

El síndrome del anillo rojo-hoja pequeña en palma aceitera y cocotero*

CARLOS M. CHINCHILLA **

* Artículo originalmente publicado en Boletín Técnico OPB-CB 2(4): 113-136. 1988. Actualizado para la revista Palmas, Bogotá, Colombia.

** Programa de investigación en palma aceitera ASD de Costa Rica apartado 30 1000 San José, Costa Rica.

INTRODUCCION

Probablemente la enfermedad causada por *Bursaphelenchus cocophilus* (*Rhadinaphelenchus cocophilus*) es la más importante en palma aceitera y cocotero en Centroamérica. Pérdidas del 5-15% en ambas palmas son comunes en muchos países de América Tropical.

De acuerdo con el trabajo de Salas (1980) en Costa Rica, esta enfermedad fue encontrada por primera vez en cocotero cerca de una plantación comercial de palma aceitera, en la región de Quepos en 1977. El nematodo también ha sido encontrado en la Costa Atlántica del país. En 1979 se determinó que la enfermedad se encontraba establecida en cocotero a todo lo largo de la costa Pacífica desde Guanacaste hasta Golfito, y también ha sido encontrada en la frontera con Panamá.

En Honduras, el nematodo fue encontrado en los años 70 en cocoteros bastante cercanos a las plantaciones de palma aceitera en San Alejo, en las localidades de La Lima, Chotepe, Pto. Cortés, la Ceiba y Guaymitas (Salas, 1979, datos sin publicar).

Plantas de palma aceitera mostrando síntomas típicos de la enfermedad del anillo rojo fueron encontradas por primera vez en Quepos, Costa Rica, en 1984 (Luchini, sin publicar).

La sintomatología de la hoja pequeña en palma aceitera no fue reconocida como asociada a *Bursaphelenchus cocophilus* en Centro América, hasta 1986 (Chinchilla y Richardson, 1987). Sin embargo, en Honduras se hablaba ya de palmas duras viejas mostrando estos síntomas a principios de 1980; se cree que la enfermedad ha estado presente desde comienzos de 1970. Para esa misma época (1980), se menciona también que algunas plantas presentaban hoja pequeña en las regiones de Quepos y Coto en Costa Rica, pero no se hace mención a la edad de las plantas ni se detalla su sintomatología.

SINTOMATOLOGIA EN PALMA ACEITERA

Una característica de este nematodo es la gran variabilidad de síntomas que puede causar en las plantas afectadas tanto en cocotero como palma aceitera.

Generalmente sólo cocoteros mayores de cuatro años son atacados (Dao y Oostembrink, 1967), y en palma aceitera la enfermedad es más común en plantas mayores de 5-6 años. Numerosos intentos por lograr infección en palmas jóvenes de ambas palmeras han fracasado (Malagutti, 1953; Dao y Oostembrink, 1967).

El nematodo *B. cocophilus* ha sido asociado con al menos tres tipos de síntomas en palma aceitera en Costa Rica, Honduras y otros países de Latinoamérica. Sin embargo, puede ocurrir una amplia combinación de síntomas en una determinada planta enferma.

Sintomatología clásica

En palma aceitera, el cuadro de síntomas considerado como clásico se produce cuando las hojas más viejas o intermedias amarillean y se secan progresivamente (Fig. 1A). Estos síntomas avanzan abarcando hojas cada vez más jóvenes. Las hojas de mayor edad suelen quebrarse en el pecíolo, a corta distancia del tronco y la parte distal permanece colgando por largo tiempo. Al partir transversalmente el tronco de estas palmas, se nota un anillo de tejido color pardo, crema o rosado, de unos pocos centímetros de grosor y localizado generalmente cerca de la periferia del tronco (Fig. 2C). En algunos casos, el anillo no es continuo en toda la longitud del tallo apareciendo en la parte superior, pero es aparentemente inexistente en la parte media y puede reaparecer en la región basal como un área de color rosado pálido. El anillo puede también sólo ser evidente en una pequeña sección de la parte superior o inferior del tronco (Fig. 2A, B, F). Generalmente, las hojas nuevas son de un verde pálido amarillento y más cortas de lo normal. Sin embargo, cuando la palma ha sido atacada severamente por larvas del picudo (*Rhynchophorus palmarum*), la región apical (cogollo) se observa parcialmente destruida. Una vez infectada, la palma puede morir en 2 - 3 meses.

Hoja pequeña

Otro cuadro de síntomas observado se refiere a la condición conocida como "hoja pequeña", donde la mayoría de las hojas conservan su color verde y frecuentemente no se observa ningún tipo de necrosis en el tallo de las palmas afectadas. Inicialmente la planta empieza a emitir hojas más corlas y el centro de la corona toma una apariencia compacta (Fig. 3A).



Figura 1A. Síntomas clásicos de anillo rojo en palma aceitera.



Figura 1B. Manchas en el raquis de una planta de palma aceitera con anillo rojo.



Figura 1C. Larva de *Rhynchophorus palmarum*.

Eventualmente, al continuar la emisión de hojas pequeñas, que pueden ser simples muñones, la parte central de la corona adquiere la apariencia de un embudo. Conforme la enfermedad progresa, todas las nuevas hojas son cortas y deformes, con diferentes grados de secamiento de los folíolos a partir de las puntas, y grados anormales de suberización en los raquis (Fig. 3C). La producción de hojas pequeñas, como otro síntoma causado por *B. cocophilus*, ha sido descrito también en Surinam, Brasil y Venezuela (Malagutti, 1953; Van Hoof y Seinhorst, 1962; Schuiling y Dinther, 1981).

La mayor población de nematodos se localiza en las hojas negativas, en la fase de rápida elongación (-11 a -2), aquí aparecen frecuentemente en mayor número, en los folíolos de la parte media y distal de las hojuelas. El comportamiento de estos nematodos podría ser del tipo semi-ectoparasítico. Las hojas atacadas al ser emitidas presentan una necrosis de folíolos más generalizada en la parte media y/o distal, lo que corresponde a la zona donde se albergaba la mayor población de nematodos en las fases de desarrollo de estas hojas. Estos folíolos además de estar parcialmente necrosados, no se abren completamente y permanecen parcialmente plegados al raquis. Algunos nematodos activos han sido localizados aun en las hojas -25 a -28.

Es conocido que cuando se encuentran altas poblaciones de larvas en un tronco, esto conduce al canibalismo.

Conforme la enfermedad progresa, todas las nuevas hojas en la planta son pequeñas y deformes, adquiriendo la palma la apariencia de un plumero gigante (Fig. 3B). Las inflorescencias en desarrollo en las hojas negativas abortan, por lo cual estas plantas terminan siendo totalmente improductivas. En cortes de los pecíolos y raquis de las hojas negativas infectadas, se observan manchas de color anaranjado amarillento (Fig. 3D). En la zona inmediatamente por debajo del punto de crecimiento también se observan manchas dispersas amarillentas.

La enfermedad se presenta en una forma crónica, pudiendo permanecer la palma en esta condición por varios años. En un porcentaje muy bajo, las plantas se recuperan produciendo algunas hojas de tamaño más

o menos normal. Sin embargo, muchas de estas palmas vuelven a enfermarse e inician un nuevo ciclo de producción de hojas pequeñas. La enfermedad causa un retardo pronunciado en el crecimiento del tallo, por lo cual palmas que han estado enfermas por uno o más años son notoriamente más pequeñas que sus vecinas sanas.

Cuando la planta tiene racimos formados al momento de presentarse los primeros síntomas, éstos continúan su desarrollo, pero conforme la enfermedad progresa, se presenta falla de muchos de ellos. En algunas de estas palmas, al cortar el tronco cerca de su base, se notan manchas necróticas café oscuro casi negras y algunas veces un anillo poco más o menos

definido del mismo color. Generalmente, este anillo sólo ocupa una porción muy limitada de una sección longitudinal del tallo. Kraaijenga y Ouden (1966) observaron en cocotero en Surinam, que la sintomatología de hoja pequeña no siempre se asociaba al desarrollo del anillo rojo en el tronco y propusieron como explicación para este comportamiento la edad avanzada de los árboles estudiados. En palma aceitera no es

claro si la edad está involucrada en el desarrollo de un tipo particular de sintomatología. No obstante, los síntomas clásicos tienden a ser más comunes y espectaculares en palmas viejas.

La presencia de hojas pequeñas no debe tomarse como el único indicador de infección por *R. cocophilus*, pues existen otras causas por las cuales este síntoma se puede producir. Entre éstas se encuentra la pudrición alta del tallo, recuperación luego de un ataque de pudrición común de la flecha, marchitez por *Fusarium*, ataque de algunos insectos, deficiencia de boro, recuperación de una fractura severa de la corona por viento, etc..

Maas (1970) en Surinam, realizó varias inoculaciones controladas en palma aceitera y observó que la enfermedad era letal solamente en las plantas más vigorosas. Plantas menos vigorosas desarrollaban la sintomatología de hoja pequeña. Este tipo de relación no es aparente en Centroamérica, donde la sintomato-

logía de hoja pequeña se desarrolla independientemente del vigor aparente de la planta atacada.

