

Biología de *Sibine megasomoides* Walker (Lepidoptera: Limacodidae): Observaciones de la plaga en palma aceitera en Costa Rica

Ramón G. Mexzón¹; Carlos Ml. Chinchilla²; Danny Salamanca²

Resumen

La biología de *Sibine megasomoides* fue estudiada en una plantación de palma aceitera en Costa Rica. El ciclo de vida se completó en un promedio de 90 días: la etapa de huevo duró 7 días, la larval presentó nueve estados de desarrollo, que se completaron en 48 días, el estado de pupa tomó 32 días y el adulto vivió por 3 días. Las larvas son defoliadoras de la palma aceitera. Los tres primeros estados raspan la epidermis inferior de la hoja; en el cuarto estado perforan en el sitio raspado, y del quinto al noveno, las larvas consumen todo el foliolo con excepción de la vena central. Los dos últimos estados consumen 85% del follaje necesario para el desarrollo durante la etapa larval. Un incremento poblacional que causó defoliación severa en aproximadamente 185 ha fue estudiado, estimándose en 12 larvas grandes por hoja el nivel crítico de daño. Las medidas de combate se basaron en aplicaciones repetidas de *Bacillus thuringiensis* Berliner var. *kurstaki* y el piretroide deltametrina. Una baja población de enemigos naturales fue evidente durante el ataque. Un aumento en el nivel de parasitismo fue asociado con la siembra y protección de algunas plantas en los espacios abiertos del área afectada, las cuales son atractivas a avispas parasitoides de la plaga. Las hierbas *Amarantus spinosus* L. y *Chamaesyce gossypifolia* Mills. fueron atractivas para *Casinarina* sp., *Cassia reticulata* L. y *Triunfetta semitriloba* L. atrajeron a *Cotesia* spp. Otras especies de plantas, *Baltimora recta* L., *Cassia stenocarpoides* Standley y *Crotalaria* sp. fueron también atractivas para una rica entomofauna (particularmente Chalcididae y Braconidae), que son parte de la población natural reguladora de la plaga.

INTRODUCCION

La siembra de palma aceitera en grandes extensiones ha creado condiciones favorables para la proliferación de algunas especies de insectos asociados anteriormente a palmas silvestres (Genty 1988; Hoong y Hog 1992).

Varios lepidópteros en la familia Limacodidae alcanzan con frecuencia el nivel de plaga: *Euprosterina eleasa* Dyar, *Natadas* pp. y *Sibine* spp. (Genty et al. 1978).

En Costa Rica, *Sibine megasomoides* se asocia con especies silvestres de las familias Heliconiaceae y Musaceae (Harrison 1963) y a cultivos comerciales como banano (Lara 1970). Hasta 1988, las poblaciones de este insecto en palma aceitera habían sido bajas. Sin embargo, en 1989 se detectó un incremento poblacional en el Pacífico Central del país. La ocurrencia de una fuerte defoliación, unida al desconocimiento de la biología del insecto y de las causas del brote, motivaron la realización de este estudio.

¹ Laboratorio de Insectos, Facultad de Agronomía, Univ. de Costa Rica. 2. ASD de Costa Rica, cmlchinchilla@gmail.com

MATERIALES Y METODOS

Larvas de *S. megasomoides* de los tres primeros estados de desarrollo fueron recolectadas en una plantación comercial de palma aceitera propiedad de la compañía Palma Tica, situada en Parrita, Costa Rica, en febrero de 1990.

Grupos de 5 a 10 larvas se colocaron en frascos de vidrio de 250 ml con tapa perforada. Durante el estudio, las condiciones de temperatura y de humedad relativa fueron de 28.0°C (27-29) y de 70% respectivamente. El período diario de luz artificial fue de 12 hr.

Las larvas se midieron con un calibrador ("Vernier") y fueron pesadas en una balanza analítica después de cada muda. Para evaluar la capacidad de defoliación se escogieron 162 larvas, 18 de cada estado de desarrollo y se colocaron individualmente en frascos de vidrio; se les alimentó cada día con dos secciones de hojas de palma aceitera de aproximadamente 2.5 x 5.0 cm. El consumo fue estimado midiendo con un papel milimétrico el tejido sobrante.

El combate químico del insecto se hizo con aplicaciones aéreas de los insecticidas *Bacillus thuringiensis* Berliner var. *kurstaki* (DIPEL 2L, 0.5-0.8 l/ha) y Deltamethrina (DECIS 2.5 EC, 0.025 a 0.45 l/ha) cada uno por separado y en mezcla con Dipel (dosis menor de DECIS).

En los espacios abiertos de la plantación se aplicaron graminicidas y se sembraron ciertas plantas en las que se habían observado especies de avispas parasitoides, algunas de ellas asociadas con *S. megasomoides*.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ciclo de vida

En el laboratorio, el ciclo del insecto duró 90.4 días en promedio, siendo la etapa de huevo de 7 días; la larval de 48.3 días, con nueve estados de desarrollo; la pupal de 32.1 días y la de adulto de 3 días (Cuadro 1).

El huevo es aplanado, transparente y con un reticulado fino. La hembra los deposita en las hojas en grupos de 7 a 15 recubiertos con un mucílago amarillo.

Los huevos eclosionan después de siete días. La larva mide aproximadamente 1.25 mm en el momento de la eclosión y alcanza 24.0 mm al completar su desarrollo. La cabeza se encuentra retraída en el primer segmento torácico; el dorso presenta tres pares de protuberancias (scoli) con espinas o setas venenosas. En cada segmento se observa un par de proyecciones laterales, carnosas, de color rojizo y cubiertas de finas setas urticantes.

En los tres primeros estados, las larvas son de color amarillo y a partir de la tercera muda, son de color verde con los dos extremos del cuerpo marrón oscuro. En la parte media dorsal tienen una mancha ovalada, rodeada de un borde blanco que semeja a una montura, de donde viene el nombre popular de gusano "albardilla". El vientre es de color amarillo pálido en los primeros cinco estados y luego se torna rosado intenso.

Cuadro 1. Datos de la historia de vida de *Sibine megasomoides* en condiciones de laboratorio

Estado de desarrollo	Duración (días)			Mortalidad (%)	Longitud (mm)	Peso (mg)	
	media	Min.	Max.				
Huevo		7	7	9			
Larval	1	5	5	6	28.9	1.25 ± 0.25	0.5 ± 0.2
	2	5	4	6	27.8	2.52 ± 0.50	4.2 ± 3.0
	3	4.6	4	5	0.6	4.97 ± 0.30	6.8 ± 6.1
	4	4.9	3	6	1.9	6.00 ± 0.50	63.2 ± 23.8
	5	5	5	5	3.8	8.25 ± 1.25	167.1 ± 37.0
	6	4.7	3	6	3.8	12.93 ± 1.00	236.6 ± 51.4
	7	5.4	4	9	5	19.00 ± 4.00	388.3 ± 75.1
	8	6.5	6	9	3.1	19.70 ± 2.70	549.0 ± 126.0
	9	7.2	4	8	5.7	24.00 ± 2.50	1028.6 ± 474.0
Pupa	32.1	28	38	8.8			
Adulto	3	1	5				
Total	90.4	74	112				

La cubierta pupal mide 9-10 x 12-15 mm, es coriácea, de forma ovalada, es de color café claro y envuelta en una masa difusa de hilos urticantes, que probablemente la protege de los depredadores.

