

El Anillo Rojo y Otras Enfermedades de la Palma Aceitera en Centro y Suramérica

Chinchilla C. Ml¹., Escobar R².

Resumen

La enfermedad del anillo rojo, causada por el nematodo *Bursaphelenchus* (*Rhadinaphelenchus*) *cocophilus* y transmitida por el picudo americano de las palmas, *Rhynchophorus palmarum*, ha sido considerada la enfermedad más importante del cocotero y la palma aceitera en América tropical, y todavía hoy es común en algunas plantaciones. El progreso de los síntomas puede ser muy rápido (forma aguda), y la palma afectada puede morir en unos pocos meses después que aparecen los primeros síntomas ('amarillamiento' progresivo y secamiento de las hojas empezando por las más viejas). En el otro extremo de un continuo de síntomas, las hojas más jóvenes emergen cortas y con varios tipos de malformaciones, pero las plantas pueden no morir en varios años (forma crónica). La incidencia de la enfermedad puede ser mantenida a un bajo nivel, si se sigue una estrategia de manejo integrado, la cual incluye la eliminación temprana de las fuentes de inóculo (palmas enfermas), la destrucción de los sitios de reproducción del vector y la reducción de la población adulta.

Otras enfermedades también afectan la palma aceitera en América tropical, pero normalmente son de menor impacto económico (aunque de importancia primordial en algunas plantaciones particulares): las manchas foliares por *Pestalotiopsis* spp., la marchitez sorpresiva (*Phytophthora* sp.), la pudrición basal corchosa (*Ustilina deusta*), la pudrición basal húmeda (posiblemente *Erwinia* sp.), y la pudrición alta del tallo (de etiología no clara). La marchitez por *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* aparentemente llegó a América en semilla o residuos orgánicos asociados a semillas de palma aceitera o leguminosas traídos de áreas infectadas en África. Esta enfermedad parece sólo estar presente en zonas localizadas en Brasil y Ecuador. Finalmente, el hongo *Ganoderma* spp., que representa la mayor amenaza fitosanitaria en el sur este asiático, normalmente se considera un patógeno de importancia secundaria en América. *Colletotrichum gloeosporioides* (*Glomerella* sp.) y otros hongos oportunistas actúan generalmente juntos y causan manchas foliares en viveros. Este es la única enfermedad que adquiere algún grado de importancia en algunos viveros; pero puede ser controlado mediante una estrategia que combine el manejo del agua, la fertilización, el espaciamiento entre plantas y el uso racional de fungicidas. Los síntomas de anillo clorótico (asociado a la presencia de un potyvirus) han sido observados en viveros en Ecuador, Colombia y Perú.

La mayoría de las pudriciones y secamientos del cogollo y hojas jóvenes en palma aceitera, no son normalmente enfermedades en el sentido usual del término. Este tipo de trastornos del crecimiento pueden ser mejor entendidos, explicados y manejados si los consideramos como tipos particulares de un deterioro progresivo (decline) de una población de plantas. Esta visión del problema ha logrado avances significativos en la recuperación de muchos miles de hectáreas afectadas, particularmente por formas más benignas de pudriciones del cogollo. Los aspectos más relevantes han sido el mejoramiento de las prácticas agronómicas, en particular la nutrición

¹ Consultor para ASD Costa Rica, cmlichinchilla@gmail.com; ASD Costa Rica, r.escobar@asd-cr.com

y la aeración del suelo. Este trabajo ofrece información general sobre las causas de cada enfermedad, su epidemiología, y los métodos de manejo conocidos, así como una evaluación del potencial que cada una tiene de convertirse en una amenaza en el futuro, particularmente en lo que refiere a aspectos cuarentenarios.

Introducción

Las pudriciones y secamientos en la región del cogollo, generalmente acompañados de 'amarillamientos' de las hojas más jóvenes, constituyen el problema fitosanitario de mayor importancia en muchas plantaciones de palma aceitera en América tropical. Dado que no se conoce ningún patógeno primario como la causa única de estos problemas, se ha generado mucha confusión en la literatura, cuando se dan nombres locales en diferentes regiones y países, a lo que simplemente podrían ser variaciones del mismo problema.

Si bien es cierto, la verdadera etiología de estos problemas no ha sido aclarada, existe mucha evidencia acumulada que indica que tienen mucha similitud a lo que se conoce en patología forestal, como un 'decline' o deterioro progresivo de una población de plantas. Tal deterioro en la salud de la población se asocia a la incapacidad de la comunidad de mantener una alta productividad de biomasa en condiciones ambientales marginales y cambiantes (Manion y Lachance 1992; Chinchilla y Durán 1998, 1999; de Franqueville 2001). En un agroecosistema, el manejo de estos problemas implica un mejoramiento en las prácticas agronómicas.

La enfermedad del anillo rojo, tradicionalmente había sido la enfermedad de etiología conocida, más importante en muchas plantaciones en Centro y Suramérica. En Costa Rica, alcanzó una alta incidencia, hasta que se desarrolló y se puso en marcha durante la primera parte de la década de los noventa, un sistema integrado de manejo. Ahora, esta enfermedad puede ser reducida a una importancia secundaria (Oehlschlager et al. 1993, 2002; Chinchilla et al. 1995; Chinchilla 2003).

Otras enfermedades causan (o podrían causar) problemas particulares en algunas regiones o plantaciones específicas, tales como la 'marchitez sorpresiva', la pudrición basal por *Ustilina dusta*, las manchas foliares por *Pestalotiopsis* spp., y la marchitez por *Fusarium*. Este trabajo incluye información sobre los agentes causales y las posibilidades de manejo para cada uno de estos problemas, así como de sus implicaciones cuarentenarias.

El síndrome del anillo rojo/hoja pequeña

Introducción

El anillo rojo ha sido históricamente la enfermedad más importante de la palma aceitera en América Central y algunos países de Suramérica (Malaguti 1953; Schuiling y Dinther 1981; Chinchilla y Richardson 1988; Chinchilla 1991). El nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* (*Radinaphelenchus cocophilus*) (Cobb) Baujard, (Nematoda, Aphelenchoidea) es el agente causal (Fig. 1), y es transmitido por el picudo americano de las palmas, *Rhynchophorus palmarum* L. (Curculionidae) (Fig. 2). La importancia de otros posibles vectores no está clara, tal como es el caso de *Metamasius hemipterus* (Curculionidae), cuyo rol como vector no ha podido ser demostrado en Costa Rica (Perez et al. 1997, Bulgarelli et al. 1998).



Fig. 1. *Bursaphelenchus cocophilus* (extremo anterior)



Fig. 2. *Rhynchophorus palmarum*, picudo americano de la palma

El vector

Los adultos de *R. palmarum* presentan una gran variación en tamaño, desde 20 a 41 mm, excluyendo el *rostrum*. El largo promedio en los machos es mayor que en las hembras. Los sexos pueden ser normalmente diferenciados, considerando que el macho tiene un penacho de setas sobre el *rostrum*. Sin embargo, esta característica puede estar ausente en los individuos de menor tamaño. El *rostrum* de la hembra es más largo, delgado y curvado que el del macho (Mexzón y Chinchilla 1994).

El ciclo de vida de huevo a adulto, ocurre en 80-160 días, y el adulto puede vivir por tres meses o más. Las hembras ponen entre 10 y 48 huevos cada día durante un periodo de 8-11 días, y algunas hembras pueden poner hasta 60 huevos durante los primeros tres días. El apareamiento y la puesta de huevos ocurren dentro de las dos primeras semanas, pero la copulación puede ocurrir aún entre individuos recién emergidos, y toma unos tres minutos. La emergencia de los huevos ocurre en unos tres días, y le siguen nueve estadios larvales (60 días), un estado de pre-pupa, y finalmente la pupa. Los adultos son más activos temprano en la mañana y en las tardes (Griffith 1968, Mexzón et al. 1994).

Sintomatología

La presencia de *B. cocophilus* en los tejidos de las plantas ha sido asociada a un complejo de síntomas en palma aceitera. Una de las manifestaciones es conocida como la forma aguda o clásica de la enfermedad, cuyo síntoma más evidente es el ‘amarillamiento’ y muerte progresiva de las hojas empezando por las más viejas. Las hojas más jóvenes pueden aparecer de menor longitud (Fig. 3), y la planta puede morir en pocos meses.

En otras circunstancias, la planta puede aparentemente evitar la reproducción masiva del nematodo y restringir las poblaciones a ciertos tejidos en la región del cogollo, particularmente

las hojas en la fase de rápida elongación. Las actividades de los nematodos en estos tejidos ocasionan que las hojas al emerger aparezcan deformes y muy cortas, por lo cual el síntoma se ha denominado 'hoja pequeña'. Las plantas así afectadas toman una apariencia arropollada de estas hojas más jóvenes, pero no mueren, y pueden mostrar síntomas por varios años, con lo cual la tasa de crecimiento del tronco se reduce (forma crónica de la enfermedad), y la planta toma la apariencia de un plumero gigantesco (Fig. 4).



Fig. 3. Síndrome del anillo rojo, síntomas agudos **Fig. 4.** Síndrome del anillo rojo, síntomas crónicos

Internamente, el tallo puede mostrar en sección transversal, una serie de manchas necróticas, que pueden tomar la apariencia de un anillo alrededor de la porción central del tallo (Fig. 5). El color del tejido afectado puede tener diferentes tonos, desde el café muy oscuro a casi negro, hasta rosado. La presencia de un anillo discreto es normalmente más frecuente en palmas que muestran el síntoma clásico de la enfermedad. No obstante, el tejido descolorido, puede no formar un anillo del todo, sino que las lesiones aparecen más o menos dispersas, o formar uno o varios anillos discontinuos que pueden disponerse en forma concéntrica. Ocasionalmente, aparece una zona central necrótica en el tallo, que puede incluso desintegrarse dejando hueco el tronco, lo cual a veces ocurre en palmas que han mostrado los síntomas crónicos por varios años. Los síntomas llamados clásicos y crónicos son realmente los extremos de un continuo, en donde cualquier combinación intermedia es posible (Chinchilla y Richardson, 1987; Chinchilla 1991).



