> 10: def. Mg
Ca/K	Unidades		6	> 30: def. K
(Ca+Mg)/K	Unidades		10	> 40: def. K
Ca:Mg	Unidades		2	
K:Mg	Unidades		0,2	
Ca:Mg:K	Unidades		3: 1 : 0,25	

3. Realizar todas las prácticas de adecuación necesarias para facilitar la aireación del suelo y su drenaje rápido antes del establecimiento del cultivo y mantenerlas de esa forma

durante todas las etapas subsiguientes. Estas prácticas incluyen, entre otras, obras de drenaje, labranza, control del nivel freático y evitar el riego excesivo. Esta recomendación

- también debe aplicarse en los cultivos ya establecidos en suelos que no fueron adecuados con estos criterios.
4. Utilizar los correctivos y fertilizantes que sean técnicamente necesarios antes de la siembra, mejorando las condiciones del suelo por lo menos en los primeros 30 cm del perfil. La aplicación de correctivos y fertilizantes en presiembra permite promover desde un comienzo un buen desarrollo radical del cultivo, aumentando así su capacidad de exploración a un mayor volumen de suelo.
 5. Seleccionar el sistema de ahoyadura y siembra que más convenga según las características de suelo y el clima. En suelos superficiales y/o compactados, la siembra en los hoyos pequeños de uso tradicional determina que en poco tiempo las raíces llenen el volumen de suelo preparado y deben afrontar las condiciones adversas del volumen de suelo que no fue adecuado. Por esta razón, en muchas circunstancias conviene preparar hoyos de siembra más grandes. Otra alternativa, de especial importancia para zonas de alta precipitación y suelos con tendencias a mal drenaje, es la siembra en bancales, técnica sobre la cual ya se tiene experiencia en algunas plantaciones.
 6. Utilizar para la siembra solamente plántulas vigorosas y en estado sanitario óptimo, provenientes de viveros de alta calidad y de semillas de origen y calidad garantizados. El vigor que tengan las plántulas que se lleven al campo tiene gran influencia en el desempeño futuro del cultivo. En la selección de plántulas para el trasplante se debe tener especial cuidado en descartar aquellas que tengan síntomas de la PC, ya que la enfermedad se ha detectado en los viveros y en el campo a los pocos días de la siembra. Se deben sacar plántulas de máximo 10 meses de edad en vivero principal.
 7. Fertilizar el cultivo adecuadamente según su edad, las condiciones del suelo, los niveles de productividad esperados y demás criterios técnicos. Los análisis foliares y de suelos realizados e interpretados sistemáticamente juegan un papel muy importante a este respecto.
 8. Establecer sistemas de seguimiento a los programas de fertilización en los cuales se incluya el cálculo de la relación entre la extracción de nutrimentos por la cosecha y su reposición con los fertilizantes, a través del tiempo. Con esto se evita agotar las reservas nutricionales del suelo y someter el cultivo a periodos de estrés por la falta de nutrimentos.
 9. Mantener el balance nutricional del cultivo en sus diferentes etapas. Cuando se detecten desbalances nutricionales debe establecerse un programa de seguimiento que incluya análisis foliares espaciados sistemáticamente. Para fijar las metas a lograr y evaluar los cambios en los niveles de nutrimentos, puede utilizarse como guía la Tabla 5. Se resalta la importancia de buscar que en la hoja No. 17 de palmas adultas, las relaciones de $(Ca+Mg)/K$ sean menores de 0,8; N/K de 2,5 y Ca/B de 370.
 10. Seleccionar adecuadamente los fertilizantes de tal manera que se apliquen fuentes efectivas y evitar que se induzcan desbalances nutricionales. En la selección de los fertilizantes debe tenerse en cuenta que la mayoría de ellos contiene más de un elemento químico y por tanto hay que considerar la concentración de aquellos elementos diferentes al que constituye el objetivo primario de la aplicación. Dada la frecuencia de concentraciones altas de Ca que impiden una adecuada absorción del K en las zonas afectadas por la PC, este elemento debe verse con especial atención. La efectividad de los fertilizantes de mediana o lenta solubilidad puede evaluarse antes de su aplicación por medio de las pruebas de reactividad de enmiendas.
 11. Evaluar periódicamente las condiciones físicas del suelo, donde el grado de compactación puede medirse con el uso de penetrómetros, penetrógrafos o sustitutos caseros de los mismos en lo posible en condiciones de capacidad de campo. La aireación y la facilidad para el movimiento del agua pueden evaluarse determinando la conductividad hidráulica saturada buscando que sea mayor a 5 cm/hora. Si los cultivos de la Zona Oriental están bien drenados, la concentración de Mn no debe ser