Los adultos de ambos sexos son de coloración marrón oscuro; las alas anteriores son sub-trianguulares y más oscuras que las posteriores. En las alas anteriores hay tres puntos color oro. En reposo las alas forman un techo sobre el abdomen y las alas posteriores yacen cubiertas por las anteriores. El macho, de una envergadura de 28-34 mm, tiene las antenas fasciculadas y las alas en reposo no cubren completamente el abdomen. La hembra, de una envergadura de 40-52 mm; tiene las antenas filiformes y las alas cubren el abdomen.

Comportamiento

El período de ovoposición dura de 2 a 3 días, durante los cuales la hembra deposita grupos de 7-15 huevos, empezando unas 24 horas después de la copulación. Durante el primer día pone alrededor de 20 masas de huevos pero la ovoposición declina en los días siguientes. En otras especies del género como *S. apicalis* Dyar, la hembra descarga 26 masas de 1 a 14 huevos con un

total aproximado de 324 huevos (Harrison 1963). En *S. fusca* Stoll la mariposa deposita 49 masas con un promedio de 34 huevos por masa (Genty 1972).

Las larvas recién emergidas permanecen en el sitio de incubación y se alimentan con los restos de la ovoposición. Después de la primera muda, empiezan a raspar la epidermis inferior de los folíolos, y una vez pasada la tercera muda perforan en el sitio raspado. Las larvas del quinto al noveno estados comen a partir del borde de los folíolos y luego avanzan hasta dejar sólo la vena central.

Las larvas del octavo y noveno estados consumen 85% del tejido foliar necesario para completar toda la etapa larval. Entre el cuarto y noveno estados las larvas crecen rápidamente y en 28 días su longitud y peso se multiplican por un factor de 4 y 16, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Capacidad de consumo promedio de larvas de *Sibine megasomoides* en condiciones de laboratorio

Estado de desarrollo	Duración (días)	Area foliar consumida (cm ²)	Consumo diario (cm ²)	Larvas por hoja	No.de larvas que causan 20% defoliación
primero	5.0	1.30	0.26	111.50	4,461.5
segundo	5.0	2.02	0.40	71.78	2,871.3
tercero	4.6	4.20	0.91	31.76	1,270.5
cuarto	4.9	13.25	2.70	10.72	429.0
quinto	5.0	34.06	6.81	4.26	170.3
sexto	4.7	34.42	7.32	3.96	158.4
sétimo	5.4	125.00	23.14	1.25	50.1
octavo	6.5	592.00	91.07	0.31	12.7
noveno	7.2	621.70	86.34	0.33	13.4
Total	48.3	1,427.95	218.95		

Previo a cada muda, la larva deja de alimentarse y permanece inmóvil. Al completar la muda consume los restos del tegumento. Las larvas son muy activas durante el día, y como una forma de evaluar su actividad diaria se colocaron pedazos de tela debajo y alrededor de las palmas afectadas para recolectar los excrementos cada dos horas. Se encontró que entre las 14.30 y 16.30 hr y, en menor grado, entre las 20.30 y 22.30 hr, las larvas excretaron la mayor cantidad de heces, lo cual es un indicativo de los momentos de mayor actividad (Valverde 1990).

Las larvas son gregarias, pero se tornan solitarias a partir del sétimo estado. Antes de la pupación, permanecen unas 24 hr inmóviles y sin alimentarse, luego secretan una serie de hilos de seda muy urticantes para protegerse mientras construyen una cubierta coriácea.

El adulto es una polilla que permanece quieta durante el día, pero es muy activa en la noche. Las mariposas exhiben un vuelo vigoroso pero no muy coordinado.

Se observó que son atraídas por la luz artificial en la noche. No tienen piezas bucales funcionales. Se les ha observado cuando caen al piso de la plantación y mueren después de varias convulsiones al cumplir su ciclo de vida.

Daños causados y medidas de combate

En febrero de 1990 fue afectada un área de 75 ha de palmas de 10 años de edad. En el foco del ataque (20 ha) la defoliación ocurrió en aproximadamente dos tercios del follaje, en los estratos inferior y medio.

La población promedio en la hoja 17 fue de 36.8 larvas, de las que 78.4% fueron de los tres primeros estadios de desarrollo.

En condiciones de laboratorio, el umbral económico de daño se fijó arbitrariamente en 10 larvas del cuarto estadio o mayores por hoja. Esta cantidad causó una defoliación cercana a 20%, la cual se consideró como la máxima permisible (Cuadro 2).

Las pérdidas económicas causadas en dos años de defoliaciones no fueron medidas, sin embargo éstas se consideran importantes por la disminución en el rendimiento de las plantas, por las labores de fertilización adicionales y por la poda de las hojas dañadas. Wood (1982), considera que el ataque de un defoliador puede causar pérdidas de hasta un 50% en la producción y la recuperación de las palmas puede requerir hasta dos años. Hoog y Hoh (1992) estimaron que una defoliación del 60% causada por el limacódido *Setora nitens*, causó una pérdida de 27 t/ha de fruta fresca en los 30 meses posterior al ataque.

Enemigos naturales

Al inicio del incremento poblacional observado en 1989, las larvas de *S. megasomoides* fueron depredadas principalmente por el chinche pentatómido, *Mormidea ypsilon* F., y en menor grado por *Podisus* sp. y *Alcaeorrhynchus grandis* F. (Chinchilla 1989; obs. pers.) (Fig.1).

Tales especies de depredadores fueron también observadas en brotes de *Opsiphanes cassina* Felder en Parrita y de *Stenomoma cecropia* Meyrick en Quepos. En el brote de *S. cecropia* la mayoría de la población de *M. ypsilon* estaba en la etapa de ninfa y fue común observar entre 2 y 6 ninfas por cada adulto de *S. cecropia* (Mexzón y Chinchilla 1991). Durante el ataque de *S. megasomoides* ocurrido a inicios de 1990, los chinches mencionados no se encontraron en el foco del ataque, pero si se observaron en pequeños brotes de *Automeris* sp. y *S. fusca* en una plantación cercana .