Fig. 5. Síndrome del anillo rojo, síntomas internos en el tronco

Epidemiología

La incidencia del anillo rojo ha decrecido significativamente en todas las plantaciones en donde se ha puesto en marcha un sistema integrado de manejo. No obstante, dejada sin control, la incidencia puede alcanzar niveles muy altos. En palmas jóvenes (menores de seis años), la incidencia es normalmente baja, pero 20% o más de las plantas en una plantación comercial adulta (12-15 años) pueden ser afectadas. La incidencia acumulada de 50 % o más se ha alcanzado en plantaciones particulares en Honduras.

La incidencia puede variar grandemente aún dentro de una plantación particular, lo cual depende en parte de la edad de las plantas, la cercanía a fuentes de inóculo (palmas infectadas), y la población infectada del vector (Chinchilla, 2003). No existe, sin embargo, evidencia alguna de que el nematodo pueda ser transmitido en la semilla.

Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por compuestos volátiles emanados de palmas dañadas físicamente o por pudriciones, particularmente en el cogollo. La ovoposición puede ocurrir en estos sitios, y se puede generar una alta población de larvas que pueden incluso matar a las palmas, aunque esto no es común en palma aceitera, aunque sí en cocotero. Si la palma atacada tiene el nematodo del anillo rojo, una proporción de las larvas lo pueden tomar, y retenerlo a través de las mudas hasta que alcanzan el estado adulto (Hagley 1965; Griffith 1987).

En plantaciones adultas, una palma infectada por la enfermedad puede actuar como inóculo para 3-5 palmas vecinas, las cuales no necesariamente son continuas, sino estar dentro de un radio de aproximadamente 30 metros (Chinchilla 1991; Oehlschlager et al. 2002).

La población adulta de *R. palmarum* tiende a ser agregada (Oehlschlager et al. 1995), lo cual es un factor que contribuye al comportamiento epidemiológico de la enfermedad ((Barboza y Chinchilla 2003). La población también fluctúa a través del año. Las máximas capturas en trampas se obtienen durante la estación seca, pero el porcentaje de insectos que lleva el nematodo (vectores potenciales), es mayor durante la última parte de la estación de lluvias

(Chinchilla et al. 1990; Morales y Chinchilla 1991). Mexzón et al. (1994) ofrecen detalles sobre el ciclo de vida del insecto en Costa Rica.

El estudio de las curvas de incremento de la enfermedad en el tiempo ayuda a entender su comportamiento epidemiológico, puesto que tales curvas combinan los efectos del patógeno, el huésped y el ambiente. Existen dos curvas básicas teóricas: aquellas que siguen los llamados patógenos policíclicos, y por otro lado están los monocíclicos. Las ecuaciones monomoleculares y de Gompertz se usan normalmente para describir esos comportamientos epidemiológicos. Sorprendentemente, el comportamiento epidemiológico de la enfermedad del anillo rojo fue diferente según el tipo prevalente de síntomas presente (agudo vs. crónico). En la costa Atlántica de Honduras, en donde la condición de la hoja pequeña (HP) era prevalente (síntoma crónico), los datos de incidencia en el tiempo, fueron mejor ajustados con la ecuación monomolecular (crecimiento de interés simple), mientras que en otros sitios, en donde prevalecía el síntoma agudo, la ecuación que mejor se ajustó fue la de Gompertz, con un crecimiento análogo al del interés compuesto (Barboza y Chinchilla 2003).

Las interacciones específicas (genotipo/patógeno/ambiente) que podrían explicar las diferencias en síntomas (crónico vs. agudo) no son claras. Salazar y Chinchilla 1989 no pudieron asociar tales síntomas a razas morfológicas reconocibles del nematodo, y existe la posibilidad de que sean diferencias ambientales las que las causen. Las diferencias en el comportamiento epidemiológico, podrían ser explicadas, al menos parcialmente, considerando el comportamiento del vector, y la habilidad de la planta afectada, para de alguna manera, regular o restringir la multiplicación y movimiento del nematodo dentro de los diferentes tejidos de la palma.

Cuando una planta muestra el síntoma de HP (forma crónica), el movimiento sistémico del nematodo parece haber sido detenido, de manera que la multiplicación del patógeno parece estar restringida a únicamente a la región del cogollo de la planta en donde las hojas están en la fase de rápida elongación. Estas plantas así afectadas, comúnmente no presentan señales de actividad del nematodo en el tallo (no aparece el anillo y a veces solo una pocas manchas necróticas), y los nematodos, si están presentes, no parecen muy activos.

El síntoma de la HP era el más común en la costa Atlántica norte de Honduras, pero era menos frecuente en la costa Pacífica sur y central de Costa Rica, en donde predominaban los síntomas clásicos de la enfermedad. La pudrición de tejidos en el cogollo es poco frecuente cuando se presentan los síntomas de la HP, lo cual hace a estas plantas poco atractivas a la llegada de más adultos del vector, los cuales responden a volátiles que emanan las heridas frescas o pudriciones. De esta manera, la presencia de adultos y larvas en plantas afectadas por la HP es poco frecuente, y esta es una de las razones por las cuales estas plantas pueden vivir por varios años. El resultado final es un incremento relativamente lento de la incidencia, ya que ésta depende principalmente de la población del vector inicialmente infectada por el nematodo. La proporción de adultos de *R. palmarum* que acarreaban el nematodo era relativamente alto en Honduras (Chinchilla et al. 1991), pero aún así, el comportamiento epidemiológico de la enfermedad se pudo ajustar mejor a la ecuación monomolecular.

Una situación diferente fue encontrada en una población de plantas afectada por la forma aguda de la enfermedad en Costa Rica, en donde era común encontrar larvas y adultos en las palmas

enfermas asociadas a pudriciones en la región del cogollo. En muchos casos, las actividades de gran número de larvas contribuía claramente a la muerte de las plantas. En estas condiciones, muchos de los insectos que se desarrollaban en las palmas enfermas podían adquirir el nematodo y convertirse a su vez en vectores potenciales, lo cual causó un incremento de la enfermedad del tipo de interés compuesto.

Manejo de la enfermedad

El manejo de la enfermedad debe ser integrado, y considerar la plantación afectada, así como las áreas vecinas, desde donde podrían estar llegando vectores infectados. A través de la investigación y la experiencia, se considera que se deben respetar los siguientes principios para reducir y mantener la incidencia de la enfermedad en un nivel económicamente aceptable:

Organización, entrenamiento del personal de campo y monitoreo de la enfermedad. Todos los lotes de la plantación en edad de susceptibilidad deben ser visitados regularmente, al menos en forma mensual, para detectar y tomar acción sobre cualquier problema fitosanitario presente. La posición de cada planta con problemas debe ser anotado, de manera que se identifique su problema y la acción específica que debe seguir (erradicación, o cualquier otro tratamiento particular). El trabajo de vigilancia debe ser hecho por personal entrenado en el reconocimiento de cada síntoma en sus fases iniciales, pero de igual manera se considera que debe promocionarse una cultura de responsabilidad en todos los trabajadores (fuera del círculo de fitosanidad), para que estén atentos e informen a los encargados de cualquier situación anómala que observen.

Erradicación temprana de palmas con síntomas. Los intentos de recuperación de palmas enfermas mediante tratamientos con nematicidas (al cogollo, al tronco o al suelo) no han sido efectivos. En el caso de los síntomas clásicos la recuperación fue nula, y en el caso de la HP, la respuesta fue errática. Los tratamientos preventivos con nematicidas no son efectivos e inaceptables desde el punto de vista ambiental.

B. cocophilus es un patógeno obligado, que no sobrevive más allá de unas pocas semanas en tejido en descomposición, y muere en pocos días en el suelo. La erradicación de las plantas enfermas dentro de la plantación es entonces un aspecto esencial en el manejo de la enfermedad. No obstante, deben también eliminarse palmas de otras especies, incluyendo cocoteros infectados en áreas vecinas a la plantación.

La eliminación de las plantas se hace mediante inyección al tronco de un herbicida, el cual no solo debe matar rápidamente a la planta, sino que debe también prevenir la llegada de los insectos vectores, y evitar que cualquier insecto ya presente en la planta complete su ciclo de vida. El herbicida MSMA cumple buena parte de estos requisitos.

Reducción de los sitios de cría de *R. palmarum*. Los adultos del vector son atraídos y se reproducen en palmas que han sido dañadas físicamente o bien que presentan pudriciones causadas por diversos patógenos. En palmas muy jóvenes pueden establecerse larvas a partir de insectos que llegan atraídos por las heridas causadas por ratas y el insecto *Strategus aloeus*. En palmas adultas es común la llegada de adultos a las pudriciones en la región del cogollo. Por otro

lado, una poda de hojas descuidada y prácticas de cosecha inadecuadas pueden también atraer el vector, así como el daño físico causado por fuertes vientos y rayos. Todas las plantas así afectas deben tratarse oportunamente para evitar que se conviertan en sitios de reproducción del vector.

La forma en que se elimina una planta infectada por el nematodo puede tener un gran impacto sobre la incidencia futura de la enfermedad. Cuando se cortan las palmas con una motosierra o hacha, los tejidos expuestos pueden atraer a los vectores, los cuales se multiplicarían en un tejido que contiene el nematodo, lo cual aumentaría la población del vector infectada. Una o más generaciones del vector pueden originarse de una planta que simplemente se corta y se deja podrir en el sitio. El tratamiento de los cortes con un insecticida ayuda, pero se debe supervisar muy bien la calidad de la aplicación, y aún así, la lluvia puede lavar el producto. La residualidad del producto es un factor que se debe considerar. Para reducir estos problemas, es preferible no cortar las plantas, sino envenenarlas con un herbicida, según las consideraciones del punto anterior.