En algunas oportunidades, se observan plantas con hoja pequeña de 5 ó más años de edad originada como consecuencia de un ataque de pudrición común de la flecha, en algunos de estos casos la presencia de hojas pequeñas es un signo de recuperación de la planta enferma. Sin embargo, muchas de estas plantas no llegan a producir hojas normales, sino que entran en una fase crónica de la enfermedad de hoja pequeña. Se han observado con cierta frecuencia casos en donde la pudrición común de la flecha atrae al picudo, el cual cuando está contaminado con el nematodo lo inocula en la planta. Cuando la infección por el nematodo ocurre en una planta con un ataque severo de pudrición de la flecha, ésta puede no mostrar ningún síntoma externo que haga sospechar de la presencia del nematodo. El cogollo de estas plantas puede estar totalmente destruido, y la planta muere siguiendo una secuencia esperable en este tipo de enfermedad (pudrición de flecha), lo que puede ocurrir en 2 o 3 meses. Cuando el tronco es cortado, se observa el desarrollo de un anillo o manchas de donde es posible recuperar el nematodo.

Anillo Rojo - Hoja Pequeña

Un cuadro de síntomas que es una combinación de los descritos, se observa cuando las hojas más jóvenes son de color verde pálido amarillentas, más cortas y erectas de lo normal, y aparecen formando una masa compacta. Al examinar de cerca el cogollo, se nota que en algunos casos las hojas han desarrollado una pudrición acuosa cerca de su base. Las inflorescencias en desarrollo se necrosan y los frutos en formación se pudren o bien son pequeños y de maduración muy desuniforme. Algunas hojas de las más jóvenes son extremadamente pequeñas o reducidas a meros muñones y los folíolos presentan diferentes grados de necrosis (Fig. 3C). Con cierta frecuencia se observa que algunas hojas pequeñas no presentan necrosis aparente, sino un arqueamiento en el raquis cerca del extremo apical. Las hojas más viejas pueden permanecer verdes por largo tiempo, pero eventualmente ocurre amarillamiento de las hojas intermedias y los síntomas se generalizan ocurriendo la muerte de la planta.

Al cortar longitudinalmente el raquis de las hojas más jóvenes, especialmente las negativas, se observa en el área del corte una coloración anaranjada-amari-

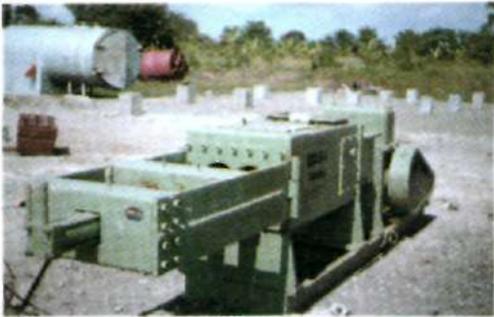
lenta (Fig. 3D). Algunos de los pecíolos de hojas intermedias y viejas (Fig. 1B) muestran manchas necróticas café oscuro en su parte interna. Frecuentemente, se observa que las palmas que presentan el cuadro de síntomas de hojas pequeñas, desarrollan una coloración anaranjada intensa en la parte externa de los pecíolos de las hojas de mayor edad, pero una coloración similar puede aparecer en plantas con ciertos problemas nutricionales.

Al cortar el tronco de estas palmas se observan diferentes tipos de necrosis interna. Dependiendo de la sección del tronco en que se haga el corte se pueden observar en sección transversal uno o más anillos discontinuos concéntricos, o bien manchas o puntos necróticos sin un patrón de distribución definido, excepto que se localizan usualmente cerca de la región central (Fig. 2F, G, H). Algunas veces la parte central del tronco está ocupada por una necrosis café oscura o amarillenta, de varios centímetros de radio con borde

**SUDEIM Ltda.**

Mecánica Agroindustrial
Plantas Extractoras de Aceite de
Palma Africana Montajes Industriales
INGENIERIA

Prensas para Extracción de Aceite



Calle 12 No 14-B-48 Bosa A.A. 46222
Tel: 7751652 7780287 FAX: 7780205
Bogotá Colombia

café más oscuro. Esta sintomatología resulta probablemente de la muerte de los tejidos internos al anillo. En casos severos esta necrosis central del tallo está en diferentes grados de descomposición, degenerando eventualmente en una pudrición acuosa y maloliente. Frecuentemente, la desintegración de los tejidos internos al anillo se presenta en palmas viejas que han estado afectadas por varios años. La desintegración del tejido central al anillo en el tallo fue también observada por Maas (1970) en Surinam.

Haciendo un corte longitudinal del tallo es posible observar por qué dependiendo de la altura del corte en el mismo, éste puede aparecer: a) aparentemente sano, b) con un anillo definido, c) uno o más anillos discontinuos, d) un área central necrótica o bien, e) manchas oscuras en la región central (Fig. 2). El desarrollo de los síntomas en el tallo puede aparentemente progresar de abajo hacia arriba, o bien a la inversa, por lo que en algunos casos es necesario hacer varios cortes transversales en diferentes puntos para poder observar los síntomas. Esta falta de relación entre el tipo y extensión de la necrosis en el tallo, y la intensidad de los síntomas externos en palma aceitera, también fue observada por Schuiling y Dinther (1981) en Brasil; quienes también hicieron notar que la aparición de unas pocas manchas internas en el tallo, no indican necesariamente el desarrollo posterior de un anillo en este tejido.

SINTOMATOLOGIA EN COCOTERO

En cocotero, los síntomas son bastante similares a los descritos como la sintomatología típica en palma aceitera (Nowell, 1919; Fenwick, 1968; Salas, 1980; Kastelein, 1987). Los árboles exhiben un amarillamiento y bronceado progresivo de las hojas que avanza normalmente de las hojas viejas hacia las más jóvenes, empezando a partir de las puntas de los foliolos. El pecíolo de las hojas afectadas generalmen-

te se quiebra a corta distancia de la base y varias hojas amarillas o semi-necróticas pueden permanecer colgando alrededor del tronco.

Paralelamente al desarrollo de estos síntomas, se da una caída prematura de los frutos en desarrollo y necrosis de las inflorescencias. Internamente en el pecíolo de las hojas afectadas y aun en algunas aparentemente sanas, se presentan coloraciones rojizas. En las raíces la corteza se torna amarillenta y luego rojiza.

Al partir transversalmente el tronco, puede notarse un anillo de tejido rojizo localizado cerca de la periferia. En un corte longitudinal, se notan dos líneas paralelas rojizas que se unen en la base del tronco y terminan como manchas discretas en la parte superior (Blair, 1970). Se puede también encontrar una área central rojiza

sin que pueda distinguirse un anillo en corte transversal.

Síntomas externos de la enfermedad, pueden ser indistinguibles de aquellos presentados por palmas de ciertos orígenes atacadas por marchitez sorpresiva (Kastelein, 1987). Otro síntoma menos común en cocotero, al menos en Centroamérica, es la producción de hojas pequeñas con diferentes grados de necrosis en los foliolos. Plantas con esta sintomatología pueden o no presentar el anillo de tejido rojizo en el tronco. Árboles así afectados pueden vivir por años o morir rápidamente (Nowell, 1919).

DISTRIBUCION E INCIDENCIA

En Costa Rica la sintomatología de la hoja pequeña en palma aceitera es común, pero ésta es mucho más prevalente en Honduras donde los síntomas típicos de anillo rojo son menos frecuentes. Tanto en Costa Rica como en Honduras, los síntomas clásicos de anillo rojo en cocotero son comunes.

El cuadro de síntomas considerado como clásico se produce cuando las hojas más viejas o intermedias amarillean y se secan progresivamente.

La enfermedad asociada a *R. cocophyllus* es considerada una de las más serias amenazas para la palma aceitera en América Central y se encuentra bastante generalizada en plantaciones adultas. En general, en áreas de palma joven (menores de 10 años) la enfermedad no es muy común, (0.1% palmas enfermas/ha. o menos) y en áreas viejas (>20 años) aparentemente no progresa mucho. Sin embargo, la incidencia de plantas enfermas puede ser bastante alta en áreas de 11 a 16 años de edad. Dado que en muchos casos no se conoce con exactitud el origen genético de las plantaciones comerciales más viejas en Centroamérica, no es posible identificar las posibles progenies de mayor susceptibilidad. El mayor incremento de la enfermedad se ha presentado en Honduras en algunos materiales traídos de Costa de Marfil y plantados entre 1973-1974. Algunos de estos lotes presentan de un 10 a un 20% de palmas enfermas, en algunas áreas específicas.

VECTOR

(Rhynchophorus palmarum)

El adulto de *R. palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) es un abejón que presenta una amplia variación en tamaño, desde 20 hasta 51 mm de longitud. De acuerdo con Griffith (1978), en Trinidad la moda de una población de adultos estudiada era de 35 mm y el tamaño promedio fue de 33.48 mm ± 0.27 mm. El rango y la desviación estandar de sus datos fueron 23-42 y 3.42 mm., respectivamente. La longitud del cuerpo se determinó desde la punta de la cabeza al extremo del abdomen. La longitud promedio del insecto podría ser diferente dependiendo del área donde es colectado: 34 mm. en Costa Rica, y 31 mm. en Honduras (Chinchilla et al, 1991; Morales y Chinchilla, 1991). (Fig. 1C).