Los principales parasitoides de *S. megasomoides* en orden decreciente de importancia fueron *Casinaría* sp., *Cotesia* sp. (Fig.2) y algunas especies de moscas tachínidas. Genty et al. (1978) mencionan que este complejo parasitario es el mismo de *S. fusca* y otros limacódidos.

Casinaría sp. ataca larvas jóvenes de quinto y sexto estado. El parásito parece estar sincronizado endocrinamente con el huésped, porque cuando la oruga va a pupar, la larva parásita ha completado su desarrollo, rompe el tegumento del huésped y forma su pupario externamente. Tal

sincronización ha sido también observada en varios Braconidae e Ichneumonidae (Beckage 1985).

En el caso de *Cotesia* sp., la hembra oviposita sobre las larvas de sétimo a octavo estados de desarrollo. Genty (1984) observó que esta avispa completa su desarrollo en *S. fusca* en 10 a 14 días y que emergen de 100 a 250 avispas de cada larva.

La larva del parasitoide emerge de la oruga huésped a través del tegumento y teje un estuche de seda blanco. Después de siete días, las avispas emergen sincronizadamente en unos 5 minutos (Mexzón y Chinchilla 1991).

Otras causas de mortalidad

Durante una generación cerca del 80% de las pupas recolectadas en los tallos de las palmas se encontraron infectadas por un hongo similar a *Paecilomyces* sp. Una gran cantidad de larvas mostraron síntomas de una infección viral identificada como una poliedrosis citoplasmática. Los síntomas fueron decoloración, pérdida de la movilidad, pérdida del apetito, flacidez y secreciones por la boca y el ano.

En América tropical se han identificado virus de Densonucleosis en *S. fusca* (Genty y Mariau 1975), *S. pallescens* Stoll (Luchini et al. 1984) y en *Sibine* sp. (Mexzón y Chinchilla 1991); de Poliedrosis nuclear en *Euprosterina elaeasa* Dyar y de Granulosis en *Mesocia pusilla* Dyar (Mariau y Desmier de Chenon 1990). Estos virus son específicos, lo cual los hace muy valiosos desde el punto de vista del manejo de plagas, porque se pueden aplicar artificialmente como bio-insecticidas sin el temor de causar daños a otras especies (Desmier de Chenon et al. 1987).

S. megasomoides como plaga como plaga

Es muy probable que disturbios en el medio que afectaron las poblaciones de sus enemigos naturales, provocaran el notable incremento poblacional observado en *S. megasomoides*. Una posible causa de este disturbio pudo ser el uso intensivo de herbicidas e insecticidas en campos de arroz y melón cercanos, que fueron sembrados en forma alterna. La abundancia de flores y de frutos de desecho en el cultivo del melón pudieron atraer la entomofauna de las cercanías, incluyendo la de la palma.

En las plantaciones adultas de palma aceitera, la fauna auxiliar puede ser escasa, por la falta de vegetación que les proporcione recursos alimentarios y hábitats favorables. Algunas especies vegetales del estrato herbáceo de las plantaciones, son atractivas para himenópteros que parasitan plagas de la palma aceitera. Las formas adultas de los parasitoides se alimentan de las secreciones de glándulas extraflorales o del polen de las malezas (Altieri 1987; Delvare y Genty 1992), donde las hembras obtienen posiblemente aminoácidos esenciales para la fertilización de sus huevos, como ha sido informado en otras especies de parasitoides (Syme 1975). Por otra parte, de manera general, existe una correlación entre la eliminación



Fig. 1 Larva de *Sibine megasomoides* atacada por un chinche pentatómido



Fig. 2 Larvas de *Sibine megasomoides* parasitadas por una avispa (*Cotesia* sp)

de la cobertura vegetal que alberga la fauna benéfica (por uso de herbicidas o aumento de la sombra) y el incremento en el uso de insecticidas para controlar las plagas resultantes (Syed y Shah 1986; Hoong y Hoh 1992).

En el área donde se situó el foco del ataque, se asperjaron herbicidas graminicidas en los espacios abiertos donde penetraba la luz solar. En estos sitios se estableció una vegetación melífera abundante compuesta por *Borreria* sp., *Hamelia patens* L., *Scleria melaleuca* Schlecht y Cham. y una verbenácea sin identificar. *S. melaleuca* concentró una abundante fauna de Braconidae y Chalcididae.

Otras plantas como *Amarantus spinosus* L. y *Chamaesyce gossypifolia* Mills. son atractivas para *Casiniaria* sp. Especies tales como *Cassia stenocarpoides* (Standeley) Britton, *Baltimora recta* L. y *Crotalaria* sp. atraen una abundante fauna benéfica. Así mismo dos arbustos de porte alto: *Cassia reticulata* L. y *Triunfetta semitriloba* L., son atractivas para braconidos (Mexzón y Chinchilla 1991; Mexzón 1992). Aunque no es posible establecer una relación de causa y efecto, el establecimiento de las plantas referidas se asoció con una reducción de la población de la plaga, aún en áreas donde no se aplicó insecticidas.

Algunas de estas especies vegetales son anuales y después de fructificar desaparecen. Además, algunas de ellas sólo son atractivas durante la floración. Con especies que son perennes y atractivas por sus glándulas extra-florales, hay mayor probabilidad de mantener una entomofauna benéfica residente más estable.

LITERATURA

- ALTIERI, M.A. 1987. Significado de las interacciones entre malezas e insectos en los agroecosistemas tradicionales de los trópicos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 2:1-15.
- DELVARE, G.; P. GENTY 1992. Interés de las plantas atractivas para la fauna auxiliar de las plantaciones de palma en América tropical. Oléagineux 47 (10):551-558.
- DESMIER DE CHENON, R.; D. MARIAU; P. MONSARRAT; G. FEDIERE; A. SIPAYUNG 1987. Research into entomopathogenic agents of viral origin in leaf-eating Lepidoptera of the oil palm and coconut. In Proceedings of the 1987 Intl. Oil Palm/Palm Oil Confer. PORIM, Malaysia. p.471-479.
- GENTY, P. 1972. Morfología y biología de *Sibine fusca* Stoll, lepidóptero defoliador de la palma de aceite en Colombia. Oléagineux 27 (2):65-71.
- GENTY, P. 1984. Estudios entomológicos con relación a la palma aceitera en América tropical. Palmas (Bogotá) 5(1):22-31.
- GENTY, P. 1988. Manejo y control de plagas de la palma africana. In Problemas Fitopatológicos de la Palma Africana. B. Ramakrishna, ed. VI Seminario. IICA-ID-Prociandino, Quito, Ecuador. 190 p.
- GENTY, P.; R. DESMIER DE CHENON; J.P. MORIN 1978. Las plagas de la palma aceitera en América Latina. Oléagineux (número especial) 33(7):324-594.
- HARRISON, J.O. 1963. On the biology of three anana pests in Costa Rica. Ann. Entomol. Soc. Am. 56:87-94.
- HOONG, H.W.; K.Y. HOH CRISTOPHER 1992. Major pests of oil palm in Sabah. The Planter (Malaysia), 68(793):193-210.