Reducción de la población adulta del vector. La atracción de los insectos vectores adultos hacia los volátiles emanados de heridas en tejidos de palmáceas, ciertas frutas maduras y la caña de azúcar ha sido usada para capturarlos en diferentes tipos de trampas. No obstante, cuando la incidencia de la enfermedad y la población infectada del vector son altas, estas trampas no son suficientes para reducir en forma significativa la incidencia de la enfermedad.

El uso de la feromona de agregación producida por el macho de la especie (rhynchophorol: (6-methyl-2-hept-2-en-4-ol) en trampas cebadas con caña de azúcar, permite incrementar significativamente las capturas, lo cual combinado con las demás prácticas de manejo, permite controlar efectivamente la enfermedad (Chinchilla y Oehlschlager 1992; Chinchilla et al. 1993; Oehlschlager et al. 1993 a,b; Giblin-Davis et al. 1996; Oehlschlager et al. 2002).

Cumplimiento de las leyes fitosanitarias. Un elemento importante en el éxito obtenido en Costa Rica para controlar la enfermedad del anillo rojo fue el hacer cumplir una normativa que hacía obligatorio su manejo, lo cual permitió extender a grandes áreas las prácticas anotadas anteriormente.

Manejo agronómico. *R. palmarum* gusta de sitios con sombra y húmedos, por lo cual, en lo posible se debe de evitar que este tipo de hábitats se formen en la plantación. La poda oportuna de las hojas más viejas y la atención al drenaje superficial son elementos importantes, así como la mejor escogencia de la densidad de siembra considerando la oferta lumínica del sitio y el crecimiento vegetativo de la variedad que se pretende sembrar.

El uso integrado de los principios señalados anteriormente permite bajar significativamente la incidencia de la enfermedad, independientemente del nivel inicial de inóculo, pero se requiere de un periodo de aproximadamente nueve meses para observar un cambio significativo en incidencia, dado que se debe considerar el periodo de incubación de la enfermedad, y la necesidad de afectar en forma crítica la población del vector.

Marchitez sorpresiva (sudden wither)

Introducción. Esta enfermedad también es conocida con los nombres de 'cedros wilt' y 'hart rot', y está asociada a la presencia en el floema de flagelados del género *Phytophthora* sp. (Dollet 1984). En América Central, se ha encontrado afectando la palma aceitera en la costa norte caribeña de Honduras, pero la incidencia ha sido baja.

Síntomas y epidemiología. Los síntomas de la enfermedad han sido ampliamente descritos en la literatura (Turner 1981; Chinchilla y Richardson 1988), pero poco se conoce sobre su epidemiología. El probable agente causal parece ser transmitido por insectos de la familia Pentatomidae (*Lincus* sp.) y posiblemente otros insectos que normalmente se alojan en las axilas de las hojas.

La transmisión vía semilla de este tipo de patógenos sería un evento realmente difícil de ocurrir, ya que uno de los primeros síntomas de la enfermedad es la pudrición de los frutos, tanto en desarrollo como los maduros.

Manejo. Cuando la enfermedad apareció por primera vez en Suramérica en los años sesenta, se asoció a pérdidas importantes, lo cual pudo ser un efecto combinado del desconocimiento sobre el origen del problema, así como de un manejo agronómico ineficiente de esas plantaciones en ese entonces. Aún hoy día, la enfermedad se convierte en un problema importante cuando el manejo agronómico no es el mejor, en particular en sitios con problemas de drenaje, y mal control de malezas. Cuando se realizan algunas medidas elementales de manejo, tales como la erradicación temprana de las plantas afectadas, y se mejora la agronomía del cultivo (drenaje, manejo de malas hierbas y nutrición en particular), la marchitez sorpresiva, normalmente se mantiene bajo control, sin causar problemas económicos importantes (Fig. 6).

Marchitez por *Fusarium* (Vascular Wilt)

Introducción. La enfermedad es causada por un patógeno vascular, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. En América tropical, la enfermedad solo ha sido encontrada en algunas plantaciones particulares en Pará, Brazil y Quindí, Ecuador (van de Lande 1985; Renard y Franqueville 1989b; Corley y Tinker 2003), y es posible que también exista en Colombia, pero esto no ha sido confirmado. En 1989, la existencia de la enfermedad había sido documentada en Costa de Marfil, Benin, Nigeria, Camerún, Zaire, Ghana y Congo, además de los sitios anotados en Suramérica (Renard y de Franqueville 1989b; Corley y Tinker 2003).

Síntomas y epidemiología. Los síntomas de la enfermedad han sido extensivamente descritos en la literatura (Turner 1981; van de Lande 1985; Renard y de Franqueville 1989b), y no difieren mucho entre lo que se manifiesta en África y América (Fig. 7).

F. oxysporum f.sp. *elaeidis* puede persistir en el suelo, aún sin la presencia de variedades de palma aceitera susceptibles. El patógeno llega hasta la planta a través de las raíces, de manera que cuando existe daño al sistema radical superficial debido a una sequía, se favorece el ataque, y se pueden formar los focos iniciales de la enfermedad.

Manejo. *F. oxysporum* f. sp. *elaeidis* puede ser llevado en semilla sexual y polen tomado de palmas infectadas (de Franqueville y Renard 1990; Flood et al. 1990). Debido a la presencia extendida del patógeno en África del oeste, y a lo restringido de su distribución en América del sur, existe la creencia de que el patógeno llegó hasta América en semilla sexual o polen contaminado traído desde algún país africano. La hipótesis se fortalece debido a que existen similitudes genéticas evidentes entre las razas encontradas en ambos continentes. El riesgo de importar el patógeno desde áreas ya infectadas, debe entonces ser considerado seriamente, de manera que se tomen las precauciones necesarias para garantizar que la semilla esté libre del patógeno.

El sitio ocupado previamente por una planta enferma se convierte en la fuente más importante de inóculo para una nueva plantación, ya que el hongo puede sobrevivir en el suelo por largo tiempo. Sin embargo, la erradicación temprana de las plantas enfermas es una práctica que puede ayudar a reducir la incidencia en las futuras plantaciones.

Existen variedades tolerantes a la enfermedad en las cuales ocurre una recuperación parcial o aparentemente total de los síntomas. Además de esto, existe evidencia circunstancial que indica que buenas prácticas agronómicas ayudan a reducir la tasa de incremento de la enfermedad en el tiempo. En particular ayudan una nutrición equilibrada (particularmente en lo referente al potasio), eliminar o reducir el déficit hídrico, y aumentar el contenido de materia orgánica.



Fig. 6. Marchitez sorpresiva



Fig. 7. Marchitez por *Fusarium*

Pudrición basal corchosa

Esta enfermedad es causada por un hongo cosmopolita, y su importancia es normalmente secundaria en América tropical. El hongo *Ustilina deusta* (Sphaeriales, Xylariaceae) es primariamente un saprófito descomponedor de madera, y probablemente solamente ataca palmas que han sido previamente estresadas, como es el caso de un terreno expuesto a inundaciones.

Los síntomas de la enfermedad en América difieren un poco de los descritos en la literatura para el sureste asiático (Turner 1981). Usualmente, las palmas infectadas no muestran síntomas externos visibles en el follaje, hasta que se ha desarrollado un pudrición extensiva en la base del trono, periodo cuando se forman los cuerpos fructíferos externos del hongo, los cuales aparecen como una costra, primeramente grisácea y luego negra (Fig. 8).

La lesión interna en el tronco es de tono café claro, con muchas bandas negras y angostas, que corresponden a pseudo-esclerocios, que se pueden asociar a un micelio blancuzco. El tejido toma una textura corchosa y es extremadamente liviano, con la destrucción total de las fibras. El área de avance es difusa, o bien, claramente limitada por una banda café oscuro angosta del tejido aparentemente sano. A pesar de lo extensivo de la lesión en la base de la palma, el avance es muy lento hacia arriba del tronco. En algunos casos, y cuando los síntomas están muy avanzados, algunas hojas de las más viejas pueden doblarse en la base (pecíolos) y permanecen colgando aún verdes por algún tiempo.

La curva de progreso de la enfermedad es el tipo monocíclico, lo cual indica una fuerte influencia de la cantidad inicial de inóculo en el suelo, el cual probablemente proviene de una siembra anterior de palma infectada, o bien de árboles de la selva original. En América Central, normalmente se detecta un pico de incidencia en palmas en edades entre 9 y 11 años, cuando se encontró hasta 2.5 % de las palmas infectadas en algunos lotes particulares de una plantación en la costa Atlántica de Honduras. No se ha observado la enfermedad en palmas con menos de seis años de edad (Umaña and Chinchilla, 1991; Barboza y Chinchilla, 2003).

Pudrición basal por *Ganoderma*

Existen al menos dos especies de *Ganoderma* spp. asociadas a pudriciones en el tronco de palmas, y que causan la enfermedad más importante en el sureste asiático. En América tropical, ésta enfermedad es de escasa ocurrencia. Los síntomas descritos en ambos continentes son similares (Fig. 9), y no se han realizado estudios para tratar de entender las causas que expliquen las diferencias tan grandes en incidencia entre el sureste asiático y América. Es posible que parte de la respuesta se encuentre en la existencia de suelos supresivos en América. No obstante, la diferencia en incidencia de las pudriciones severas del cogollo entre estos continentes, indican que pueden existir diferencias ambientales importantes que favorecen o desfavorecen una condición en especial.

Durante la década del 80, existió cierta preocupación por un aparente incremento de la incidencia de las pudriciones por *Ganoderma* sp. en Honduras (Chinchilla y Richardson 1988). No obstante, luego de 15 años, y muchos miles de hectáreas de palmas sembradas y renovadas en Centro América, la incidencia de la enfermedad se mantiene muy baja



Fig. 8. Pudrición basal por *Utulina deusta*



Fig. 9. Pudrición basal del tallo por *Ganoderma*

Enfermedades en el vivero

Antracnosis

Glomerella sp. (*Colletotrichum gloeosporioides*) es el hongo más comúnmente asociado a la llamada antracnosis en América tropical, cuyos síntomas han sido ampliamente descritos en la literatura (Turner, 1981) (Fig. 10). No obstante, generalmente hay varios otros hongos oportunistas asociados a las lesiones en las hojas.