**Tabla 5.** Guía general para la interpretación del análisis foliar de la palma de aceite adulta (hoja No. 17)

Elemento	Unidades	Bajo (menor o igual a)	Calificación* medio	Alto (mayor o igual a)
Nitrógeno	%	2,33	2,34 - 2,59	2,60
Fósforo	%	0,15	0,16 - 0,17	0,18
Potasio	%	1,07	1,08 - 1,19	1,20
Calcio	%	0,58	0,59 - 0,64	0,65
Magnesio	%	0,24	0,25 - 0,27	0,28
Cloro	%	0,50	0,51 - 0,69	0,70
Azufre	%	0,22	0,23 - 0,25	0,26
Boro	ppm	15	16 - 17	18
Hierro	ppm	71	72 - 79	80
Zinc	ppm	13,40	13,50 - 14,90	15
Manganeso	ppm	134	135 - 149	150
Cobre	ppm	4,30	4,40 - 4,90	5,00
Ca+Mg+K	%	1,89	1,90 - 2,12	2,13
(Ca+Mg)/K	Unidades	0,76	0,77	0,78
N/K	Unidades	2,18	2,18	2,17
N/P	Unidades	15,53	15,61 - 25,90	26,00
K/P	Unidades	7,13	7,14 - 11,90	12,00
Ca/B	Unidades	< 325	325	> 325

mayor de 300 mg/kg, por lo cual el análisis foliar es una herramienta útil para el seguimiento de esta condición.

- Realizar durante todas las etapas del cultivo las prácticas de manejo en forma integral para mantener las palmas suficientemente vigorosas. Estas prácticas incluyen el control de malezas (gramíneas), plagas, y otras enfermedades. Se debe prestar especial atención a los problemas sanitarios que afecten directamente las raíces, como es el caso del barrenador de la raíz *Sagalassa valida*. Todos los impedimentos para el buen funcionamiento de las raíces causan problemas nutricionales que favorecen el desarrollo de la PC.
- Realizar prácticas de manejo para controlar problemas secundarios ej. *Rhynchosporium palmarum*.

Consideraciones finales

Los resultados de las diferentes investigaciones adelantadas muestran que en ciertas localidades de América tropical, el manejo de factores determinantes (selección del material), limitantes (fertilidad de los suelos, disponibilidad de agua y nutrimentos en diferentes etapas del cultivo), y reductores (manejo de malezas, plagas y prácticas culturales de la PC) permiten disminuir la incidencia de la enfermedad y brindar condiciones óptimas para el crecimiento y producción del cultivo de la palma de aceite.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Dr. Jorge Stember Torres Aguas por los comentarios para el mejoramiento del artículo.