- LARA, F. 1970. Problemas y procedimientos bananeros en la Zona Atlántica de Costa Rica. Trejos Hnos. San José, Costa Rica. 278p.
- LUCHINI, F.; J.P. MORIN; R.L. ROCHA DE SOUZA; E.J. DE DIMA; J.C. DE SILVA 1984. Inimigos naturais de *Sibine* spp., *Sibine nesea* e *Euprosterina elaeasa* (Lep., Limacodidae) constatados em plantacoes de dende, *Elaeis guineensis*, nos estados do Pará, do Amazonas e da Bahia. EMBRAPA, Centro Nal. de Pesquisa de Serengueira e dende. 22: 1-4
- MARIAU, D.; R.DESMIER DE CHENON 1990. Importance of the role of entomopathogenic viruses in oil palm leaf-eating Lepidoptera species. Prospects for developing biological control methods. *Oléagineux* 45(11):487-491.
- MEXZON, R.G. 1992. Insectos visitantes de malezas: manejo y conservación de la vegetación para incrementar los enemigos naturales de plagas de la palma aceitera. 1er Congr. Centroamericano de Entomología y Combate Natural de Plagas, Costa Rica. 14p.
- MEXZON, R.; CHINCHILLA, C. 1991. Entomofauna perjudicial, enemigos naturales y malezas útiles en palma aceitera en América Central. *Manejo Integrado de Plagas(Costa Rica)*. 20/21:1-7.
- SYED, R.A.; J. SHAH 1976. Some important aspects of insect pest management in oil palm estates in Sabah, Malaysia. In *Intl. Developments in Oil Palm*. D.A. Earp & W. Newall eds. The Incorporated Soc. of Planters, Malaysia. p. 577-590.
- SYME, P.D. 1975. The effects of flowers on the longevity and fecundity of two native parasites of the european pine shoot moth in Ontario. *Environ. Entomol.* 4:337-340.
- VALVERDE, V.H. 1990. Evaluación de la actividad diaria de larvas de *Sibine megasomoides* en palma aceitera. *Palma Tica*. Palm Research Program, Quepos. Comunicación personal.
- WOOD, J. 1982. The present status of pests on oil palm estates in South Asia. In *The oil palm in agriculture in the eighties*. Pushparajah, E. and C.P. Sooh, eds. The Incorporated Soc. of Planters, Malaysia. p. 499-518.

Un sistema de trampeo para *Rhynchophorus palmarum* y *Metamasius hemipterus* basado en el uso de feromonas

C. Chinchilla¹, C. Oehlschlager y J. Bulgarelli

Introducción

El picudo de la palma o gualpa (*Rhynchophorus palmarum*) es considerado el principal vector del síndrome del anillo rojo/hoja pequeña en palma aceitera y cocotero (Griffith 1987; Chinchilla et al. 1993). No obstante, en Colombia (Calvache et al. 1995) se ha involucrado a *Metamasius hemipterus* en la transmisión del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, agente causal de la enfermedad. El papel de *M. hemipterus* como transmisor del nematodo no ha sido demostrado en Costa Rica (C. Chinchilla et al. datos sin publicar)

El combate de la enfermedad se logra mediante una combinación de prácticas para reducir el potencial de inóculo (eliminación de palmas enfermas) y la población del (o los) insecto (s) vectores. Esto último se logra reduciendo los sitios en donde se reproduce el insecto (palmas con heridas y pudriciones), y atrayendo los adultos a trampas en donde son eliminados.

El uso de la feromona de agregación de *R. palmarum* en trampas con una fuente de alimento (generalmente caña de azúcar), se ha convertido en un arma muy valiosa para el manejo del anillo rojo a nivel comercial (Chinchilla et al. 1993; Oehlschlager et al. 1993). En Costa Rica, por ejemplo, se inició en 1992 un programa de manejo del anillo rojo, que incluyó el trampeo masivo de *R. palmarum*, con lo cual se logró reducir en dos años la incidencia de la enfermedad a menos de 10 % del nivel inicial. La reducción de la enfermedad estuvo estrechamente relacionada con una caída altamente significativa en el número de capturas de *R. palmarum*, en trampas que utilizaban la feromona de agregación y caña de azúcar como fuente de alimento para el insecto (Figs. 1 y 2).

¹ ASD de Costa Rica, cmlchinchilla@gmail.com. 2. Chem Tica S.A., Apdo. 159-2150, Costa Rica

Arqueo foliar / pudrición común de la flecha en palma aceitera: diferencias genéticas y efecto sobre la producción inicial

F. Sterling, A. Alvarado¹

RESUMEN

A fin de evaluar el efecto del genotipo y diferencias en condiciones ambientales, sobre la presencia del síndrome Arqueo foliar/Pudrición común de flecha en palma aceitera, se efectuaron varios ensayos en las regiones del Pacífico Central (Quepos) y Pacífico Sur (Coto) de Costa Rica. Entre los años 1986 y 1990 fue recopilada información de incidencia de la enfermedad y de producción de racimos en palmas de 1 a 6 años de edad. Se estudió el efecto genético sobre el desarrollo de la enfermedad y se comparó su comportamiento bajo dos condiciones ambientales. Se determinaron además los períodos de máxima incidencia y el efecto de los síntomas característicos, arqueo foliar (AF), pudrición común de la flecha (PCF) y el síndrome AF/PCF sobre la producción de las plantas. Se encontró mayor susceptibilidad al síndrome AF/PCF en cruces intra-origen (AVROS x AVROS, Deli x Deli) que en cruces inter-origen (Deli x AVROS, Deli x Ekona, Deli x Calabar). Progenies idénticas ubicadas en las dos localidades mostraron respuestas distintas en incidencia; las cuales pueden ser atribuidas a las diferencias en las condiciones ambientales.

La incidencia de AF/PCF alcanzó un pico entre los 13 y 16 meses después del trasplante, el cual, correspondió al inicio de la época lluviosa.

Al relacionar los diferentes síntomas de la enfermedad con la producción de racimos, se observó que cuando predominó la presencia de AF existió un mayor efecto detrimental sobre el rendimiento de las palmas afectadas, que cuando los signos fueron PCF o AF/PCF. La aparición temprana de la enfermedad en cualquiera de sus posibles manifestaciones tuvo como consecuencia una mayor reducción de la producción, mientras que su aparición después de los cuarenta meses tuvo muy poco efecto sobre el rendimiento.