Los sexos pueden ser fácilmente diferenciados, presentando el macho un penacho pubescente sobre el *rostrum*. Esta característica, sin embargo, no puede ser utilizada con los especímenes pequeños (aproximadamente 20-26 mm.) ya que está ausente en el macho. La separación de los sexos debe hacerse en estos casos revisando directamente la genitalia. En varias poblaciones estudiadas en Centro América, la longitud promedio de los machos fue mayor que la de las hembras.

El ciclo de vida desde huevo hasta adulto ocurre en 80-160 días, y el adulto puede vivir hasta por tres meses. En cocotero, la oviposición ocurre en las axilas de las hojas, directamente en el tronco, donde la hembra deposita de 10 a 48 huevos por día en un período de 8-10 días. El período de apareamiento y oviposición ocurre en 14 días (Griffith, 1968). De acuerdo con Hagley (1963), aproximadamente el 73% de los huevos eclosionan. El período de oviposición se extiende por 9-11 días; algunas hembras pueden poner hasta 60 huevos durante los primeros 3 días. La copulación puede ocurrir entre insectos recién emergidos de la pupa y toma unos 3 minutos. La eclosión de los huevos se da en 3 días y se suceden 9 estadios larvales (60 días), un estado de prepupa (4-18 días) y luego la pupa (7-17 días) (Griffith, 1968; Mexzón et al, sin publicar). La escasez de alimento parece ser el factor que induce a la formación de la pupa. La pupación se da en el tallo de la palma, bases peciolares viejas, pecíolos y bases de las hojas nuevas o bien en el suelo.

Dependiendo del tipo de trampa usada para capturar los adultos, puede obtenerse una mayoría de machos o hembras; los machos pueden ser más numerosos en trampas fabricadas con pedazos de tallo de palma aceitera, pero en pruebas de campo con la feromona de agregación del macho, se capturaron más hembras.

Durante las resiembras de las áreas viejas, las palmas tumbadas se apilan y queman cuando el follaje está bien seco, para evitar la cría masiva de insectos.

Dado que un árbol de cocotero atacado por anillo rojo puede morir en 8-10 semanas, las larvas desarrolladas a partir del adulto que originó la infección, tienen disponible un período de alimentación equivalente, antes que ocurra la desintegración generalizada de los tejidos y las larvas mueran en estas condiciones (Griffith, 1978).

La velocidad de vuelo del adulto ha sido estimada en 6.1 m/seg. y su radio de acción es entre 77 m. y 1500 m. en 24 horas. Los adultos son más activos temprano en la mañana y el atardecer.

La importancia de *R. palmarum* como plaga primaria de la palma aceitera es a veces cuestionable y generalmente sólo se le encuentra atacando palmas que han sido físicamente dañadas (ratas, herramientas, rayos, etc.), o han sido afectadas por alguna enfermedad que cause fermentación del tejido, tal como es el caso de la pudrición basal húmeda y la pudrición común de la flecha. El desarrollo de un alto número de larvas en estas plantas enfermas puede agravar los síntomas y acelerar la muerte de la planta. En el caso de la pudrición común de la flecha en palma adulta, en donde la población de *R. palmarum* es alta, el insecto invade el cogollo de la planta afectada y dependiendo del número de larvas puede causar la muerte de la palma sin que el daño pueda detectarse a tiempo.

En cocotero, *R. palmarum* constituye de por sí una plaga de primera importancia, y una población de 30 larvas por planta es suficiente para causar la muerte de la misma (Fenwick, 1967; Griffith, 1968, 1969).

Enemigos naturales

Muy pocos trabajos han sido realizados para estudiar los factores naturales, reguladores de la población de los diferentes estados del ciclo de vida de *R. palmarum*. Es conocido que cuando se encuentran altas poblaciones de larvas en un tronco, esto conduce al canibalismo. También se produce una alta mortalidad de larvas, después que el tejido atacado empieza a podrirse. Altas poblaciones de larvas *Rhynostomus barbirostris*, aparentemente impiden la colonización por parte de *R. palmarum*.

Algunas lagartijas y probablemente sapos se alimentan de los adultos. En Trinidad, Griffith (1969b) encontró que una bacteria (*Micrococcus* sp.) atacaba

larvas causándoles la muerte en unos pocos días. Es también conocido que el nematodo *Neoaplectana* sp. parasita los adultos, pupas y aún larvas del insecto (Blair, 1970).

Se ha postulado, que el nematodo *Rhabditis* sp. se multiplica saprofiticamente en tejido enfermo de coco en descomposición y es adquirido por *R. palmarum*, afectando adversamente la longevidad de este último (Griffith, 1968). Otro nematodo, *Praecocilenchus* sp, es considerado un verdadero parásito de *R. palmarum* (Nickele, 1974;

Morales y Chinchilla, 1991).

*Plantas de palma
aceitera mostrando
síntomas típicos de la
enfermedad del anillo rojo
fueron encontradas por
primera vez en Quepos,
Costa Rica, en 1984.*

AGENTE CAUSAL

Como agente causal de la enfermedad se ha identificado al nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*. Este es un nematodo que no alcanza más de un milímetro de longitud, muy delgado y transparente. El ciclo de vida comprende un estado de huevo y cuatro estadios larvales. El ciclo completo de huevo a adulto es uno de los más rápidos en el reino animal ocurriendo en tan solo 9-10 días (Blair y Darling, 1968). El nematodo se alimenta haciendo uso de un estilete semejante a una aguja hipodérmica, con el cual extrae el contenido de las células.

Se ha observado que los nematodos asociados a la hoja pequeña en palma aceitera, difieren en varias características morfológicas de aquellos asociados a la sintomatología típica en cocotero. La mayor diferencia entre poblaciones es en el largo del nematodo, que es mayor en los especímenes obtenidos de cocotero (Salazar y Chinchilla, 1988). Sin embargo, estas diferencias morfológicas pueden solamente representar variabilidad intraespecífica (Giblin-Davis, R. et al, 1989).

Localización de nematodo en la palma, en el vector y en el suelo

La mayoría de los trabajos relacionados con *R. palmarum* y *B. cocophilus* han sido hechos en cocote-

ro. En esta palma el nematodo se localiza en el tejido rojizo del anillo en el tallo e inmediatamente adyacente a éste, especialmente en el lado interno.

La razón exacta para la formación del anillo rojizo en el tronco no ha sido claramente explicada. Blari (1970b) encontró que existía una gradiente de concentración de oxígeno y dióxido de carbono en el tronco de los árboles sanos de cocotero, la concentración de dióxido de carbono era máxima cerca de la periferia y mínima en el centro. La gradiente de concentración de oxígeno ocurría a la inversa. Normalmente el dióxido de carbono es eliminado a través de la corriente de transpiración en un árbol sano, pero al establecerse el nematodo, ocurre la oclusión del xilema, lo cual ocasiona una acumulación del gas, eliminando la gradiente normal de concentración de oxígeno y dióxido de carbono en el tronco. Al entrar en un árbol sano, el nematodo se mueve en el tronco hasta la periferia donde la concentración de dióxido de carbono es mayor. Posteriormente, al bloquearse el xilema, la acumulación del gas en esa zona impide la maduración de las larvas, por lo cual sólo formas larvales inmaduras son comúnmente encontradas en el anillo de tejido descolorido en el tronco. Muy pocos adultos y huevos se encontraron en la parte basal del anillo (Blair y Darling, 1968).

En la parte superior del tallo del cocotero, en donde

el tejido es más suave, es posible encontrar el nematodo en áreas descoloridas y en el tejido adyacente en donde se encuentra intercelularmente en el parénquima o bien en cavidades que se forman al desintegrarse las células en esa región (Blair y Darling, 1968; Nowell, 1919; Blair, 1970).

Formas adultas y huevos fueron encontradas en gran número intercelularmente en la parte superior del tallo, justamente en la zona donde el anillo se vuelve discontinuo y aparecen lesiones discretas (Blair y Darling, 1968).

A pesar de que el nematodo no se localiza en el xilema, éste se obstruye por la formación de tilosas que impiden el libre movimiento del agua desde las raíces a la parte aérea. (Fenwick y Macharaj, 1963; Blair y Darling 1968; Hoyle, 1971). La oclusión del xilema es irreversible.

Kastelein (1987) encontró en cocotero que el mayor número de nematodos se encontraban en el tejido de las bases de las hojas de mayor edad. El número de nematodos por gramo de tejido infectado en cocotero puede ser tan alto como 11.000 individuos (Blair, 1970).

En palmas aceiteras con síntomas de "anillo rojo" en el tronco, el nematodo también se localiza en el tejido descolorido y en el tejido adyacente interno al anillo, que está aún aparentemente sano. Sin embargo, con cierta frecuencia el nematodo está ausente en el tronco, especialmente cuando se trata de manchas necróticas oscuras, lo cual podría indicar el fracaso del nematodo para establecerse por completo en esos tejidos. En la región del anillo, Schuiling y Dinther (1981) encontraron que la concentración del nematodo podía variar entre 0 y 4.833 nematodos por gramo de tejido y que la mayoría de los individuos se encontraban muertos o moribundos. El nematodo no pudo ser recuperado en el tronco de varias plantas con síntomas. En general, en el tejido necrótico de los pecíolos la concentración de nematodos fue más alta (20-8.400 por gramo de tejido) y el número de individuos muertos menor.