La antracnosis puede ser manejada con éxito si se sigue una estrategia integrada, que incluye una nutrición equilibrada (evitando excesos de nitrógeno), el manejo del agua (evitando tanto excesos como déficit hídrico), el manejo del espacio entre plantas, y el uso de una rotación apropiada de fungicidas. No obstante, cuando el inóculo se incrementa en un vivero particular, el manejo es difícil, y puede ser necesario rotar los sitios en donde se establecen los viveros.

Anillo clorótico

Las enfermedades causadas por virus son de rara ocurrencia en la familia de las palmas (Chase y Broschat 1993). En el año de 1995, en Ecuador, se detectó una alta incidencia de síntomas virales en varios viveros en el occidente del país (Chinchilla, 2001). Los síntomas se asociaban a la presencia en el tejido de partículas virales (en forma de barras) filamentosas y flexuosas, así como de inclusiones citoplasmáticas ('pinwheel'). El tipo de síntoma, la partícula viral, las inclusiones y la identificación con sondas particulares, clasifica tentativamente a estos virus dentro del grupo de los potyvirus, y coloca a los áfidos como los posibles vectores. No existe evidencia de que este tipo de virus pueda ser llevado en la semilla de la palma aceitera (Chinchilla, 2001; Genty, 1996).

La incidencia fue particularmente alta en algunos viveros en Ecuador (25-80%), pero a partir de esta epifitia inicial, la enfermedad ha decrecido en forma sostenida, lo cual se ha atribuido a una eliminación temprana de las palmas afectadas, el manejo de la sombra, el control de malezas, principalmente gramíneas en la cercanía de los viveros, y al manejo de los posibles insectos vectores. No obstante, no se pudieron aclarar las razones para la severidad del ataque en 1995.

Los síntomas de la enfermedad (Fig. 10) incluyen una combinación de mosaicos, rayados finos cloróticos y anillos (halos cloróticos de forma irregular rodeando una porción de tejido que se mantiene verde). La forma de los anillos varía de casi circular, a oval, pero los anillos contiguos pueden coalescer y formar un patrón de anillos de forma indefinida, o bien formar un patrón concéntrico. El halo o anillo tiene una coloración blanca-pálida en las hojas más jóvenes, y conforme la hoja madura pasa a verde y amarillo claro, y en hojas más viejas es amarillo brillante a casi naranja. No se observan pudriciones o secamientos, aún en hojas que han estado afectadas por muchos meses. Las palmas muy afectadas en vivero muestran un poco de enanismo, pero esto puede no ser evidente en otras.

Pudriciones del cogollo

Pudrición común de flecha/arqueo foliar (PCF/AF)

Esta condición ocurre en todas las regiones del mundo en donde se ha sembrado palma aceitera (Duff 1963; Turner 1981; Corley y Tinker 2003). Una secuencia común de los síntomas en palmas jóvenes es: pudrición limitada en los foliolos de las flechas (hojas sin abrir), doblamiento de los raquis, y finalmente, la formación de hojas más cortas durante la fase de recuperación.

La PCF/AF normalmente aparece en palmas de uno a tres años de edad después del trasplante al campo, pero ocasionalmente puede afectar plantas de vivero, o bien palmas de hasta siete o más años en el campo. Los síntomas pueden persistir por unas pocas semanas, meses o aún años, pero normalmente la mayoría de las plantas afectadas se recuperan en forma ‘espontánea’.

La susceptibilidad hacia estos desórdenes parece estar genéticamente controlada (Blaak 1970), pero también existe una clara predisposición debida a ciertos factores ambientales, que afectan en forma adversa la fisiología de la planta. Los factores normalmente asociados a estos desórdenes tienen que ver con impedimentos para el desarrollo saludable de las raíces, tales como una aeración pobre del suelo (mal drenaje superficial del terreno, deficiencia hídrica, compactación...) y desequilibrios nutricionales, particularmente el exceso de nitrógeno respecto al potasio (Turner 1981; Breure y Soebagjo 1991; Sterling y Alvarado 1996; Alvarado et al. 1997; Chinchilla et al. 1997).

En plantaciones jóvenes, aparecen dos picos de incidencia; el primero coincide con el establecimiento de la siguiente estación de lluvias luego de la siembra del año anterior. Es claro que durante la estación seca inmediatamente anterior, no se forman muchas nuevas raíces, y muchas de las ya existentes (las más superficiales) pueden morir por efecto de la sequía. Posteriormente, con el establecimiento de la estación de lluvias, la práctica normal en muchos casos es fertilizar, para lo cual se usan fórmulas altas en nitrógeno, el cual estimula un crecimiento aéreo suculento que no guarda equilibrio con el escaso desarrollo radical presente. El segundo pico de incidencia ocurre ese mismo año (segundo en el campo), durante los meses más lluviosos, cuando el suelo se satura de humedad, lo cual también causa problemas radicales en suelos mal drenados.

Los síntomas de PCF/AF en América Central son idénticos a los descritos en cualquier otro lugar (Turner 1981; Chinchilla y Durán 1998). Las pudriciones en los tejidos jóvenes (región del cogollo) se asocian con la presencia de varios patógenos secundarios de ocurrencia cosmopolita, tales como *Fusarium* spp. y *Erwinia* sp. El arqueamiento de los raquis se debe, al menos en parte, a una lignificación anormal, lo cual causa se doblen por su peso conforme crecen (Monge et al. 1993, 1994).

El manejo del problema se obtiene mediante el uso de buenas prácticas agronómicas, particularmente aquellas que mantienen un buen medio para el desarrollo de las raíces (aeración adecuada del suelo, balance hídrico apropiado y nutrición equilibrada). La incidencia de PCF/AF es cada vez menor en plantaciones comerciales obtenidas a partir de semillas de programas en

donde se ha hecho un esfuerzo por identificar y eliminar como padres aquellas palmas que generan progenies más susceptibles.



Fig. 10. Síntomas de antracnosis (*izquierda*) y de anillo clorótico en palmas de vivero

Pudriciones del cogollo

El uso de nombres locales para describir una sintomatología dada, y la falta de evidencia científica para asociarla directamente con un determinado patógeno, ha causado mucha confusión y malas interpretaciones cuando se ha tratado el tema de las pudriciones del cogollo de la palma aceitera en América tropical. Muchas ‘enfermedades’ han recibido diferentes nombres, cuando probablemente todas tienen un origen similar.

Todos los nombres usados hacen referencia a un problema que originalmente es detectado en los tejidos jóvenes de las palmas: pudrición del cogollo, 'spear rots', pudrición letal del cogollo, amarillamiento fatal, amarillamiento letal, pudrición seca de la flecha etc. (Turner 1981; van de Lande 1986; Renard y Franqueville 1989; Swinburne 1993; Chinchilla y Durán 1999). La confusión ha sido mayor cuando se han utilizado nombres, que ya habían sido aceptados para enfermedades totalmente diferentes y de etiología ya conocida, como es el caso del 'amarillamiento letal' y la 'marchitez sorpresiva'. En el primer caso, el 'amarillamiento letal' es una enfermedad del cocotero y otras palmáceas (no de la palma aceitera hasta donde existe información), y asociada a la presencia de 'fitoplasmas'. La 'marchitez sorpresiva' es una enfermedad asociada a la presencia de flagelados (*Phytomonas* sp.) en el floema.

Los términos pudrición del cogollo y similares, han sido usados en forma libre para referirse a una condición, en donde las hojas más jóvenes normalmente desarrollan ‘amarillamientos’ y las flechas se pudren o desecan. Las hojas más viejas normalmente permanecen de apariencia normal. No se ha logrado identificar un patógeno particular como la causa principal e inequívoca de este tipo de problemas, sino que más bien su aparición se asocia a factores ambientales que estresan la planta (factores de predisposición). La evidencia epidemiológica tampoco muestra de forma conclusiva que exista un patógeno como causa de este tipo de problemas (van de Lande 1983; Bergamin et al. 1997).

Las pudriciones en la región del cogollo de la palma aceitera, incluyendo las que causan la muerte de la planta no son endémicas del trópico americano. En verdad, aún la llamada pudrición común de la flecha puede, en algunas ocasiones, matar la planta. En forma más general, la literatura de todos los países en donde se ha cultivado palma aceitera en el mundo, incluye múltiples referencias a distintos tipos de pudriciones y secamientos que afectan los tejidos más jóvenes del cogollo. El resultado final de tales ataques es a veces la muerte de las plantas (Duff 1963; Kovachich 1957; Turner 1981; Watanavanich 1982; Mariau et al. 1992; Swinburne 1993; Chinchilla y Durán 1998). El primer autor ha visto pudriciones del cogollo que causan la muerte de palmas adultas en países como Tailandia y Honduras, en donde el tipo y la secuencia de síntomas ha sido idéntica a las llamadas 'pudriciones letales del cogollo', pero la 'enfermedad' nunca ha adquirido una condición de epidemia en ninguno de estos dos países, lo cual evidencia que no existen patógenos agresivos involucrados, sino condiciones de predisposición particulares.

Por otro lado, 'las pudriciones letales del cogollo', tal y como son conocidas en la mayoría de las áreas de América tropical, no son necesariamente letales, sino que se ha demostrado que lo normal en muchos sitios es que las palmas se recuperen de los síntomas, cuando se ha cambiado la orientación de manejo considerando las necesidades de la planta según el ambiente y el potencial de rendimiento (Chinchilla y Durán 1988, 1999).

Los microorganismos asociados a la mayoría de las pudriciones del cogollo son patógenos secundarios oportunistas. Además, la presencia de estas pudriciones está asociada con condiciones de predisposición similares, por lo cual se podría pensar que son variaciones de un mismo tema, en donde en un extremo está la PCF/AF como una condición relativamente leve, y en el otro extremo está la 'pudrición letal del cogollo'. Entre estos dos extremos existe una multitud de variaciones según el ambiente, el manejo agronómico y el tipo de patógenos secundarios presentes.