INTRODUCCION

El arqueo foliar es la más frecuente de las alteraciones del patrón normal de crecimiento en la palma aceitera durante su estado de desarrollo juvenil. El doblamiento del raquis, de donde deriva el nombre, la condición y la destrucción total o parcial de los foliolos en la región cercana al sitio del arqueamiento, constituyen los síntomas más típicos de la enfermedad (Kovachich 1957; Chinchilla 1987a, 1987b; Monge et al. 1992).

Este desorden ha sido plenamente descrito por diversos autores (Kovachich 1957; De Berchoux y Gascon 1963; Turner y Gillbanks 1974) que coinciden en la caracterización de la mayoría de los síntomas. Soh (1969) encontró que la enfermedad no era de carácter letal en sí misma, pero predisponía a las palmas a la Pudrición común de la flecha, afectando además el potencial de

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

producción de racimos. Chinchilla (1987a) y Monge et al. (1992, 1993) mencionan que los síntomas de la pudrición común de la flecha se asocian con los de arqueo foliar.

Aunque se ha sugerido la participación de algún agente biológico en el desarrollo de la anomalía (Turner y Gillbanks 1974; Monge et al. 1992), se ha presentado evidencia de que la predisposición al 'arqueo foliar/pudrición común de flecha' (AF/PCF) está regulada genéticamente, y responde a la expresión de un gene en su forma recesiva (De Berchoux y Gascon 1963). Este mecanismo hereditario fue confirmado posteriormente por Blaak (1970), quien agregó la posibilidad de que exista un inhibidor que modifica la expresión del gene responsable de la herencia del AF/PCF.

El mecanismo hereditario propuesto por los autores citados, indica que la enfermedad se podría eliminar con relativa facilidad utilizando progenitores resistentes. Sin embargo, la utilización a nivel comercial de tales materiales no se ha generalizado debido a la poca importancia atribuida a esta afección, debido a su carácter transitorio, y porque existe un efecto poco tangible sobre la producción de racimos, una vez que la planta se recupera. A esto se suma el desconocimiento de un agente causal y de las condiciones ambientales que propician la aparición del mal, lo que impide la definición de métodos rutinarios que garanticen la identificación de las líneas parentales resistentes.

En el presente trabajo se estudió el grado de afección mostrado por diversos materiales genéticos sembrados en dos localidades, los períodos donde ocurrió la máxima incidencia de la enfermedad y el efecto de ésta sobre la producción.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo entre los años 1986 y 1992 en las áreas experimentales pertenecientes al Programa de Investigaciones en Palma Aceitera de ASD Costa Rica situadas en Coto y Quepos, en las regiones del Pacífico Sur y Pacífico Central de Costa Rica, respectivamente. Las condiciones climáticas de ambas regiones se resumen en el Cuadro 1.

Las evaluaciones sobre la incidencia del síndrome Arqueo foliar/Pudrición de la flecha se realizaron a partir del primer año de siembra, con intervalos de 3 - 4 meses y durante un período de 8 a 64 meses en los experimentos sembrados desde 1983 a 1990 en la División de Coto, y en 1987 en la División de Quepos. De la información tomada en progenies idénticas sembradas en las dos localidades, se realizaron comparaciones de la incidencia del síndrome AF/PCF entre ellas. Basándose en la manifestación inicial de los síntomas, las plantas se clasificaron en tres categorías:

- Plantas con Arqueo foliar (AF); aquellas que en el momento de la evaluación mostraron el síntoma característico del arqueo de las hojas. Las plantas en esta categoría mostraron grado variable de necrosis en sus foliolos, algunas veces apenas perceptible.
- Plantas con pudrición común de la flecha (PCF); las que mostraron pudrición húmeda extensiva en las hojas jóvenes sin presentar arqueo.
- Plantas con el complejo Arqueo foliar - pudrición de la flecha (AF-PCF); plantas en las cuales se presentaron ambos tipos de síntomas claramente visibles.

Cuadro 1. Condiciones climáticas en Coto y Quepos, Costa Rica

Mes	Lluvia		Humedad relativa		Minima		Temperatura Media		Máxima		Radiación solar		Brillo solar	
	Coto	Quepos	Coto	Quepos	Coto	Quepos	Coto	Quepos	Coto	Quepos	Coto	Quepos	Coto	Quepos
JAN	95	58.3	82.1	83.6	19.7	21.5	26.2	26.3	32.7	31.3	471.2	570.3	8.1	7.6
FEB	83.9	28.9	79.2	82	19.4	21.7	26.4	26.8	33.4	31.9	495.6	577.4	8.7	8.5
MAR	114.3	59.8	80.7	81.4	20.6	22.3	27.3	27.2	34	32	527.8	667.7	7.6	8.6
APR	235.2	140.6	84.2	83.6	21.7	23.3	27.5	27.8	33.4	32.2	462.8	598.2	5.8	7.3
May	389.2	371	86.9	87.9	21.9	23.2	27	27.2	32.2	31.2	415.4	535.8	4.9	5.1
JUN	445.7	416.5	88.1	88.4	22.1	23.2	27	27	31.9	30.7	412.5	498.5	3.9	4.1
JUL	459.5	373.1	88.2	87.7	21.6	22.7	26.5	26.7	31.5	30.8	427.8	497.4	3.8	4.3
AUG	530.2	465.3	88.1	88.3	21.3	22.7	26.4	26.5	31.5	30.4	459.6	507.5	3.9	4.4
SEP	512.3	511.6	88.6	88.4	21.5	22.8	26.4	26.6	31.2	30.3	412.5	511.9	3.9	4.6
OCT	633	512.8	89	87.7	21.6	22.4	26.4	26.2	31.2	30	396.8	510.3	4	4.7
NOV	446.7	317.2	88.6	88	21.5	22.4	26.3	26	31.2	29.6	365.2	464.3	5	4.4
DEC	171.6	133.6	85.6	86	20.9	22.1	26.2	26.4	31.6	30.8	382.1	503.5	6.3	5.8
Total	4116.7	3388.7	85.8	86.1	21.2	22.5	26.6	26.7	32.2	30.9	5229.2	6443	5.5	5.8

En el estudio se incluyeron líneas Deli, Ekona, Calabar, AVROS, Dami composite e introducciones silvestres como Bamenda y Tanzania, principalmente, según se detalla en el Cuadro 2.

Una vez obtenidos los datos de incidencia, se clasificó la información según la edad para determinar los períodos de mayor frecuencia de aparición de la enfermedad.

Por último, para determinar el efecto de la condición sobre la producción de racimos, se utilizó la información recopilada de AF/PCF entre agosto de 1986 y agosto de 1990, en ocho experimentos sembrados en Coto en 1985. En cada experimento se registró el rendimiento por planta, evaluando el número y peso de los racimos producidos durante 36 meses desde el inicio de la cosecha. Esta información fue luego relacionada con la incidencia de AF, PCF o AF/PCF.