El nematodo no ha sido nunca localizado en los pedúnculos de las inflorescencias en cocotero (Blair y Darling, 1968). Schuiling y Dinther (1981) no pudieron encontrar el nematodo en los pecíolos de las hojas más viejas de palmas aceiteras enfermas en Brasil, por lo



ASTORGA
Astorga Ltda. vinculada
al desarrollo de la zona de Tumaco.

Tenemos semillas de Kudzú importadas
para la venta.

Informes:
Tels. 422612 - 424193 - Fax 422395 - Télex 55403 VLHSA
CO. - Cali

que los autores descartaron la posibilidad de transmisión durante las labores de poda de estas hojas. No obstante, en la situación de la sintomatología clásica, esta posibilidad podría existir.

El número de nematodos en las raíces y el suelo alrededor de árboles enfermos es generalmente bajo o bien nulo (Kastelein, 1987). Este autor encontró en el suelo alrededor de plantas afectadas de cocotero, un número de nematodos entre cero y 20 por 100 g. de suelo. El nematodo pudo ser localizado a profundidades de hasta 80 cm., pero la mayoría estaba a 30-40 cm. Durante la estación lluviosa, los nematodos se localizaban más cerca de la superficie del suelo.

Fenwick (1962) encontró que la infección de las raíces persistía hasta por un año, en sitios en donde el tronco de un árbol enfermo de cocotero había sido sacado del suelo. Esta información no es compatible con lo determinado por otros autores, quienes informan de una sobrevivencia del nematodo en el suelo de sólo 2-3 días y 90 días en el tejido infectado en descomposición (Griffith, 1978; Esser, 1986).

Varios otros trabajos realizados tanto en cocotero como en palma aceitera no han permitido detectar la presencia del nematodo en raíces y el suelo cercano a palmas enfermas (Schuiling y Dinther, 1981).

En Costa Rica y Honduras se han realizado muestreos de raíces y suelo a varias profundidades y distancias de palmas aceiteras con síntomas clásicos y de hoja pequeña, y no se ha podido detectar la presencia del nematodo (C. Chinchilla, datos sin publicar).

Sobrevivencia del nematodo

Arboles sanos recién cortados de palma aceitera, cocotero y algunas palmeras silvestres pueden ser fácilmente colonizados por *B. cocophilus*, si son visitados por *R. palmarum* contaminados con el nematodo

(Maas, 1970). Esta situación explica por qué la ocurrencia de palmas de coco o palma aceitera con anillo

rojo, no es esencial para la sobrevivencia del nematodo ni para la contaminación del vector. Palmeras silvestres son frecuentemente cortadas y el tronco abandonado como práctica normal, para extraer el palmito o bien para utilizar el tronco o follaje para cualquier otro propósito.

La forma del nematodo más persistente en el tejido infectado en descomposición es el tercer estadio larval, caracterizado por

tener el extremo terminal del cuerpo bastante ahusado. Su tamaño es de aproximadamente 0.84 mm. Esta forma larval sobrevive en tejidos en descomposición hasta por tres meses, tiempo durante el cual puede ser adquirida por adultos o larvas de *R. palmarum* que entran en contacto con ese tejido. Este estadio del nematodo está también presente en el vector y constituye el estado infectivo. El nematodo no sufre mudas, ni se multiplica dentro de *R. palmarum* pero puede sobrevivir la metamorfosis del insecto (Griffith, 1968).

El nematodo se puede localizar en los intestinos, la cavidad del cuerpo y en las heces del vector. Externamente puede ser transportado en pedacitos de tejido infectado en las cerdas del insecto (Hagley, 1963, 1965; Griffith, 1968; Blair, 1970). Los nematodos presentes dentro del cuerpo del insecto están generalmente vivos y son de un tamaño uniforme, pero aquellos que aparecen externamente en el vector, representan diferentes estadios de desarrollo (Griffith, 1968; Schuiling y Dinther, 1981).

Griffith (1968) encontró en Trinidad, que el 80% de los adultos de *R. palmarum* transportaban el nematodo en la cavidad del cuerpo y todos eran del tercer estadio larval. Aproximadamente 67% de los nematodos en larvas del vector se localizaban en la tráquea y la mayoría eran sacados al exterior del cuerpo durante la muda. Cerca de un 50% de los nematodos en el interior del cuerpo del vector sobrevivían la muda del insecto (Griffith, 1969b).

No existen trabajos concretos que muestren la resistencia o tolerancia, de ningún material genético de cocotero o palma aceitera a la enfermedad.

Cuadro 1. Porcentaje de infestación de *R. Palmarum* por *R. Cocophilus* observado en varios países.

Porcentaje	Tipo de contaminación	Lugar	Nivel de infestación	Referencia
38.5	Externa	Trinidad	Hasta 71 nematodos/insecto	Hagley, 1963
50	Externa+Interna	Trinidad		Cobb citado por Hagley, 1963
72	Externa	Trinidad		Fenwick, 1962
76			13% con 50 o más nematodos	Fenwick, 1962
72		Grenada		Singh, 1972
3.9		Brasil		Luchini, s.f.
16.3			6.1% con 2 o más nematodos	Fenwick citado por Hagley, 1963
40	Interna+Externa		Blair, 1970b	
10.9	5 veces más contaminación interna que externa	Brasil	0.5-3% insectos infectados por trampa (colecta de 5 días) 40 - 6500 nematodos en 50 - 100 en insectos adultos y 50 - 100 en larvas. 16.5-28.1 número de insectos adultos por trampa en 5 días. Pico máximo poblacional en la estación seca. Máximo porcentaje de insectos contaminados durante la segunda mitad de la estación de lluvia.	Schulling y Dither, 1981. Kastelein, 1987
1.76	Interna+Externa	Costa Rica	Comportamiento poblacional similar al de Costa Rica. Mayor número de capturas en palma de edad intermedia.	Chinchilla y Morales, 1990
3.68	Interna+Externa	Honduras		Chinchilla et al, 1990

***RHYNCHOPHORUS PALMARUM* COMO VECTOR E INICIO DE LA INFECCION**

No parece existir mayor duda sobre el papel de *R. palmarum* como vector activo de *B. cocophilus*, pero la presencia de insectos contaminados con el nematodo no necesariamente implica la aparición y desarrollo de la enfermedad en palma aceitera o cocotero. Existe también la observación de la aparición de la enfermedad en cocotero y palma aceitera sin la aparente presencia de *R. palmarum* en la plantación (Malagutti, 1953; Dao y Oostenbrink, 1967). Kraaijen-ga y Ouden (1966) encontraron que en Surinam el insecto se encontraba frecuentemente infectado con *B. cocophilus*, pero la enfermedad era rara tanto en coco como en palma aceitera, lo cual indicaba que probablemente el nematodo se mantenía en forma endémica en palmeras silvestres. La baja incidencia de la enfermedad fue explicada por la presencia de un período seco prolongado que se repite dos veces al año en Surinam, lo cual podría ser detrimental para los nematodos que son acarreados externamente en el vector.

El porcentaje de insectos adultos que acarrear el nematodo interna y/o externamente (cuadro 1) varía ampliamente de un lugar a otro, y parece estar fuertemente influenciado por condiciones ambientales y por la cantidad de palmeras cultivadas o silvestres que sirven de reservorio del nematodo.

Fenwick (1967) encontró que la reducción de la población de picudos, mediante la aplicación de insecticidas en las axilas de las hojas de cocotero, disminuía la población del insecto y la aparición de nuevos casos de la enfermedad. Sin embargo, la reducción de un porcentaje de la población del vector no siempre se relacionaba con una caída proporcional en la incidencia de la enfermedad. Este y otros autores tampoco encontraron una correlación clara entre las fluctuaciones de la población del insecto y aparición de nuevos casos de la enfermedad. La cantidad total de insectos presentes en una plantación y el porcentaje contaminado, no necesariamente está correlacionado con la incidencia de la enfermedad en coco o en palma aceitera. En Surinam, Maas (1970) encontró un 27% de insectos contaminados, pero la incidencia de la enfermedad era extremadamente baja durante el período de su estudio en 1969. En 1962 Van Hoof y Seinhorst (1962) habían encontrado sólo un 7% de insectos infectados y tam-

bién una muy baja incidencia de la enfermedad. No obstante, considerando un período de incubación de unos 100 días, se podría establecer una relación entre la fluctuación de la población infectada del vector y la incidencia de la enfermedad.

Aún existe bastante controversia sobre la forma de infección de una palma sana por el nematodo. El hecho de que la enfermedad del cocotero es más común en áreas bajas y mal drenadas y que el nematodo puede encontrarse en las raíces y el suelo, indujo en el pasado a varios autores a sugerir una posible transmisión del nematodo vía raíz. Esta alternativa fue apoyada por el hecho de que la inoculación de una única raíz causaba el desarrollo de la sintomatología típica en un cocotero originalmente sano (Fenwick, 1968).