Las pudriciones del cogollo de la palma aceitera se encuentran asociadas con varios factores nutricionales, de suelo, climáticos y de manejo agronómico, que se consideran adversos para el buen funcionamiento de la fisiología de la planta. Los elementos más comunes son una baja aeración del suelo, una nutrición desequilibrada y un balance de hídrico alterado. Es común que en áreas afectadas se encuentren situaciones de deficiencia o desequilibrio en el potasio y el fósforo.

Altos contenidos de magnesio y/o calcio en el suelo, el uso de altas dosis de nitrógeno en condiciones de deficiencia de potasio y excesos o déficit hídrico, parecen ser una combinación muy peligrosa. También se han encontrado asociaciones importantes con bajos contenidos de zinc y cobre, y en particular con las relaciones entre el hierro y el manganeso, ya que estos dos últimos elementos están más disponibles en condiciones de aeración pobre del suelo. El hierro puede acumularse en las raíces causando toxicidad, mientras que aparece en condición de deficiencia en el tejido joven aéreo.

El desencadenamiento de los síntomas de la condición conocida en Costa Rica como 'flecha seca' (Fig. 11), que es similar a la pudrición del cogollo en Suramérica, parece estar precedido por una secuencia de eventos que indican la presencia de uno o más tipos de estrés, que han afectado en

forma negativa a las plantas con un crecimiento vigoroso anterior, normalmente asociado a una alta producción de racimos.

La secuencia de eventos (previos, contemporáneos y posteriores) a la aparición de los primeros síntomas de la 'flecha seca' en palmas jóvenes fueron: aborto de inflorescencias, disminución en el porcentaje de frutos normales en el racimo, reducción en el grosor del pecíolo y el largo del raquis, disminución en la cantidad de raíces (principalmente finas), aparición de los síntomas típicos ('amarillamiento' de la parte basal de algunos foliolos basales en hojas jóvenes con o sin secamientos de las flechas), y eventualmente una reducción en el peso promedio y el contenido de aceite del racimo (Albertazzi y Chinchilla, 2005). Algunas de estas tendencias se observaron también en plantas que desarrollaron los síntomas de la pudrición común de la flecha/arqueo foliar (Chinchilla et al. 1997).

Los primeros eventos, incluyendo una reducción en el 'fruit set' que se consideran anteriores a los llamados síntomas iniciales ('amarillamiento' de la parte basal de algunos foliolos basales en hojas jóvenes con o sin secamientos de las flechas) se observaron aproximadamente 5-6 meses antes. Este comportamiento no puede ser fácilmente conciliado con la idea de un patógeno como causa única del problema. El tipo y severidad de los síntomas ('amarillamiento', secamiento y pudriciones) y la rapidez con que las plantas se recuperaron después del ataque se relacionaron con la cantidad de deterioro inicial del sistema radical fino y la habilidad de la planta para restituir sus raíces (Albertazzi y Chinchilla 2005).



Fig. 11. Síntomas de 'flecha seca' (*izquierda*) y 'pudrición del cogollo'

Conclusiones

La investigación para encontrar las causas y soluciones a la mayoría de los problemas fitosanitarios de la palma aceitera en América tropical ha sido particularmente productiva durante los últimos 15 años. En la mayoría de los casos, el enfoque ha sido integral, lo que ha permitido encontrar soluciones prácticas para enfermedades como el anillo rojo y las diferentes pudriciones del cogollo. Una idea central de este enfoque es que la prevención es la primera arma de defensa para mantener una plantación sana. Algunas acciones clave para lograr este propósito empiezan con la obtención de material de siembra (semilla o clones) certificados, el uso de las mejores prácticas agronómicas y un monitoreo permanente de las plantaciones.

Afortunadamente para la industria de la palma aceitera en América, no existe evidencia de que las enfermedades principales del cultivo sean transmitidas en el material de siembra. Esto parece cierto, tanto para enfermedades de vivero como *Colletotrichium gloeosporioides* y el anillo clorótico (potyvirus), así como para enfermedades de las palmas en el campo, tales como el anillo rojo, la marchitez sorpresiva, '*Pestalotiopsis*', y las varias pudriciones del tronco (*Ustilina* sp. y *Ganoderma* sp.). *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, no obstante, es un patógeno que puede ser acarreado en la semilla y el polen, pero solo está presente en zonas localizadas en Ecuador y Brasil, pero está ausente en América Central, y en particular en Costa Rica, en donde se produce la semilla comercial y clones de palma aceitera.

Las pudriciones del cogollo son actualmente el problema fitosanitario de mayor importancia en muchas plantaciones, pero la mayoría de la evidencia acumulada hasta ahora indica que no existe un único patógeno como causa primaria del problema. La mayoría o todos los factores de estrés asociados a la presencia de las pudriciones del cogollo en palma aceitera, han estado presentes en todos los países en donde han aparecido estos problemas en Colombia, Nicaragua, Panamá, Ecuador, Surinam, Brasil, Venezuela, Costa Rica etc. (Chinchilla y Durán 1998, Chinchilla y Durán 1999, Franqueville 2001). Estos factores de estrés o de predisposición deben ser identificados y removidos en forma sucesiva en un intento para disminuir la incidencia, o al menos reducir la severidad de los síntomas y aumentar las probabilidades de que las plantas se recuperen en menor tiempo de los síntomas. La solución final a estos problemas solo vendrá de la investigación, pero posiblemente implique una combinación de buenas prácticas agronómicas acordes con el sitio en donde crezca la palma y su potencial productivo, y el desarrollo de materiales genéticos con tolerancia o algún grado de resistencia a la condición.

Literatura

- Alvarado, A; Chinchilla, C; Bulgarelli, J; Sterling F (1997). Agronomic factors associated with common spear rot in oil palm. ASD Oil Palm Papers, 15: 8-28.
- Albertazzi, H.; Chinchilla, C. 2005. Onset of spear rot symptoms in oil palm and prior (and contemporary) events. ASD Oil Palm Papers, 28:21-41.
- Barboza, R.; Chinchilla, C. 2003. Diseases progress curves and spatial distribution of the red ring/little leaf and charcoal base rot diseases in oil palm. ASD Oil Palm Papers, 26: 33-44
- Bergami, A; Amorin, L; Laranjeira, F; Berger, R; Hau, B (1998). Análise temporal do amarelecimento fatal do dendzeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia, Fitopatol. Bras. 23: 391-396.

- Blaak, G (1970). Epistasis for crown disease in the oil palm. *Euphytica*, 19:22-24.
- Breure, C and Soebago, F (1991). Factors associated with the occurrence of crown disease in oil palm and its effects on growth and yield. *Euphytica*, 54:55-64.
- Bulgarelli, J; Chinchilla, C; Oehlschlager, C (1998). The red ring/little leaf syndrome and *Metamasius hemipterus* in oil palm in Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers*, 18: 17-24.
- Chase, A and Broschat, T (1991). Diseases and disorders of ornamental palms. American Phytopathological Society, U.S.A. 56 p.
- Chinchilla, C (1991). The red ring/little leaf syndrome in oil palm and coconut. *ASD Oil Palm Papers*, 1: 1-17. (Updated in *Palmas*, 13(1): 33-56).
- Chinchilla, C (2001). Chlorotic ring spot (anillo clorótico) and other virus-like symptoms in oil palm: risks for seed transmission. *ASD Oil Palm Papers*, 22: 17-27.
- Chinchilla, C (2003). Integrated management of phytosanitary problems in oil palm in Central America. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 67: 69-82.
- Chinchilla, C and Richardson, D (1988). Four potentially destructive diseases in Central America. Proc. of the 1987 PORIM International Oil Palm Conference -Progress and Prospects. Kuala Lumpur, Malaysia. 23-26 June 1987. p. 468-70.
- Chinchilla, C and Oehlschlager, A (1992). Comparación de trampas para capturar adultos de *R. palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, 29: 28-35.
- Chinchilla, C and Umaña, C (1996). There is no (known) danger of importing palm diseases through oil palm seed imports from Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers*, 13:1-8.
- Chinchilla, C and Durán, N (1998). Management of phytosanitary problems in oil palm: an agronomic perspective. *Palmas*, 19 (número especial): 242-256.
- Chinchilla, C and Durán, N (1999). Nature and management of spear rot-like problems in oil palm: a case study in Costa Rica. Proc. of the 1999 PORIM International Palm Oil Congress -Emerging Technologies and Opportunities in the Next Millennium (Agriculture), Kuala Lumpur, Malaysia. 1-6 February 1999. p. 97-126.
- Chinchilla, C; Menjivar, R; Arias, E (1991). Variación estacional de la población de *Rhynchophorus palmarum* y su relación con la enfermedad del anillo rojo/ hoja pequeña en una plantación comercial de *Elaeis guineensis* en Honduras. *Turrialba*, 40(4): 471-477
- Chinchilla, C; Oehlschlager, A; González, L (1995). Management of red ring disease in oil palm through pheromone-based trapping of *Rhynchophorus palmarum* L. Proc. of the 1993 PORIM International Palm Oil Congress -Update and Vision (Agriculture). Kuala Lumpur, Malaysia. 20-25 September 1993. p. 428-441.
- Chinchilla, C; Oehlschlager, A; Bulgarelli, J (1996). A pheromone-based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* and *Metamasius hemipterus*. *ASD Oil Palm Papers*, 12:11-17
- Chinchilla, C; Salas, A; Castrillo, G (1997). Common spear rot/crown disease in oil palm: effects on growth and initial yields. *ASD Oil Palm Papers*, 16: 1-17.
- Corley, R and Tinker, P (2003) *The Oil Palm*. 4th edition. Blackwell Science Ltd. Oxford. p. 391-422.
- Dollet, M (1984). Plant diseases caused by flagellate protozoa (*Phytomonas*). *Ann. Rev. Phytopatol.* 22:115-132.
- de Franqueville, H (2001). Oil palm bud rot in Latin America: preliminary review of established facts and achievements. CIRAD/BUROTROP, France. 33 p.