Las plantas fueron además agrupadas según el momento de aparición del mal, de la siguiente forma: inicial (14 a 23 meses), media (24 a 39) o tardía (40 a 63 meses). La producción de cada categoría fue comparada con la producción de las palmas sanas.

RESULTADOS Y DISCUSION

De Berchoux y Gascon (1963), encontraron considerables diferencias en el nivel de susceptibilidad al síndrome AF/PCF al comparar materiales de siembra de origen distinto, siendo notoriamente mayor la incidencia en los materiales Deli dura, contrario al alto grado de resistencia mostrada por los derivados de origen La Mé.

Las diferencias en el grado de susceptibilidad en las líneas genéticas sembradas en Coto se resume en el Cuadro 3. Los cruces entre individuos de una misma población (intra-origen) presentaron elevada frecuencia de palmas enfermas. Las tres progenies de origen AVROS

(BM119 x BM119) fueron las más susceptibles con un 29.76% de incidencia; en la población Deli dura el grado de susceptibilidad fue también muy alto, 14.2% de las palmas presentaron los síntomas de AF/PCF.

Cuadro 2. Ordenamiento de las progenies según el grado de susceptibilidad al síndrome del ‘arqueo foliar/ pudrición común de flecha

Origen	Cruces
Deli x Deli	68
Deli x AVROS	74
Deli x Ekona	23
Deli x Nigeria (Calabar y otros)	26
Deli x Dami compuestos	19
Deli x Tanzania	13
Deli x URT	2
Bamenda x AVROS	6
Bamenda x "varios"	6
Ekona x AVROS	11
Ekona x "Ekona"	13
Ekona x varios	9
Dami x compositae	8
URT (Ulu Remis, <i>tenera</i>)	1
Calabar x Calabar	7
Calabar x "varios"	6
Tanzania x AVROS	12
Tanzania x Tanzania	3
Tanzania x Ekona	7
Tanzania x "varios"	5
<i>E. oleifera</i>	30
<i>E. guineensis</i> OP	11
Progenies de origen compacto	28
AVROS x AVROS	3
Deli/AVROS/Dumpy	9

En los cruzamientos entre individuos de poblaciones diferentes (inter-origen), la frecuencia de la condición fue menor. En los materiales Deli x Calabar solo 0.86% de las palmas se vieron

afectadas y en las progenies de origen Kigoma x AVROS, únicamente 0.75%. Las líneas de mayor difusión comercial como Deli x AVROS y Deli x Ekona presentaron niveles de incidencia muy similares entre sí, en ambos casos inferiores al 5% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Incidencia acumulada (%) de ‘arqueo foliar/pudrición común de flecha’ en progenies de palma aceitera de diferente origen genético. Primeros 36 meses de edad en el campo

	N° de progenies			N° de palmas	% de incidencia
	Total	Afectadas	Sanas		
Deli x Deli	75	68	7	5236	14.21
Deli x URT	1	1	0	461	3.97
Deli x BM119	78	50	28	4363	3.65
Deli x Ek	16	13	3	1282	4.73
Deli x Cal	23	6	17	11880	0.86
BM119 x BM119	3	3	0	174	29.76
BM119 x Ek	19	5	14	729	3.7
BM119 x Kigoma	7	5	2	617	0.75
Ek x Ek	12	6	6	834	6.22

URT = Ulu Remis *tenera*, BM119 = AVROS, Ek = Ekona. Kigoma = colecciones silvestres en Tanzania

Soh (1969), determinó una mayor incidencia de arqueo foliar en progenies Deli dura de origen Elmina con relación a otras sub-poblaciones Deli dura como Ulu Remis y Johore Labis. Las progenies plantadas en Coto, provenientes de cruces Deli x Deli fueron reagrupadas de acuerdo a su genealogía (Cuadro 4). Según dicha clasificación, las palmas que poseen algún grado de participación de ancestros BM20 y BM8 provenientes a su vez de la población Elmina (Rosenquist 1985), mostraron un mayor grado de susceptibilidad. Asimismo, en progenies comerciales Deli x AVROS, la incidencia fue mayor conforme aumentó la participación de los progenitores maternos BM8 y BM20 en la composición genealógica de las descendencias *tenera* estudiadas (Cuadro 5).

En el Cuadro 6 se muestran las familias que presentaron mayor grado de incidencia de AF/PCF. Se observa que progenies de cruces que involucran a la misma palma (ej. HC133:1286D) muestran un alto grado de incidencia, lo que hace notorio el fuerte componente genético en la naturaleza del trastorno. Estas observaciones concuerdan con las de Soh (1969), De Berchoux y Gascon (1963) y Blaak (1970).

Aunque se sabe que existen respuestas diferentes de un mismo genotipo bajo condiciones ambientales disímiles (Breure y Soebagjo 1991; Monge et al. 1992) los cruces indicados en el Cuadro 6 pertenecen a experimentos sembrados en distintos años, lo cual reduce la posibilidad de que el síndrome AF/PCF sea únicamente producto de la respuesta de la palma de aceite a condiciones específicas, y reafirma el fuerte componente genético en el desarrollo de la enfermedad.

Cuadro 4. Incidencia acumulada (%) de ‘arqueo foliar/pudrición común de flecha’ en progenies Deli *Dura* agrupadas por pedigrí

	N° de progenies			N° de palmas	% de incidencia
	Total	afectadas	Sanas		
UR435 x UR424 *	26	24	2	1542	9.6
(UR424 15 x UR435) (UR435 x UR424)	1	1	0	81	8.6
BM8 x BM8	6	5	1	518	5.2
(BM8 x BM8) x (BM20 x BM8)	2	2	0	164	17.3
(BM20 x BM8) x (BM20 x BM8)	10	9	1	515	26.1
(BM8 x BM20) x (BM8 x BM20)	1	1	0	72	16.7
(UR435 x UR404) x (BM8 x BM20)	6	6	0	632	5.1
(UR435 x UR404) x (BM20 x BM8)	3	3	0	537	5.76
(UR435 x UR404) x (0.102 x UR932)	3	2	1	213	1.8
(BM8 x UR435) x (BM20 - UR404)	1	1	0	66	18.2

* Pedigree code description according Hartley, 1983

Turner (1981), Breure y Soebagjo (1991), y Monge et al. (1992), citan incongruencias en el grado de susceptibilidad mostrado por genotipos similares sembrados en varias localidades, y atribuyen las diferencias en el comportamiento al efecto del ambiente sobre la manifestación de la enfermedad. Este efecto se observa en el Cuadro 7 con la progenie HC133:1254D x HC129:1047P (Deli x AVROS) que fue empleada como cruce testigo en varios experimentos. En los ensayos en la localidad de Coto dicha progenie mostró una incidencia que varió entre 0 y 28.60%, con un promedio de 13.09%; en Quepos la incidencia varió entre 2.70 y 27.70% y una media de 20.66%.