Hagley (1963) encontró que la contaminación con el nematodo, mediante el vector *R. palmarum* en cocotero, se realizaba especialmente en los tejidos más suaves de la corona, cerca de las axilas de las hojas. La adquisición por el vector estuvo influenciada por la concentración del nematodo en el tejido, y solamente los nematodos más activos eran fácilmente tomados por el insecto. Otro factor que afectaba la adquisición era el historial previo de alimentación del vector; insectos que se habían alimentado primero en tejido sano, no adquirirían el nematodo al ponerse posteriormente sobre tejido infectado. Más aún, en aquellos insectos que habían sido continuamente alimentados sobre tejido sano y luego puestos en tejido infectado, los nema-

todos adquiridos fueron adversamente afectados y algunos fueron encontrados muertos dentro del cuerpo del vector. Cuando adultos de *R. palmarum* recién salidos de la pupa fueron alimentados sobre tejido infectado, se observó la adquisición interna de grandes cantidades de nematodos. Esta situación podría explicar en parte la observación de Griffith (1974), que los primeros adultos de *R. palmarum* recién emergidos de un cocotero enfermo llevan más nematodos que los insectos que salen del árbol luego que la corona ha entrado en un estado de descomposición avanzado,

donde los nematodos probablemente no son muy activos y su concentración en el tejido ha disminuido.

La infección puede obtenerse en cocotero por medios artificiales, colocando una suspensión de nematodos o un pedazo de tejido enfermo en la corona o al pie de la planta, con o sin daño mecánico de las raíces. También se logra infección a través de las axilas de las hojas en los pecíolos o poniendo el nematodo directamente en el tronco (Dao y Oostenbrink, 1967; Blair, 1970b; Blair y Darling, 1978). La infección en forma natural probablemente ocurre con frecuencia en cocotero a través de grietas en el tallo, cerca de las axilas de las hojas (Blair y Darling, 1968; Blair, 1970b; Griffith, 1978).

Griffith (1978) concluyó que pocos nematodos pueden ser efectivamente transmitidos por el picudo durante su alimentación, pero se puede lograr un alto porcentaje de infección (72%) mediante el confinamiento de insectos contaminados en la zona internodal en la corona de plantas sanas de cocotero. La infección aquí podría iniciarse durante el proceso de alimentación, durante la oviposición, o bien por nematodos externamente aca-

rreados por el insecto o liberados en las heces (Hagley, 1963; Blair, 1970; Griffith, 1978; Schuiling y Dinther, 1981).

La aparición y desarrollo de los síntomas en el tallo no guarda relación con el sitio de inoculación del nematodo, ni con el desarrollo de los síntomas externos. Blair (1970) inoculó cocoteros en el bulbo basal y la parte superior del tallo y observó que la sintomatología interna se desa-

rollaba por completo antes que aparecieran signos externos de la enfermedad. Un comportamiento similar fue observado por Schuiling y Dinther (1981) en palma aceitera. Signos de infección interna incluían la formación del anillo en el tronco, la decoloración de la corteza de la raíz y de los pecíolos. La aparición de un anillo ascendente o descendente en el tronco, no dependió del sitio de inoculación del nematodo (Blair, 1970).

De acuerdo con Griffith (1968) la infección por el nematodo puede ser provocada mediante diferentes

Es importante que los pedazos de tallos usados como trampas, sean de un tamaño tal que el insecto vector no tenga suficiente alimento para completar el desarrollo.



Figura 2. Diferentes síntomas internos en una palma aceitera afectada por la hoja pequeña - anillo rojo.



Figura 3. Síntomas de hoja pequeña en palma aceitera.

métodos artificiales (vía raíz, colocación directa del nematodo en el tejido sano, etc.), pero el único método "natural" de infección es a través de la deposición de nematodos internamente en el tejido de la planta, durante la oviposición de *R. palmarum*. El autor considera que el número de nematodos encontrados normalmente en el suelo (1-4/50 g.) y externamente en el cuerpo del vector, son muy bajos para garantizar una infección exitosa vía raíz o a través de la deposición directa de nematodos, externamente acarreados, en las axilas de las hojas.

Considera Griffith (1968) que un mínimo de aproximadamente 50 nematodos en la cavidad del cuerpo del insecto, son necesarios para que éste actúe como un vector efectivo. La presencia de 200 o más nematodos en el hemocelo es común, éstos se concentran en la región del ovipositor y pasan a la planta sana durante la oviposición. De acuerdo con esta idea, los machos de *R. palmarum* no son transmisores de *B. cocophilus*.

De acuerdo con el planteamiento original de Griffith (1976,1978), la toma y retención de grandes cantidades de nematodos por la larva de *R. palmarum* podría ser negativa para ésta y el adulto. Los efectos se manifestaban como una reducción del tamaño del adulto. Estos insectos de pequeño tamaño poseían cuerpos grasosos menores, lo cual afectaba adversamente su longevidad (Griffith, 1976, 1978). La capacidad de oviposición del insecto contaminado también fue menor (50 huevos) en relación a una hembra normal (200-400 huevos) en 30 días. En un estudio con insectos recién emergidos de pupas desarrollados en cocoteros infectados, dicho autor observó que los primeros adultos en salir eran aquellos de menor tamaño. Estos adultos acarreaban grandes cantidades de nematodos en el interior de su cuerpo, especialmente en la región del ovipositor. Griffith (1978) concluyó que aquellos insectos hembras que medían 30 mm. o menos, eran los vectores activos del nematodo. En la población estudiada, el 16% de los adultos era de pequeño tamaño y esta baja proporción de vectores hacía que el progreso de la enfermedad

fuera relativamente lento en el área de estudio. La baja proporción de vectores se mantenía, pues los insectos de pequeño tamaño presentaban preferencia para aparearse con otros de tamaño corporal similar; originando una descendencia de vectores potenciales. Como la población de machos pequeños era bastante baja (8% aproximadamente), existían muchas hembras que no tienen oportunidad de encontrar compañero y eventualmente podían transmitir el nematodo al ovipositar huevos no fertilizados. Este comportamiento originaba la aparición esporádica de un árbol de cocotero con síntomas de anillo rojo, sin que se desarrollaran larvas de *R. palmarum* (Griffith, 1978).

Conforme la enfermedad progresa, todas las nuevas hojas en la planta son pequeñas y deformes, adquiriendo la palma la apariencia de un plumero gigante.

El apareo de insectos vectores y el desarrollo de sus larvas en tejido sano produce, de acuerdo con Griffith (1978), adultos de tamaño mayor que el rango de los vectores, pero continúan siendo vectores potenciales.

Los adultos del vector se alojan, de acuerdo con Griffith (1969a), preferiblemente en las axilas de las hojas de los cocoteros enfermos, probablemente atraídos por el olor del

tejido en descomposición. Los vectores, que son los primeros adultos en abandonar un árbol enfermo, tienen la probabilidad de infectar 2 o 3 árboles sanos vecinos al enfermo en un radio de 20-30 m.

Esta preferencia de los adultos de *R. palmarum* por alojarse en las axilas de las hojas de plantas enfermas, no ha sido observada en palma aceitera, particularmente en aquellas con síntomas de hoja pequeña, posiblemente por la ausencia de pudrición en estos tejidos.

Con respecto a la correlación entre tamaño del adulto de *R. palmarum* y al nivel de contaminación con *B. cocophilus*, ésta no ha sido observada por varios autores: Schuiling y Dinther (1981); Singh (1972); Gerber and Giblin-Davis (1990); Chinchilla et al, 1991, Morales y Chinchilla, 1991. Por otro lado, nuestras observaciones no indican ninguna preferencia entre individuos de tamaño corporal similar para realizar el apareamiento.

Diferencias enormes en tamaño en otros coleópteros son comunes, resaltando el caso de *Rhynostomus barbirostris*; estas diferencias en tamaño entre individuos de la misma especie no están relacionadas con ningún tipo de contaminación por algún otro organismo.

Griffith (1978) y Singh (1972) encontraron que en un 97% o más de los casos de cocoteros que muestran síntomas de anillo rojo, presentan al mismo tiempo evidencia del ataque por *R. palmarum*, con la presencia de larvas y adultos del insecto en el árbol enfermo. Esta situación también es esporádicamente observada en palma aceitera en América Central. Sin embargo, el cuadro más común es el desarrollo de la sintomatología de la hoja pequeña, sin que se pueda detectar en el árbol enfermo ningún signo evidente de actividad por parte de *R. palmarum*. En estas situaciones se puede asumir, que la infección no ocurre por nematodos acarreados en el vector, y depositados durante la oviposición, sino que se da por nematodos transportados externamente en el vector o bien llevados internamente y transmitidos durante la alimentación del insecto (los adultos consumen hasta 1 g. de tejido diariamente), o en las heces. Sin embargo, la infección podría también ocurrir durante la oviposición de hembras infectadas en la región del cogollo de las palmas sanas, en donde las larvas podrían morir prematuramente, debido a la falta de un medio apropiado para su desarrollo. Las hembras pueden llegar a estos árboles atraídas por pequeñas heridas, causadas por la actividad de otros insectos, daños leves por viento, etc..