- de Franqueville, H and Renard, J (1990). Improvement of oil palm vascular wilt tolerance. Results and development of the disease at the R. Michaux plantation. *Oléagineux*, 45(10): 399-405.
- Duff, A (1963). The bud rot little leaf disease of the oil palm. *J. West Inst. Oil Palm Res.* 4 (14): 176-190.
- Flood, J; Mepted, R; Cooper, R (1990). Contamination of oil palm pollen and seeds by *Fusarium* spp. *Mycological Research*, 94(5): 708-709.
- Genty, P (1966). A new disease in oil palm nurseries in Ecuador. Report to ANCUPA. *Palmas*, 17(1): 19-26.
- Giblin-Davis, R; Oehlschlager, A; Perez, A; Gries, G; Gries, R; Weisling, T; Chinchilla, C; Peña, J; Hallet, R; Pierce, H; González, L (1996). Chemical and behavioral ecology of palm weevils (Rhynchophorinae). *Florida Entomologist*, 79(2): 153-167.
- Griffith, R (1987). Red ring disease of coconut palms. *Plant Dis.* 71(2): 193-196.
- Hagley, E (1965). The mechanism of transmission of *R. cocophilus* by the palm weevil, *R. palmarum*. *Phytopathology*, 55: 117-118.
- Kovachich, W (1957). Some diseases of the oil palm in the Belgian Congo. *J. West Afr. Inst. Oil Palm Res.* 2: 221-229.
- Malaguti, G (1953). Pudrición del cogollo de la palma aceitera Africana en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 3: 13-31.
- Manion, T and Lachance, D (1992). *Forest Decline Concepts*. APS Press. Minnesota. 249 p.
- Mariau, D; van de Lande, H; Renard, J; Dollet, M; Rocha, L; Rios, R; Orellana, F; Corrado, F (1992). Pudriciones del cogollo en palma aceitera, en América Latina. *Sintomatología, epidemiología e incidencia*. *Oléagineux*, 47(11): 605-618.
- Mexzón, R; Chinchilla, C; Castrillo, G; Salamanca, D (1994). Biology and behavior of *Rhynchophorus palmarum* associated with oil palm in Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers*, 8: 14-21.
- Monge, J; Chinchilla, C; Woung, A (1993). Studies on the etiology of the crown disease/common spear rot in oil palm. *ASD Oil Palm Papers*, 7:1-16.
- Monge, J; Vásquez, N; Chinchilla, C (1994). Common spear rot/crown disease in oil palm: anatomy of the affected tissue. *Elaeis*, 62(2): 102-108.
- Morales, J and Chinchilla, C (1991). Estudios poblacionales en *Rhynchophorus palmarum* L. y su relación con la enfermedad del anillo rojo / hoja pequeña en palma aceitera en Costa Rica. *Turrialba*, 40(4): 478-475.
- Oehlschlager, A; Chinchilla, C; González, L (1995a). Optimization of a pheromone-baited trap for the American palm weevil. Proc. of the 1993. PORIM International Palm Oil Congress -Update and Vision (Agriculture). Malaysia, Kuala Lumpur. 20-25 September 1993. p. 645-660.
- Oehlschlager, A; McDonalds, R; Chinchilla, C; Patschke, S (1995b). Influence of a pheromone-based mass trapping system on the distribution of *Rhynchophorus palmarum* in oil palm. *Environmental Entomology*, 24(5): 1005-1012.
- Oehlschlager, A; Chinchilla, C; Castrillo, G; González, L (2002). Control of red ring disease by mass trapping of *Rhynchophorus palmarum*. *Florida Entomol.* 85(3): 507-513.
- Oehlschlager, A; Chinchilla, C; González, L; Jirón, L; Mesón, R; Morgan, B (1993). Development of a pheromone-based trapping system for the American palm weevil. *J. Econ. Entomol.* 86(5): 1381-1392.

- Perez, A; Campos, Y; Chinchilla, C; Oehlschlager, A; Gries, G; Gries, R; Gliblin-Davis, R; Castrillo, G; Peña, J; Duncan, R; González, L; Pierce, H; Mc Donald, R (1997). Aggregation pheromones and host kairomones of West Indian sugarcane weevil, *Metamasius hemipterus* sericeus. J. Chem. Ecol. 23(4): 869-887.
- Renard, J and de Franqueville, H (1989). La fusariose du palmier á huile. Oléagineux, 44(7): 341-349
- Renard, J and de Franqueville, H (1989). Oil palm bud rot. Oléagineux 44 (2):87-92.
- Salazar, L and Chinchilla, C (1989). Caracterización morfométrica de cuatro poblaciones de *Rhadinaphelenchus* sp. obtenidos de *Cocos nucifera* y *Elaeis guineensis*. Nematropica 19:18.
- Schuiling, M and Dinther, J (1981). Red ring disease in the Paricatuba Oil Palm Estate, Pará, Brazil. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie, 91: 154-169.
- Sterling, F and Alvarado, A (1996). Crown disease\common spear rot: genetic differences and effect on initial production. ASD Technical Papers, 12: 18-32.
- Swinburne, T (1993). Fatal yellows, bud rot and spear rot of African Oil Palm. A comparison of the symptoms of these diseases in Brazil, Ecuador and Colombia. The Planter, 69(802): 15-23.
- Turner, P (1981). Oil Palm Diseases and Disorders. Oxford University Press. New York.
- Umaña, C and Chinchilla, C (1991). Corky base rot of oil palm caused by *Ustilina deusta* in Central America. XXXI Reunión Annual de la Sociedad Americana de Fitopatología. División del Caribe, Costa Rica.
- van de Lande, H (1983). Studies on the epidemiology of spear rot in oil palm in Suriname. Ph. D. thesis. Wageningen Univ., Wageningen.
- van de Lande, H (1986). Diseases of fatal character to the oil palm in Surinam and in North Brasil. De Surin. Landb. 34 (1,2,3,): 1 12.
- Watanavanich, P (1982). Oil palm diseases in Thailand. The Oil Palm in the Eighties (Pushparajah and Soon eds.). The Incorporated. Society of Planters. Kuala Lumpur, Malaysia. p 457-460.

Desempeño de dos variedades de palma aceitera (Deli x AVROS y Deli x Ghana) plantadas a diferentes densidades en dos sitios en Costa Rica

Alvarado A¹, Chinchilla C. Ml., Rodríguez J.

Resumen

Se plantaron dos experimentos de densidades en 1990 utilizando dos variedades de palma aceitera (Deli x AVROS (DxA) y Deli x Ghana(DxG) en dos localidades (Pacífico central y sur) en Costa Rica. La zona del Pacífico central (Quepos) es más seca y con más horas luz que la zona sur (Coto). En ambos sitios los tratamientos de densidad se arreglaron en un patrón de abanico, con densidades que variaron desde 98 hasta 231 plantas por hectárea.

El rendimiento promedio anual de fruta por palma y la producción por hectárea fue mayor en DxA en Coto, pero no en Quepos, adonde DxG fue superior. Los máximos rendimientos anuales por palma se obtuvieron en un ámbito de densidades entre 70 y 139 palmas/ha durante los primeros 8 años de producción. En DxA, los mejores rendimientos por hectárea (promedio años 5 a 10) se obtuvieron con 139 palmas y para DxG con 164 palmas/ha.

La primera variable de crecimiento que fue afectada por la densidad (competencia por luz) fue el largo de la hoja (aumentó), y luego se redujo la tasa de emisión foliar. El largo del tronco solo fue afectado en palmas adultas (10 o más años)

Introducción

Los experimentos de densidad variable en palma aceitera fueron propuestos por Goh (1977), en donde se usan parcelas de diferente tamaño con el mismo número de palmas, lo cual tiene la ventaja de una reducción en área utilizada y los costos del experimento cuando se compara con un bloques al azar, por ejemplo. La principal desventaja de estos experimentos es que el arreglo de los tratamientos es sistemático, de manera que no se puede realizar un análisis de varianza convencional, sino que se utilizan análisis de regresión para seleccionar la densidad relacionada con los mejores rendimientos (Goh, 1982). El análisis es luego complementado con una interpretación gráfica de los resultados para seleccionar los mejores tratamientos (densidades).

Smith, Donough y Corley (1996) utilizaron procedimientos similares para interpretar un experimento de densidades en clones de palma aceitera con diferentes características del follaje. Los resultados fueron que la longitud del raquis y el índice de área foliar podían ser tomados como buenos indicadores para determinar la densidad óptima. Donough y Kwan (1991) usaron técnicas de análisis similares para comparar el desempeño de varias variedades plantadas a diferentes densidades en dos sitios y determinar que existía una interacción entre sitio y variedad. Estos autores sugirieron que la cantidad de aceite total producida por área podría ser un mejor indicador de los efectos de la densidad de siembra, dado que la razón de fruto en el racimo se incrementaba con la densidad, lo cual ocasionaba un incremento en la cantidad de aceite

¹ ASD de Costa Rica. Programa de Mejoramiento Genético, a.alvarado@asd-cr.com

producido por área dentro de cierto ámbito de densidades. De igual forma, Breure (1982) mostró en un ensayo de densidad x fertilización, que la longitud del raquis y la tasa de emisión foliar eran afectados por la densidad de siembra cinco años después de la siembra. Este trabajo compara el desempeño de dos variedades comerciales de palma aceitera (Deli x AVROS y Deli x Ghana) plantadas a densidades crecientes en dos localidades y utilizando un arreglo sistemático de abanico.