Estas diferencias de comportamiento pueden estar asociadas con el fuerte estrés hídrico a que son sometidas las palmas en la localidad de Quepos, lo que ocasiona alteraciones en su patrón de crecimiento. Al iniciar las lluvias se dan condiciones muy favorables para el rápido desarrollo vegetativo, lo cual ha sido considerado por Chinchilla (1987a y 1987b) y Monge et al. (1992 y 1993) como un importante factor de predisposición. Al contrario, en Coto hay una mejor distribución de la precipitación que permite un crecimiento sostenido casi todo el año, lo cual podría explicar la menor incidencia de la enfermedad.

El Cuadro 8 muestra los resultados del comportamiento de otro grupo de progenies idénticas evaluadas en ambos ambientes, notándose de nuevo una mayor incidencia de la enfermedad en Quepos.

El período de máxima incidencia de la AF/PCF ocurrió entre los 13 y 16 meses después del trasplante (Fig. 1), lo que concuerda con las observaciones de Breure y Soebagjo (1991) y Monge et al. (1992). Este período de alta susceptibilidad coincide con ciertas condiciones tales como la fase de reinicio del rápido crecimiento una vez recuperadas las plantas del estrés del trasplante y el reinicio de la actividad fisiológica con la entrada de las lluvias. Este es un hecho que debe ser considerado en el delineamiento de la metodología de selección de plantas resistentes.

Cuadro 5. Incidencia de ‘arqueo foliar/pudrición común de flecha’ en progenies DxP (Deli x AVROS) agrupadas por el origen del progenitor femenino

	N° de progenies			N° de palmas	% de incidencia
	Total	Afectadas	Sanas		
UR435 x UR424	37	24	13	1180	4.32
UR404 x UR427	0	0	0	275	4.82
0.102 x UR932	9	4	5	255	2.2
BM20 x UR404	8	4	4	406	2.98
(BM20 x UR404) x (BM8 x BM20)	5	4	1	179	5.2
BM8 x BM8	7	3	4	329	1.6
BM8 (BM8 x BM20)	2	2	0	85	6.65
BM8 x BM20	1	1	0	34	2.9
BM20 x BM8	9	8	1	1215	11.6

El efecto del síndrome AF/PCF sobre la producción de la palma aceitera es uno de los puntos que con menor claridad se menciona en la literatura. Breure y Soebagjo (1991) determinaron que el rendimiento se reduce en forma apreciable en las palmas con síntomas de AF. Consideran dichos autores que el doblamiento de las hojas puede afectar su capacidad de intercepción de luz y con ello la producción fotosintética, lo cual redundaría en una disminución del rendimiento.

Cuadro 6. Progenies que han mostrado la incidencia más alta de ‘arqueo foliar/pudrición común de flecha’. Coto, Costa Rica

Cross	Progenie	Lineas	N° palmas	Incidencia (%)
C9752	C34:174D x COD6:287T	(Deli x Deli/AVROS)	12	58.3
C9695	C34:226D x COD:287T	(Deli x Deli/AVROS)	9	66.7
C9906	C810:643T x C810:643T	(Deli/AVROS x Deli/AVROS)	64	87.5
C9926	CAM234:778D x CAM243:129T	(Ekona/x Ekona)	60	58.3
C9680	CHE134:92D x HC133:1286D	(Deli x Deli)	9	100
C9702	CHE137:253D x HC133:1286D	(Deli x Deli)	9	66.7
C9891	DAM581:161T x DAM581:161T	(BM119/Deli/E206?)	64	89.1
C9667	HC133:1288D x HC133:1286D	(Deli x Deli)	9	66.7
C9669	HC133:1240D x HC133:1286D	(Deli x Deli)	14	57.1
C9660	HC133:1286D x HC133:1286D	(Deli x Deli)	70	57.1

El efecto negativo de la enfermedad sobre la producción de racimos fue comprobado por el comportamiento de las progenies evaluadas en Coto. Además, parece existir un efecto diferencial sobre la producción de acuerdo con el o los síntomas predominantes. Cuando se comparan palmas enfermas y sanas, puede observarse que en aquellas en que se presenta solo AF o la combinación AF/PCF ocurre una mayor reducción del rendimiento acumulado que cuando solo se presentaron los síntomas de PCF (Cuadro 9).

Cuadro 7. Incidencia de ‘arqueo foliar/pudrición común de flecha’ en la progenie testigo. Coto y Quepos

Coto			Quepos		
Experimento	N° de palmas	% incidencia	Experimento	N° palmas	% incidencia
CB87.09	79	1.3	QB87.01	142	25.3
CB88.02	33	21.2	QB87.02	39	25.4
CB87.03	87	14.9	QB87.03	41	21.9
CB87.13	67	1.5	QB87.04	41	12.2
CB88.01	82	12.2	QB87.05	37	2.7
CB90.08	32	12.5	QB87.06	41	9.7
CB90.05	28	28.6	QB87.07	44	18.6
CB87.02	21	0	QB87.08	45	22.2
CB87.04	20	5.3	QB87.09	35	25.7
CB87.06	80	12.5	QB87.10	47	22.5
CB89.01	80	25	QB87.11	37	27
CB87.12	54	7.4	QB87.12	42	23.8
CB87.01	40	22.5	QB87.13	43	18.6
CB87.03	21	6.1	QB87.14	38	23.7
CB88.03	33	5.4	QB87.15	50	22
CB87.07	74	14.8	QB87.16	43	4.7
CB90.07	27	16.7	QB87.17	45	17.8
CB90.08	37	27	QB87.18	43	21
			QB87.19	48	25
			QB87.20	48	19
			QB87.21	53	22.6
			QB87.22	54	27.7
			QB87.23	33	27.3
			QB87.24	37	27
			QB87.25	39	23
TOTAL	896	13.09 (± 9.1)*		1165	20.66 (± 6.7)

* ± Standard error

Las palmas que mostraron arqueo foliar en forma temprana, entre los 14 y 23 meses, presentaron un retraso considerable en el inicio de la producción; en las palmas sanas de las mismas progenies se inició la cosecha a los 24 meses de edad, mientras que las enfermas lo hicieron a partir de los 36 meses (Cuadro 10). Las palmas enfermas de PCF y AF/PCF que mostraron los primeros síntomas entre los 14 y 23 meses, presentaron producciones muy similares entre sí,

aunque siempre ligeramente inferiores al grupo de plantas sanas; no obstante, la reducción no fue tan severa como las palmas afectadas por solo AF. Cuando los primeros síntomas de PCF y AF/PCF aparecieron entre los 24 y 39 meses, los rendimientos acumulados de las plantas sanas y de las enfermas fueron similares. Sin embargo, cuando el síntoma predominante fue AF la producción acumulada de las plantas enfermas fue inferior a la de las sanas desde el inicio del período de evaluación, incluso antes de la aparición de los primeros signos de la enfermedad (Cuadro 10).