La evidencia aportada hasta ahora hace pensar que las poblaciones del nematodo que atacan cocotero pueden también infectar la palma, aceitera y viceversa. Kraaijenja y Ouden (1966) en Surinam pusieron pedazos de tejido infectado de una palma aceitera que presentaba la sintomatología de hoja pequeña, en un árbol de cocotero sano y reprodujeron los síntomas típicos de anillo rojo internamente en el tronco. Sin embargo, este árbol no mostraba ningún síntoma ex-

terno aun después de 10 meses de la inoculación, cuando fue derribado para la observación de los tejidos internos. Dao y Oostenbrink (1967) realizaron inoculaciones cruzadas con poblaciones del nematodo obtenidas de cocotero y palma aceitera, logrando infección en ambos casos, pero dichos autores no hacen referencia clara a los síntomas obtenidos en cada caso. Maas (1970) realizó inoculaciones en el tronco de palmas aceiteras con pedazos de tejido del tronco (de cocotero?) con la sintomatología de anillo rojo y reprodujo los síntomas de la hoja pequeña; sin embargo, el nematodo no pudo ser recuperado de las hojas jóvenes deformadas en las plantas inoculadas.

La falta de relación entre el tipo y extensión de la necrosis en el tallo, y la intensidad de los síntomas externos en la palma aceitera, también fue observada por Schuiling y Dinther (1981) en Brasil.

Malagutti (1953) en Venezuela, realizó inoculaciones cruzadas con poblaciones de nematodos obtenidos de cocotero y palma aceitera obteniendo el desarrollo de la sintomatología típica de la enfermedad en 80-90 días en ambas plantas. Inoculaciones realizadas en palmas de un año de edad no reprodujeron la enfermedad.

Otras palmeras que pueden ser atacadas por *B. cocophilus* son: *Attalea* sp., *Mauritia flexuosa*, *Maximiliana maripa*, *Roystonea oleracea*, *Acrocomia aculeata* y *Oenocarpus distichus* (Schuiling y Dinther, 1981).

EPIDEMIOLOGIA

En plantaciones de cocotero en Trinidad, se observó que la población de *R. palmarumcaia* durante la última parte de la estación seca y temprano en la estación lluviosa (Hagley, 1963). Aparentemente períodos lluviosos favorecían el incremento de la población. La mayor cantidad de pérdidas de plantas por la enfermedad del anillo rojo, ocurrieron al final de la estación húmeda y comienzos de la seca. Asumiendo un período de incubación de 6-8 semanas, dicho autor concluyó que existía una buena correlación entre la incidencia de la enfermedad y la abundancia del vector. Hagley (1963) asume que la actividad de los adultos de

R. palmarum influían grandemente en su capacidad como vectores: insectos jóvenes de 2-4 semanas constituían la mayoría de la población luego de iniciarse un alza de la misma. Los adultos jóvenes son muy activos, con gran capacidad como vectores y ocasionarían la mayoría de las nuevas infecciones, que se manifestarían 6-8 semanas después. Durante el pico poblacional del vector, la mayoría de los insectos adultos son ya viejos (6-8 semanas) y no muy activos como vectores.

Fenwick (1967) no encontró una asociación clara entre un pico poblacional de *R. palmarum* y un incremento en la incidencia de la enfermedad 4-5 semanas después. El tratamiento con insecticida a las axilas de árboles de cocotero sanos, causó una reducción en la población del vector, pero ésta no estuvo acompañada con una reducción proporcional en la enfermedad.

En términos generales, se ha observado en cocotero una correlación bastante alta entre la aparición de los síntomas de la enfermedad y la presencia de *R. palmarum* en los árboles infectados. Además, ha sido clara una correlación entre incidencia de la enfermedad y la variación estacional en la abundancia del vector (Hagley, 1963; Blair, 1970; Griffith, 1978; Singh, 1979).

De acuerdo con Griffith (1978), los ciclos de infección en cocotero se dan cada tres meses y comúnmente un árbol enfermo infecta dos árboles sanos en su vecindad, debido a la baja cantidad de insectos vectores que emergen de cada árbol enfermo. Los vectores (menores de 30 mm.) emergen primero ya que sus padres también fueron los primeros en llegar al árbol cuando aún estaba sano. Posteriormente, otros insectos, en su mayoría no vectores, invaden el árbol enfermo. Esta hipótesis no explica claramente entre otras cosas, por qué se encuentran tan pocos árboles de cocotero infectados por el picudo, sin que exista infección por *B. cocophilus*, ya que la mayoría de la población de *R. palmarum* que continuamente emerge de árboles enfermos está en teoría formada por no vectores. Griffith (1969a) por el

contrario, encontró que solamente un 3% de los árboles atacados por el picudo no estaban infectados con *B. cocophilus*.

Schuling y Dinther (1981) midieron los cambios poblacionales de *R. palmarum* en Paricatuba, Brasil, en una plantación de palma aceitera mediante la colocación de trampas y encontraron un aumento poblacional durante los meses de menor precipitación. Por otro lado, se obtuvo una correlación negativa entre la abundancia de insectos contaminados por el nematodo y la precipitación: 9.7% contaminación en la época seca y 3.9% en la época lluviosa. Picos de máxima incidencia de anillo rojo fueron observados aproximadamente cinco meses después de aparecer un aumento en el número de insectos contaminados con *B. cocophilus*. Estos cinco meses fueron considerados por los autores como el período de incubación de la enfermedad. Se observó una asociación entre el porcentaje de insectos contaminados capturados, en trampas y la incidencia de la enfermedad.

La presencia de hojas pequeñas no debe tomarse como el único indicador de infección por R. cocophilus, pues existen otras causas por las cuales este síntoma se puede producir

En Centroamérica, la población de *R. palmarum* asociada a palma aceitera alcanza los valores máximos durante la época seca mientras el porcentaje de insectos que acarrea el nematodo es mayor durante la segunda mitad de la época lluviosa (Chinchilla et al, 1991; Morales y Chinchilla, 1991). Una proporción más baja de individuos contaminados durante el pico poblacional en la esta-

ción seca, podría ser consecuencia de que estos insectos, ya viejos, han perdido sus nematodos en el medio. Por otro lado, las condiciones de baja humedad relativa pueden ser perjudiciales para los nematodos acarreados externamente. La falta de humedad en el ambiente durante la época seca, podría también impedir la inoculación y establecimiento del nematodo cuando la infección ocurre en la región del cogollo.

Schuling y Dinther (1981) no encontraron evidencia del desarrollo de la enfermedad en focos de infección en el campo; solamente en un 5% de los casos las palmas afectadas eran adyacentes a otra palma con síntomas. La incidencia de la enfermedad en el área de

estudio era entre 0.4 y 6 palmas enfermas por hectárea. En Centro América, la situación más común es una distribución más o menos uniforme de nuevos casos en la plantación. Normalmente, un grupo de 3 o 4 palmas no contiguas (separadas por 1 -3 árboles sanos) forman un nuevo foco. En áreas viejas con alta incidencia, pueden desarrollarse focos con varias plantas vecinas muertas a través de los años. La población de adultos de *R. palmarum* es mayor en áreas de edad intermedia, que en palmas de 6 o menos años. Una mayor incidencia de la enfermedad en palma de edad intermedia, puede deberse a que ofrece un ambiente más favorable para la población del vector.

La distribución de la población del vector estudiada por Schuiling y Dinther (1981), era aparentemente uniforme excepto en un área por donde los insectos parecían estar llegando a la plantación. Durante el transcurso de ese estudio tampoco se encontraron diferencias en el número de picudos atrapados en palmas de diferente edad; pero las diferencias de edades de los lotes muestreados fue de sólo tres años (plantaciones sembradas entre 1968 y 1970 y muestreadas entre 1976 y 1979). Trabajos realizados en Honduras y Costa Rica muestran que la población de *R. palmarum* en palmas de 5-6 años es considerablemente menor que en áreas de 10 o más años de edad. Sin embargo, la alta movilidad del insecto le permite desplazarse con facilidad de áreas con alta incidencia de la enfermedad, hacia áreas adyacentes que podrían estar libres de la enfermedad.

En cocotero, la mayor incidencia de la enfermedad ha sido encontrada en suelos arcillosos y mal drenados. Esta observación pareciera indicar una posible transmisión vía raíz, pero también podría simplemente indicar una predisposición al ataque en plantas creciendo bajo estas condiciones. Por otro lado, bajo condiciones de sequía, la enfermedad se mantenía a un bajo nivel (Fenwick, 1968).

COMBATE

El combate de la enfermedad debe de ser integral, dirigido tanto a reducir la población del vector, como las fuentes de inoculo en la plantación y sus alrededores.

La práctica utilizada con cierto grado de éxito en cocotero, que consiste en verificar la presencia del nematodo por el examen de una muestra del tronco tomada con un taladro, no puede ser recomendada en palma aceitera por dos razones fundamentales: a) la necrosis en el tallo puede ser muy limitada o bien ausente, b) aun en presencia de necrosis, el número de nematodos en esa área puede ser extremadamente bajo o nulo.