Materiales y métodos

Se plantaron dos experimentos de densidades crecientes con las variedades Deli x AVROS (DxA) y Deli x Ghana (DxG) utilizando un arreglo sistemático de abanico. Ambas variedades se sembraron en 1990 en dos sitios: Coto (Pacífico sur de Costa Rica) y Quepos (Pacífico central). El ámbito de densidades varió de 98 a 231 palmas por hectárea, pero el ámbito total fue 70 a 326, aunque estos extremos de densidades se usaron únicamente como parcelas borde. En Coto fueron sembradas tres parcelas con seis palmas por densidad, para un total de 18 palmas en cada densidad y variedad. En Quepos se sembraron cuatro parcelas de cada variedad con seis palmas por densidad, lo que da un total de 24 palmas en cada densidad y variedad.

La lluvia promedio anual en Coto es de 3,930 mm, con solo dos meses con lluvias por debajo de 100 mm, por lo cual no existe déficit hídrico o este es muy poco en algunos años. Las temperaturas máximas y mínimas mensuales están en el ámbito deseable para el cultivo (21 - 33 °C). La cantidad de radiación solar puede estar por debajo de lo deseable durante 4-6 meses (<15 Mj/m²). En Quepos, la lluvia anual es similar (3,674 mm), pero existe una estación seca bastante marcada entre diciembre y marzo durante la cual se genera un déficit hídrico estimado en 400 mm. Las temperaturas mensuales medias varían entre un mínimo de 23 °C a un máximo de 31 °C.

El rendimiento de fruta fresca se evaluó durante nueve años en Coto y ocho en Quepos. El crecimiento vegetativo se midió a los 76 (Quepos) y 80 (Coto) meses de edad para comparar las localidades; pero en Coto se evaluó también a los 35, 83 y 133 meses de edad para determinar las variaciones debidas a la densidad. Un promedio de 50 análisis de racimos por densidad se realizaron en Coto a los diez años de la siembra.

Resultados y discusión

Rendimiento

Para facilitar la interpretación de los resultados, se realizó un análisis separando la información dentro de tres ámbitos de densidades: 1) densidades de bajas a "normales" (entre 98 y 164 palmas/ha), 2) densidades altas (entre 164 a 231 plantas/ha, y 3) el ámbito total de densidades (98 a 231 plantas/ha). DxA se desempeñó mejor cuando se plantó a las menores densidades en Coto (baja radiación solar). El rendimiento por palma fue mayor en DxA (124.5 kg vs. 103.7 kg en DxG) en Coto, pero no en Quepos (129.7 kg en Ghana vs. 119.4 kg in AVROS). El rendimiento por palma fue similar para DxA en ambos sitios, pero DxG se desempeñó mejor en Quepos, lo cual es una indicación de su mejor tolerancia al déficit hídrico (Cuadro 1). El ajuste polinomial de los datos muestra las tendencias en la reducción del rendimiento por palma con el aumento en la densidad (Fig. 1).

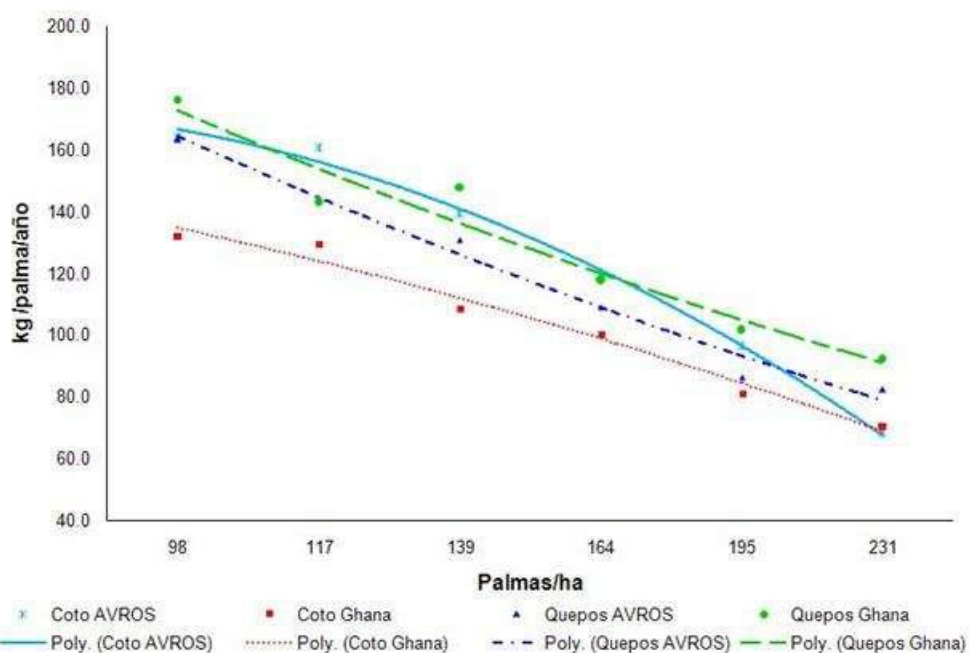


Fig. 1. RFF/palma en dos variedades plantadas a densidades crecientes en dos sitios (Coto y Quepos)

Cuadro 1. Rendimiento de fruta por palma en dos variedades sembradas en dos localidades a varias densidades (promedios de 9 y 8 años en Coto y Quepos, respectivamente)

Densidad	Rendimiento (kg/palma/año)			
	Coto		Quepos	
	AVROS	Ghana	AVROS	Ghana
98	164.0	132.1	163.3	176.0
117	160.4	129.5	144.1	143.0
139	139.0	108.7	130.9	147.5
164	119.2	100.4	109.1	117.8
195	96.3	81.2	86.2	101.6
231	68.0	70.5	52.5	92.2
R ²	0.995	0.979	0.983	0.945
Promedio	124.5	103.7	119.4	129.7
Densidades bajas	145.7	117.7	136.9	146.1
Densidades altas	94.5	84.0	92.6	103.9

Densidades bajas: entre 98 y 164 palmas/ha. Densidades altas: entre 164 y 231 palmas/ha

Densidad óptima según la edad de la palma. La densidad óptima se estimó calculando el máximo rendimiento por palma y por hectárea usando una media móvil para tres años. Los mejores rendimientos por palma se obtuvieron en Coto a densidades menores que en Quepos (70 a 83 palmas/ha en Coto vs. 98 palmas/ha en Quepos); lo cual era esperable para la variedad DxA que creció en forma más vigorosa en Coto. En Quepos el comportamiento de las variedades fue similar en cuanto a rendimiento por planta en el periodo de estudio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Densidad óptima para obtener mejores rendimientos para dos variedades sembradas a densidades crecientes en dos sitios

		Densidad óptima/años después de la siembra								Promedio (años) 5 a 10
		3	4	5	6	7	8	9	10	
Kg/palma/año										
Coto	AVROS	117	117	83	83	83	70	98	70	83
	Ghana	98	70	70	70	70	70	70	70	70
Quepos	AVROS	139	98	98	98	98	98	98	98	98
	Ghana	139	98	98	98	98	98	98	98	98
T/ha (RFF)										
Coto	AVROS	326	326	164	139	164	139	98	164	139
	Ghana	326	326	164	164	164	164	195	195	164
Quepos	AVROS	326	326	231	231	139	117	117	117	164
	Ghana	326	231	231	231	329	326	139	164	231

* Promedio estimado después del año 5 cuando la competencia por luz entre palmas empezó a ser evidente. Los datos se ajustaron a las densidades más cercanas.

Los mejores rendimientos de fruta promedio por hectárea por año se obtuvieron en Quepos a densidades mayores que en Coto (164 a 231 palmas/ha en Quepos vs. 139 a 164 en Coto, como promedio de las dos variedades del año 5 al 10 de edad). En ambas localidades, el rendimiento óptimo para DxG se obtuvo a las densidades mayores (Cuadro 2).

Ambas variedades podrían ser plantadas a densidades mayores en Quepos que en Coto para obtener los mejores rendimientos. Sin embargo, otros factores, además de la densidad de siembra (suelos, déficit hídrico, fertilización, radiación solar etc.) afectan el potencial productivo de una variedad. Estos factores no fueron considerados en este análisis. De cualquier manera, es muy posible que en Quepos, el fuerte déficit hídrico causara una interacción con el factor densidad; la cual no pudo ser evaluada a cabalidad a partir de los datos. Teniendo esto en mente, las densidades óptimas para estas variedades en Coto fueron 139 palmas/ha para DxA y 164 para DxG, lo cual parece razonable y concuerda con el conocimiento actual sobre estas variedades (Breure 2007).

Crecimiento vegetativo

Cuando las palmas tenían seis años y ocho meses de edad en el campo, la longitud de la hoja era más corta en las palmas que crecían a las densidades menores. A esa edad no se notó ningún efecto sobre la altura del tronco (Cuadro 3).

Las diferencias en largo de la hoja entre las dos variedades fue mayor en Coto (108 cm en promedio: 90 cm a las menores densidades y 119 cm a las densidades mayores) que en Quepos (20 cm). El mayor crecimiento correspondió a DxA, particularmente en Coto, región con menos radiación solar, que Quepos, en donde el déficit hídrico parece haber retardado el crecimiento de esta variedad, y no se observaron diferencias notables en crecimiento con respecto a DxG.

Cuadro 3. Altura del tronco y largo de la hoja en dos variedades sembradas a densidades crecientes en dos localidades (Coto:80 meses de edad; Quepos: 76 meses de edad)

Densidad (palmas/ha)	Altura del tronco (cm)				Largo de la hoja (cm)					
	Coto		Quepos		Coto			Quepos		
	DxA	DxG	DxA	DxG	DxA	DxG	dif	DxA	DxG	dif
98	238	197	253	271	687	597	90	667	689	-22
117	250	194	250	276	723	632	91	682	692	-10
139	250	209	240	266	753	635	118	690	713	-23
164	262	196	257	263	761	649	112	686	717	-31
195	265	203	251	277	776	658	118	706	732	-26
231	229	200	247	281	824	705	119	734	743	-9
Promedio	249	200	250	272	754	646	108	694	714	-20

La tasa anual de emisión foliar decreció con la densidad en Coto pero no en Quepos, en donde esta variable fue mayor (28-29 hojas por año vs. 21-24 en Coto) (Cuadro 4).