Bibliografía

- Acosta G. A.; Gómez C. P.; Vargas J. (1996). Factores físicos de los suelos y su influencia en la predisposición a la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 17(1):71-79.
- Acosta G. A.; Amézquita E.; Santacruz L.; Munévar M. F.; Salamanca O.; Londoño J. (2001) Los bancales, una alternativa de adecuación de suelos para la siembra de palma de aceite. *Ceniavances* No. 88, p. 1-3.
- Agrios, N.G. (2005) *Plant Pathology*, 5th edition, Elsevier-academic Press, p.635.
- Atkinson, D., Mckinlay, R.G. (1997) Crop protection and its integration within sustainable farming system. *Agriculture Ecosystem Environment*, 64, 87-93.
- Chinchilla, C.M., Duran, N. (1999) Nature and management of Spear Rot-like problem in oil palm: a case study in Costa Rica. *Proceedings of the PORIM International Palm Oil Congress (Agriculture)*. A29:97-126.
- Cristancho R. J.A., Castilla, C.C.E., Rojas, M.M., Munévar, M.F. y Silva, C.J.H. (2007). Relación entre la saturación de Al, Mg, K y la tasa de crecimiento de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en la Zona Oriental colombiana. *Palmas* 28 (1): 24 – 30.
- Corley R; Tinker P. (2009) *La palma de aceite*. 4^{ta} edición. p. 604.
- Datnoff, L., Elmer, W., Huber, D. (2007) *Mineral nutrition and plant disease*. The American Phytopathological Society. APS Press, St. Paul, Minnesota USA.
- Dordas, C. (2008). Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. *A review. Agronomy for Sustainable Development* 29, 1-14.
- Fedepalma y Cenipalma 2009. Taller internacional sobre la PC en Colombia, Santa Marta, Colombia. Revisado el 6 de febrero de 2012 www.fedepalma.org/doc.
- Frías, R. (2009) Variabilidad del silicio y su relación con la ocurrencia de la Pudrición del cogollo en la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.): Una evaluación edáfica y foliar. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia.
- Gómez C. P.; Acosta G. A.; Guevara L.; Nieto P. L. (1995) Pudrición del cogollo en Colombia: importancia, investigación y posibilidades de manejo. *Palmas* (16):198-206.
- Gómez C. P. (1995) Estado actual de la investigación sobre la Pudrición del cogollo. *Palmas*, 16(1): 9-23.
- Graham, D.R., Webb, M.J. (1991) Micronutrients and disease resistance and tolerant in plants. In: Mortvedt, J.J., Cox, F.R., Shuman, L.M., Welch, R.M., (eds), *Micronutrients in agriculture*, 2nd edition., Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A. pp. 329-370.
- Huber, D.M. (1980). The role of mineral nutrition in defense. In: *Plant Disease. An advanced Treatise*, Volume 5, how plants defend themselves, In: Horsfall I.G., Cowling, E.B. (eds), Academic Press, New York, pp. 381-406.
- Huber, D.M. (1996) Introduction, In: Engelhard, W.A. (ed.) *Management of diseases with Macro- y microelements*, APS Press, Minneapolis, USA, p. 217.
- Huber, D.M., Graham, R.D. (1999). The role of nutrition in crop resistance and tolerance to disease, In: Rengel, Z. (ed.). *Mineral nutrition of crops fundamental mechanisms and implications*. Food product press. New York, pp. 205-226.
- Krauss, A. (1999). *Balanced nutrition and biotic stress*. IFA Agricultural Conference on managing Plant Nutrition, 29 June – 2 July 1999. Barcelona, Spain.
- Macaya, J. (2004) Las Moraceae cultivadas en Chile. *Chloris Chilensis*. Año 7 N° 2. <http://www.chlorischile.cl/moraceaechileornm/moraceaeamacaya.htm>. Revisado el 9 de abril de 2011, p. 31.
- Marschener, H. (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed., Academic Press, London, p. 889.
- Oborn, I., Edwards A.C., Witter, E., Oenema, O., Ivarsson, K., Withers, P.J.A., Nilson, S.I., Richert Stinzing, A. (2003) Element balances as a toll for sustainable nutrient management a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context, *European Journal of Agronomy* (20):211-225.
- Munévar M. F.; Acosta G. A.; Gómez C. P. (2001) Factores edáficos asociados con la Pudrición del cogollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 22 (2): 9-19
- Munévar, M.F., Acosta, G.A. (2002) Recomendaciones de manejo del cultivo de palma de aceite para minimizar el impacto de la Pudrición del cogollo. *Ceniavances* No. 97, 1-5.
- Swinburne T; Victoria J; Ollagnier M; Lozano J. (1996) Informe de la revisión externa de la investigación de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite que ha venido realizando Cenipalma. *Palmas*, 17(1):81-86.
- Rincón, N.A.H. (2010). Efecto de la nutrición balanceada y la aplicación de silicio sobre la incidencia de la PC en viveros de *E. guineensis* en la Zona Occidental. En: Informe anual de actividades 2010. Programa de suelos y aguas, Cenipalma.
- Torres L. G; Sarria V. G; Martínez L. G. (2010) Identificación temprana y manejo de la Pudrición del cogollo de la palma de aceite. *Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite*, Guía para facilitadores. p. 78.
- The American phytopathological society (2001) *Plagas y enfermedades de los cítricos*. Segunda edición. Ediciones Mundi Prensa. 2001. 14 p.
- Trapero, A. (2011) La seca de olivos jóvenes: identificación y patogenidad de los hongos asociados con podredumbres radicales. Grupo de Patología Agroforestal, Universidad de Córdoba.
- Turner, P. (2003). The role of nutrition in disease control. In: *Oil palm: Management for large and sustainable yields*, edited by: Fairhurst, T. and Härdter, R. IPNI and IPI. 181-190.
- Vieigas, I. DE J.M.; Frazao, D.A.C.; Furlan, J.J.; Trindade, D.R.; Thomaz, M.A.A. (2000). Teóres de micronutrimientos em folhas de dendzeiros sadios e com sintomas de amarelecimento fatal. Poster presente ao Seminario Internacional (Agronegocio do dende: uma alternativa social, económica e ambiental para o desenvolvimento sustentavel da Amazonia). Belém - Pará, Brasil, 16-20 Outubro 2000.
- Villón M. (2007) *Drenaje*. Editorial tecnológica de Costa Rica. Primera edición. p. 544.