En el caso de plantas con síntomas clásicos, se recomienda envenenar la planta con un arboricida

sistémico inyectado al tronco y derribarla luego de que esté seca. Se ha observado que plantas viejas pueden ser envenenadas fácilmente con 100 cc de MSMA (Bueno 6), pero se necesitan dosis más altas (125-150 ml.) para matar algunas plantas de edad intermedia que estén creciendo vigorosamente. Una mezcla de ácido picolínico y 2,4-D también ha sido recomendada para eliminar plantas. El Gramoxón (200 cc/planta) mata rápidamente palmas

jóvenes, al igual que el glifosato (Round up); que es efectivo a dosis menores. Aunque el arboricida no mata al nematodo directamente, sí ayuda a interrumpir el ciclo de transmisión, al hacer el árbol tratado menos atractivo para *R. palmarum*. A pesar de esto, se ha observado con cierta frecuencia que palmas inyectadas con MSMA pueden ser colonizadas por larvas del picudo, por lo cual los árboles tratados deben botarse una vez que estén secos y chequear la presencia de larvas para destruirlas. Al pudrirse los tejidos, el nematodo eventualmente muere.

Cuando una palma es fuertemente atacada por el picudo, debe botarse y partirse en secciones que luego

Síntomas externos de la enfermedad, pueden ser indistinguibles de aquellos presentados por palmas de ciertos orígenes atacadas por marchitez sorpresiva.

se abren longitudinalmente, aplicándoles un insecticida como Sevin (carbaril), Dipterex (triclorfon), Lannate (metomil), Furadán F, Vydate, Nema-cur o Azodrin, entre otros. En el caso de palmas que presentan el síntoma de hojas pequeñas sin necrosis extensiva en el tallo, existe aparentemente la posibilidad de recuperación mediante el uso de nematicidas sistémicos inyectados al tronco, aplicados al cogollo, o bien absorbidos por el sistema radicular.

En varias pruebas preliminares en palma aceitera se ha observado que productos como el carbofurán

(Furadán F), oxamil (Vydate CS) y fenamifos (Nema-cur CE) permiten la recuperación aparente de los síntomas de hoja pequeña en un porcentaje considerable de las palmas tratadas. La respuesta visible toma alrededor de 6-8 meses dado que las hojas que han sido afectadas durante su crecimiento siempre salen deformadas. La falta de respuesta al tratamiento puede deberse a varios factores, pero es obvio que

de existir un daño extensivo en el tronco será extremadamente difícil la recuperación de la planta.

Debido a que el picudo es atraído por cualquier tipo de heridas al tronco, éstas deben evitarse al máximo, especialmente durante la cosecha y poda. También debe prestarse atención a la pudrición común de la flecha, daños por ratas, viento, etc., especialmente en palmas que han entrado en la etapa de susceptibilidad al ataque del nematodo (5-6 años), pues en estos casos será aconsejable tratar la parte enferma con un insecticida para evitar los riesgos por las visitas del insecto vector. La posibilidad de la transmisión durante la poda de hojas de palmas enfermas debe tenerse presente, por lo cual es aconsejable no cosechar estas plantas, independientemente del grado de desarrollo de los síntomas. No obstante, esto no ha podido ser comprobado en varios experimentos de campo.

Varios trabajos hechos para tratar con nematicida árboles enfermos de cocotero, han sido en su gran

mayoría infructuosos. El problema mayor ha sido la falta de traslocación de estos productos en las plantas enfermas, debido al bloqueo de los vasos del xilema. La incapacidad de los nematicidas de llegar hasta la zona del tallo donde se encuentran los nematodos hace pensar que el tratamiento químico no tiene mayores posibilidades de ser efectivo. En plantas sanas, el Nema-cur inyectado al tronco y aplicado al suelo (granulado) fue activo en los tejidos por 30 días y 14 semanas respectivamente. Una actividad por 14 semanas en la planta también fue observada para el Temik aplicado al suelo. El Temik puede ser absorbido

también a través de las axilas de las hojas. El Nema-cur inyectado al tronco (2 g.i.a./ árbol) mostró cierta fitotoxicidad. Tanto el Temik como el Nema-cur exhibieron gran actividad insecticida contra *R. palmarum* (Hayle, 1971).

En pruebas preliminares realizadas en palma aceitera, tratamientos con Temik 10 G aplicado al suelo (80 g/planta), al tronco (10g/planta) y a las axilas inferiores (30 g/planta) de palmas con síntomas de hoja pequeña,

fueron totalmente ineficaces. Sin embargo, se observó una alta respuesta a la aplicación de 70g. directamente al cogollo de las plantas enfermas.

La atracción que ejercen sobre los adultos de *R. palmarum* cierto tipo de tejido en descomposición, especialmente pedazos de tallos de diversas palmeras, ha sido utilizado con éxito para reducir las poblaciones del insecto. Los adultos que llegan a las trampas pueden ser colectados a mano, o bien los pedazos de tejido pueden ser impregnados con algún insecticida tal como Dipterex, Lannate, Furadán F, Sevin, Vydate, Nema-cur, etc.. Pedazos de tallos de palma aceitera son generalmente más eficientes como atrayentes que pedazos de cocotero, y de acuerdo con Fenwick (1966) es preferible utilizar pedazos de tejido no infectado por *B. cocophilus*. Trampas hechas con pedazos de pseudotallos de plátano o banano, o frutas maduras son menos atractivos para *R. palmarum*. No obstante, troncos de caña de azúcar machacados o cortados longitudinalmente atraen bastante adultos.

El combate de la enfermedad debe de ser integral, dirigido tanto a reducir la población del vector, como las fuentes de inóculo en la plantación y sus alrededores.

Hagley (1963) encontró que la aplicación de insecticida en las axilas de las hojas en cocoteros sanos, redujo la incidencia de la enfermedad; estos tratamientos eran más eficientes al hacerlos durante el pico poblacional del insecto adulto. En general, se ha observado que una reducción de un porcentaje dado de la población del *R. palmarum*, no siempre se relaciona con una caída proporcional en la incidencia de la enfermedad del anillo rojo (Hagley, 1963; Fenwick, 1967).

Durante las resiembras de las áreas viejas, las palmas tumbadas se apilan y queman cuando el follaje está bien seco, para evitar la cría masiva de insectos. También es importante que los pedazos de tallos usados como trampas, sean de un tamaño tal que el insecto vector no tenga suficiente alimento para completar su desarrollo, en el caso que la oviposición haya ocurrido en la trampa.

En un futuro, es muy probable que podamos disponer de la feromona de agregación para utilizarla comercialmente en la reducción de la población de *R. palmarum*. Los resultados obtenidos hasta ahora son promisorios.

Recuperación natural de las plantas enfermas v resistencia

Se ha observado que algunas plantas con síntomas de hoja pequeña, inician un ciclo de producción de hojas de tamaño normal y después de cierto número de meses renuevan todo su follaje (Fig. 3E). En muchos casos, esta "recuperación" es temporal y la planta inicia de nuevo un ciclo de producción de hojas pequeñas. Kraaijenja y Ouden (1966) en Surinam, atribuyeron a factores climáticos, tal como una estación seca muy prolongada, el hecho de que algunas plantas de cocotero se recuperaran o bien se mantuvieran por varios años con los síntomas de hoja pequeña. Van Hoof y Seinhorst (1962) también observaron el fenómeno de la recuperación de la sintomatología de la hoja peque-

ña en palma aceitera en Surinam. Palmas de cocotero o palma aceitera, con la sintomatología típica del anillo rojo no se recuperan y la planta invariablemente muere luego de pocos meses.

La alta movilidad del insecto le permite desplazarse con facilidad de áreas con alta incidencia de la enfermedad, hacia áreas adyacentes que podrían estar libres de ella.

En Honduras se ha observado que el nematodo puede encontrarse en palma aceitera aun en hojas tan jóvenes como la -25, lo cual indica que un proceso visible natural o inducido de recuperación podría tomar en un caso extremo, hasta un año, en una palma con una tasa de emisión foliar de 2 hojas por mes. Van Hoof y Seinhorst (1962) encontraron los primeros signos de daño por el nematodo en hojas de 2.2 a 4 cm., las cuales presenta-

ban pequeños parches amarillentos sobre el pecíolo y la base. Este tejido sobresalía notoriamente del tejido sano vecino. El nematodo fue encontrado aun en hojas de 1.75 m. de largo con los folíolos aún plegados y protegidos del sol. El nematodo no pudo ser recuperado del tejido suberizado del pecíolo y pocos individuos aparecieron en el tejido foliar aparentemente sano. Los autores concluyeron que el nematodo vive en estos tejidos ectoparasíticamente. Este comportamiento podría explicar por qué estos nematodos son más sensibles a períodos secos prolongados.

No existen trabajos concretos que muestren la resistencia o tolerancia, de ningún material genético de cocotero o palma aceitera a la enfermedad. Sin embargo, algún progreso se ha logrado en este campo y se dispondrá de información a mediano plazo.

En cocotero, la tolerancia a la infección por el nematodo parece aumentar con la edad del árbol. Blair y Darling (1968) observaron que la infección en inoculaciones vía raíz, se detenía al llegar al bulbo del tronco en palmas mayores de 12 años. En palmas de 4-7 años, la enfermedad se generalizaba en dos meses, pues el nematodo pasaba de la raíz al bulbo basal y se establecía en el tallo, originando los síntomas típicos de la enfermedad.