De acuerdo a lo observado en Coto, la altura del tronco solo se convirtió en un indicador de la competencia por luz cuando las palmas alcanzaron la edad adulta, (Fig. 2). Sin embargo, el largo de la hoja había mostrado claros signos de ser afectada por los tratamientos de densidad en palmas bastante jóvenes. Para la variedad más vigorosa, DxA, el largo de la hoja fue 13-21 % más corto a la densidad de 98 palmas/hectárea, cuando se comparó con las palmas sembradas a 231 palmas/ha. Para DxG, la competencia por luz fue menos fuerte (10 a 16 % hojas más cortas) (Cuadro 5, Fig. 3).

Cuadro 4. Tasa de crecimiento foliar en dos variedades sembradas a densidades crecientes en dos localidades (Coto: 80 meses de edad, Quepos: 76 meses de edad)

Densidad (palmas/ha)	Hojas producidas/año			
	Coto		Quepos	
	AVROS	Ghana	AVROS	Ghana
98	27	22	30	31
117	25	21	30	29
139	24	20	29	28
164	23	22	30	27
195	23	22	27	29
231	23	19	26	26
Promedio	24	21	29	28

Cuadro 5. Cambio relativo en el largo de la hoja en las variedades Deli x AVROS y Deli x Ghana sembradas a densidades crecientes y evaluadas en tres periodos*

Densidad	Meses después de la siembra					
	Deli x AVROS			Deli x Ghana		
	35	89	133	35	89	133
117	1.04	1.05	1.03	1.04	1.06	1.03
139	1.08	1.08	1.09	1.04	1.08	1.03
164	1.09	1.12	1.11	1.03	1.09	1.04
195	1.07	1.13	1.13	1.07	1.11	1.07
231	1.13	1.21	1.21	1.10	1.16	1.10

* % cambios con respecto a los datos de las parcelas sembradas a 98 palmas/hectárea

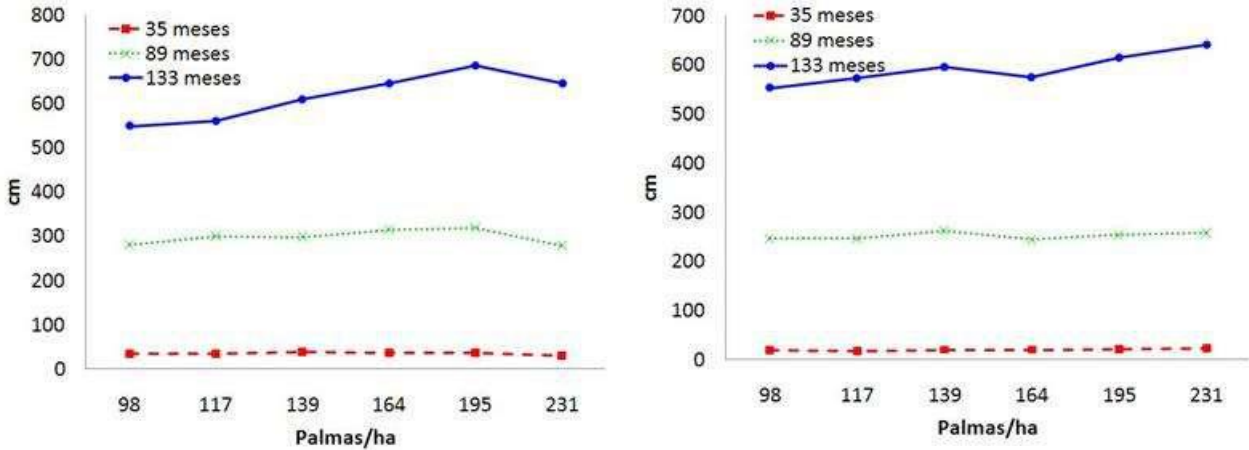


Fig. 2. Altura del tronco (cm) a tres edades en palmas Deli x AVROS (*izquierda*) y Deli x Ghana (*derecha*) sembradas a densidades crecientes en Coto, Costa Rica

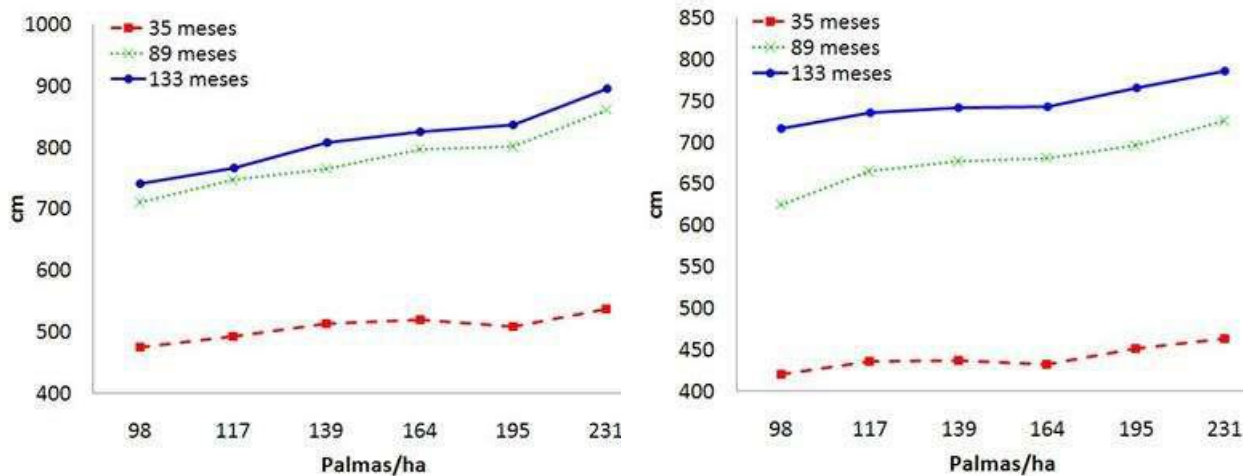


Fig. 3. Largo de la hoja (cm) a tres edades de palmas Deli x AVROS (*izquierda*) y Deli x Ghana (*derecha*) sembradas a densidades crecientes en Coto, Costa Rica

Composición del racimo

La proporción de frutos fértiles y el total de frutos en el racimo se incrementó conforme aumentó la densidad. Este efecto puede deberse a la creación de un ambiente más favorable para la polinización y a la presencia de una mayor cantidad polen (Breure, 1990; Donough y Kwan, 1991). La variedad DxG mostró una mayor relación de aceite en el racimo que DxA (Cuadro 6).

Cuadro 6. Componentes del racimo en dos variedades sembradas a densidades crecientes en Coto, Costa Rica

Densidad	Frutos fértiles /racimo (%)	Frutos /racimo (%)	Mesocarpo /fruto (%)	Almendra /fruto (%)	Aceite/ mesocarpo (%)	Aceite /racimo (%)
Deli x AVROS						
98	64.2	65.2	78.8	10.7	47.0	24.1
117	65.7	68.1	80.0	9.5	43.3	23.5
139	68.1	69.3	82.1	9.3	47.9	27.1
164	65.3	67.2	81.8	9.2	48.9	26.8
195	65.7	67.0	80.1	9.7	45.4	24.2
Promedio	65.9	67.6	80.9	9.6	47.3	25.8
Deli x Ghana						
98	68.4	69.4	78.0	8.7	46.2	25.0
117	69.9	70.7	83.0	6.3	49.5	29.1
139	69.7	71.2	80.5	7.4	48.6	27.9
164	71.2	71.5	79.0	8.1	46.1	26.1
195	71.8	72.7	77.6	8.1	15.2	25.6
Promedio	70.7	71.5	79.5	7.8	46.9	26.7

Conclusiones

La variedad Deli x Ghana mostró algunas características superiores a la variedad estándar Deli x AVROS: mayor tolerancia a la competencia por luz (cuando se sembró a altas densidades; lo cual se debe en parte a sus hojas más cortas, según lo observado en Coto), tolerancia al déficit hídrico y una mayor tasa de extracción de aceite en el racimo.

Los mejores rendimientos económicos de fruta pueden ser obtenidos dentro de cierto ámbito de densidades, pero para una variedad vigorosa como Deli x AVROS, el mejor desempeño se obtuvo con las menores densidades de siembra, particularmente en un sitio con limitaciones de disponibilidad de luz. La densidad estándar de 142 palmas por hectárea o poco menos parece apropiada para esta variedad, pero para un material como Deli x Ghana, con hojas más cortas, la densidad se puede incrementar a 160 palmas/ha.

La primera característica de crecimiento que fue afectada por la competencia por luz con el aumento en la densidad de siembra fue el largo de la hoja, el cual aumentó.

Referencias

- Donough, CR. and Kwan, B (1991). Oil palm planting density: results from trials in Sabah and the possible options. *Planter*, 67:483-507.
- Breure, C.J. (1982) Factors affecting yield and growth of oil palm tenera in West New Britain. *Oleagineaux*, 37 (5): 213-227.
- Breure, C.J. (2007). Deli x Calabar: a new variety for high-density planting. ASD Oil Palm Papers. In press.
- Breure, CJ; Menéndez, T; Powell, MS (1990). The effect of planting density on the yield components of oil palm (*Elaeis guineensis*). *Experimental Agriculture*, 26:117-124.
- Goh, KH (1977). A systematic design for oil palm spacing trials. In *International Developments in Oil Palm* (Earp, DA and Newall, W, eds). Pp 168-182.
- Goh, KH (1982). Analyses of oil palm spacing experiments. In *The Oil Palm in Agriculture en the Eighties* (Pushparajah, E. and Chew, P. S., eds). Pp 393-414.
- Smith, BG; Donough, CR; Coley, RHV (1996). Relationships between oil palm clone phenotype and optimal planting density. In *Proc 1996 PORIM Int Palm Oil Congress* (Ariffin, D et al, eds). Pp 76-86.