NOVEDOSO Y EFICAZ SISTEMA DE SIEMBRA

PLANT-TECH es un producto de fabricación nacional, desarrollado a base de SUSTRA-COCO o turbas importadas mas un aglomerante natural que conserva su forma.

Este producto fue desarrollado con el fin de brindarle al cultivador una solución en el proceso de producción de plántulas, sin tener la necesidad de removerlas de su medio de crecimiento y sin utilizar bolsas plásticas o bandejas para producir sus materiales.

Este producto acelera el crecimiento de sus materiales tanto en la parte radicular como foliar, recortando así sus ciclos de crecimiento en el vivero.

PLANT-TECH le permite optimizar su vivero, clasificar sus materiales y le asegura un excelente desempeño en el empaque, transporte y siembra de sus materiales.

VENTAJAS DE PLANT-TECH

- Sostenibilidad en la forma del plug.
- Mayor aireación y oxigenación en su contenido.
- Excelente retención de humedad.
- Consistente.
- Resistente en el empaque y el transporte.
- Excelente formación de raíz y follaje.
- Disminuye los días de enraizamiento.
- Fácil manejo en el área de propagación y siembra.

*PLUGS PARA PALMA AFRICANA
Y MUCUNA.*



En extracción de **Aceite** nos llevamos **Las Palmas**

Diseñamos y construimos equipos y procesos de alta eficiencia, óptima calidad, construcción sólida de alta confiabilidad y mantenimiento sencillo; con un claro enfoque de respeto por el medio ambiente.

**PORQUE
EL MEDIO AMBIENTE
ES RESPONSABILIDAD
DE TODOS**

- Plantas Extractoras de Aceite de Palma.
- Sistemas de cogeneración con calderas de alta presión y turbogeneradores a contrapresión ó condensación.
- Calderas acuatubulares tipo Fraser y Fraser II ("Bi-Drum"), diseñadas para combustión de raquis.
- Equipos de procesamiento de raquis.
- Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) con énfasis en producción de Biogas.
- Sistemas de captación y manejo de Biogas para Créditos de Carbón (Proyectos MDL)



TECNINTEGRAL S.A.S.



Capítulo Bogotá - COLOMBIA
Certificación COLBOG00136
Exporter - Importer Manufacturer in Bogotá, Colombia
BUSINESS ALLIANCE FOR SECURE COMMERCE

Carrera 81 65 A 45 sur, Bosa • PBX: +(57-1) 779 9090 • Fax: +(57-1) 779 9090 Ext. 119
Bogotá, D.C., Colombia • www.tecnintegral.com • E-mail: correo@tecnintegral.com