Schuilngy Dinther (1981) observaron en Brasil que en algunas plantas, el desarrollo de los síntomas se

detenía luego que las hojas más jóvenes aparecían más cortas y tenían una apariencia compacta. Las hojas más viejas permanecían verdes y las inflorescencias y racimos continuaban su desarrollo. Estas plantas mantenían esta condición por un año o más, los autores lo consideraron una respuesta de tolerancia al nematodo. Se encontró además que la frecuencia de este tipo de respuesta aumentaba con la edad.

BIBLIOGRAFIA

1. BLAIR, G. and DARLING, D. 1968. Red ring disease on the coconut palm, inoculation studies and histopathology. *Nematologica* 14: 395-403.
2. BLAIR, G. 1970a. Studies on red ring disease of the coconut palm. *Oleagineux* 25; 19-22.
3. BLAIR, G. 1970b. Studies on red ring disease of the coconut palm. *Oleagineux* 25: 79-83.
4. CHINCHILLA, C.M. y RICHARDSON, D.L 1987. Four potentially destructive diseases of the oil palm in Central America. Proc. of the 1987 International Oil Palm/Palm Oil Conferences. Progress and Prospects. PORIM Kuala Lumpur. Malaysia. p. 468-470.
5. CHINCHILLA, C.M., MENJIVAR, R y ARIAS, E. 1991. Variación estacional de la población de *R. palmarum* y su relación con la enfermedad del anillo rojo/hoja pequeña en una plantación comercial de *£ guineensis* en Honduras. *Turrialba* 40 (4): 471-477.
6. DAO, F. and OOSTEMBRINK, M. 1967. An inoculation experiment in oil palm with *R. cocophilus* from coconut and oil palma. In Symposium over Fytofarmacie in Fytiatre, 19, Gent. 1967. Proceedings. s.l., s.e.
7. ESSER, R.P. 1986. A synopsis of worldwide red ring nematode investigations. University of Florida, Gainesville. 4p.
8. FENWICK, D.W. 1962. The entomological aspects of red ring disease. Minutes, Monthly General Meeting Agric. Soc. Trin. and Tobago: 1-20.
9. FENWICK, D.W. 1967. The effect of weevil control on the incidence of red ring disease. *J. Agric. Soc. Trinidad and Tobago* 67: 231-243.
10. FENWICK, D.W. 1968. Red ring disease of the coconut palm. In G. C. Smann, Jr. and V.G.V. Perry (eds.) *Tropical Nematology*. Center for Tropical Agriculture. University of Agriculture Press, Gainesville.
11. FENWICK, D.W. and MACHARAJ, J.S. 1963. Water uptake of healthy and red ring infected coconuts palms. *Trop. Agr. Trin. Tob.* 40: 104-113.
12. GERBER, K., GIBLIN-DAVIS, R. and GRIFFITH, R. 1987. Morphometric comparisons of geographic and host isolations of the red ring nematode, *R. cocophilus*. *Nematologica*. 19(2): 151-159.
13. GERBER, K. and GIBLIN-DAVIS, R. 1990. Association of the red ring nematode and other nematode species with the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*. *Journal of Nematology*. 22(2). 143-149.
14. GRIFFITH, R. 1968. The mechanism of transmission of the red ring nematode. *J. Agr. Soc. Trin. Tob.* 67: 436-457.
15. GRIFFITH, R. 1969a. A method of controlling red ring disease of coconuts. *J. Agric. Soc. Trin. and Tob.* 67:827-845.
16. GRIFFITH, R. 1969b. Progress on the entomological aspects of red ring disease of coconut. *J. Agric. Soc. Trin. Tob.* 67:209-214.
17. GRIFFITH, R. 1974. The use of the smaller palma weevil *Rhynchophorus palmarum*, in the forecasting of red ring disease outbreaks. *J. Agric. Soc. Trin. Tob.* 3:149-159.
18. GRIFFITH, R. 1976. Some characteristics of a defense mechanism in the palm weevil *R. palmarum* against the red ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb) Goodey. *J. Agric. Soc. Trin. Tob.* 76: 246-258.
19. GRIFFITH, R. 1978. Epidemiology of the red ring disease of the coconut palm (*Cocos nucifera*) in Trinidad and Tobago. *J. Agric. Soc. Trin. Tob.* 78: 200-217.
20. HAGLEY, E.A.C. 1963. The role of the palm weevil, *R. palmarum* as a vector of red ring disease of coconuts I. Results of preliminary investigations. *J. Econ. Entomol.* 55: 375-380.
21. HAGLEY, E.A.C. 1965. The mechanism of transmission of *R. cocophilus* by the palm weevil, *R. palmarum*. *Phytopathology* 55: 117-118.
22. HOYLE, J. C. 1971. Preliminary investigations into the use of systemics for control of red ring disease of coconuts. *Expl. Agric.* 7: 1-8.
23. KASTELEIN, P. 1987. Observations on red ring disease of coconut palms in Surinam. *De Surin. Landb.* 33: 40-53.

24. KRAAIJENGA, D.A. and OUDEN, H.D. 1966. Red ring disease in Surinam. *Neth. J. Pl. Path* 72: 20-27.
25. MAAS, P.W.T. 1970. Contamination of the palm weevil (*R. palmarum*) with the red ring nematode (*R. cocophilus*) in Surinam. *Oleagineux* 25: 653-655.
26. MALAGUTTI, G. 1953. "Putrición del cogollo" de la palma de aceite africana (*E. guineensis*). en Venezuela. *Agron. Trop.* 3: 13-31.
27. MORALES, J.L. y CHINCHILLA, C.M. 1991. Estudios poblacionales en *R. palmarum* y su relación con la enfermedad del anillo rojo en Costa Rica. *Turrialba* 40 (4): 478-485.
28. NICKELE, W. 1974. Nematode infection. In *Insect Diseases*. Vol. 2. Ed. by Cantwell, G. New York K, Marcel Dekker Inc. p. 237-372.
29. NOWELL, W. 1919. The red ring or "root" disease of coconut palms. *West Indian Bull.* 17: 189-211.
30. SALAS, J.A. 1980. El anillo rojo del cocotero en varias áreas de Costa Rica. *Agron. Cost.* 4: 199-202.
31. SALAZAR, L. y CHINCHILLA, C. 1989. Caracterización morfológica de cuatro poblaciones de *Rhadinaphelenchus* sp. obtenidos de *Cocos nucifera* y *Elaeis guineensis*. *Nematropica.* 19:18.
32. SCHUILING, M. and DINTHER, J.B. 1981. Red ring disease in the Paricatuba Oil Palm Estate, Pará, Brazil. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie* 91: 154-169.
33. SINGH H.D. 1972. A survey of red ring disease of coconut palms in Grenada, West Indies. *Plant Dis. Rep.* 56: 339-341.
34. VAN HOOF, H.A. and SEINHORST, J.W. 1962. *Rhadinaphelenchus* associated with little leaf of coconut and oil palm. *T. Pl. Ziekten* 68: 251-256.

BOMBAS

HYDRAL

Ofrecemos los más altos índices de rendimiento y duración en el manejo de sólidos y líquidos abrasivos

ingeniería aplicada al desarrollo de Colombia

USOS MAS FRECUENTES

- * PALMISTERIA
- * LAVADORES DE FRUTA
- * ACEITE CRUDO
- * HIDROCICLONES

26 AÑOS PRODUCIENDO LOS EQUIPOS DE BOMBEO MAS EFICIENTES DEL MERCADO NACIONAL

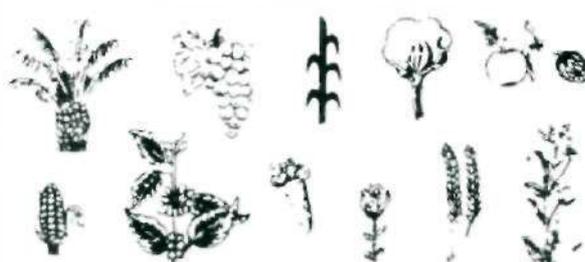
VACIO TURBINA MULTIETAPAS PIÑONES

FABRICANTES

AGRO INDUSTRIAL
PÉREZ Y CIA. LTDA.

Calle 14 No. 32-44 Tels.: 2775051 - 2472613 - 2471272
Fax (91) 2372565 A.A. 29625 BOGOTA D.E.

Aumente los rendimientos y mejore la calidad de sus cultivos...



BORATOS FERTILIZANTES 48, 68 Y SOLUBOR

Marcas Registradas
48% - 68% y 66% B₂O₃ Garantizados

UNITED STATES BORAX & CHEMICAL CORP.
U.S. BORAX. Confiabilidad absoluta en boratos protege sus cultivos y su inversión

Garantía de Calidad y Concentración para dosis exactas y uniformes.

Representantes Exclusivos

SAMTEC Samudio & Asociados Ltda.
Representaciones Técnicas desde 1960

Cra. 14 No. 87-45 Of. 202 Apdo. Aéreo 89509
Tels: 2182908 - 2182176 Bogotá, D.E.