Cuadro 8. Incidencia de ‘arqueo foliar/pudrición común de flecha’ en las mismas progenies plantadas en Coto y Quepos

Progenie	Coto			Quepos		
	Experi- mento	(N)	% inciden- cia	Experi- mento	(N)	% inciden- cia
C27:36D x HC129:1009P	CB86.03	(24)	4.2	QB87.01	(98)	12.3
C30:236D x HC129:1009P	CB86.08	(34)	2.9	QB87.01	(128)	3.7
C30:169D x HC129:1059P	CB86.03	(24)	0	QB87.01	(101)	1.2
C37:146D x HC129:1009P	CB86.08	(37)	5.4	QB87.01	(116)	3.2
HC132:1157D x HC129:1048P	CB86.2A	(83)	2.4	QB87.01	(117)	8.2
HC132:1157D x HC129:1048P	CB86.2C	(81)	0	-	-	-
HC132:1157D x HC129:1048P	CB86.01	(35)	5.7	-	-	-
HC132:1157D x HC129:1056P	CB88.04	(33)	0	QB87.01	(108)	9.7
HC133:1288D x HC129:1009P	CB88.03	(34)	0	QB87.01	(95)	5.3
		(385)	2.28 (\pm 2.3)		(763)	6.23 (\pm 4.0)

Las palmas que mostraron cualquiera de las sintomatologías tardíamente a partir de los 40 meses no mostraron una reducción significativa de la producción. Esto parece indicar que la reducción en el área foliar causada por la enfermedad en una fase más avanzada del desarrollo de las palmas no disminuye significativamente la capacidad de fotosíntesis y asimilación de las plantas a tal grado que afecte el potencial de producción de racimos (Cuadro 10).

Comportamiento de palmas sin síntomas en progenies susceptibles

Las palmas que no presentaron síntomas durante el período de estudio se asignaron a uno de cuatro grupos:

1. Progenies libres de trastorno.
2. Progenies en donde predominó el síntoma de AF.
3. Predominancia de PCF.
4. Predominancia de los síntomas combina- dos de AF/PCF.

Las plantas sanas en las progenies donde solo se presentó PCF, presentaron mayores rendimientos, incluso superiores a las progenies donde no se observó ninguno de los síntomas. La producción de las palmas sanas en los cruces donde hubo AF fue la más baja y en las que mostraron la combinación AF/PCF la producción fue intermedia (Fig. 2).

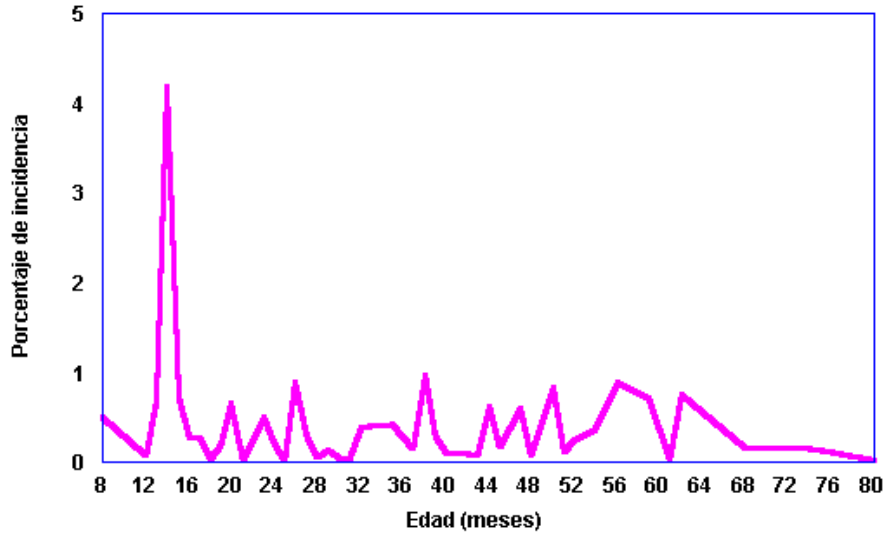


Fig. 1 Incidencia de palmas con arqueo foliar y pudrición común de la flecha durante diferentes etapas de crecimiento de la palma aceitera

En las familias donde hubo alta incidencia de PCF, se pudo notar una producción de racimos relativamente alta incluso en las palmas enfermas, lo mismo ocurrió donde hubo predominancia de AF. No obstante, cuando se presentaron ambos síntomas simultáneamente se dio una drástica disminución del rendimiento, hecho que sugiere un efecto aditivo negativo de AF y PCF sobre la producción (Fig. 2). Estas observaciones podrían ser indicio de que las tres sintomatologías en cuestión podrían ser causadas por agentes diferentes, o al menos sugieren la existencia de diferencias en la constitución genética de las progenies en las que predomina una u otra expresión de las mismas. Tales diferencias afectan aparentemente no solo la respuesta del genotipo a la enfermedad, sino también otras expresiones genotípicas como rendimiento y características del crecimiento vegetativo.

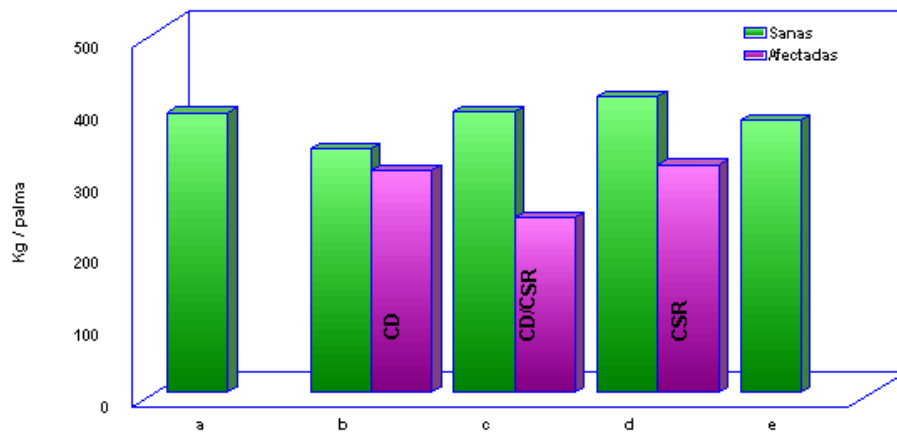


Fig. 2 Producción acumulada promedio por palma (kg) durante 36 meses en progenies sanas y enfermas con el síndrome de AF/PCF.
 a) promedio de las palmas sanas de las progenies que mostraron alguno de los síntomas
 b) comportamiento de las progenies que mostraron AF, c) progenies con AF/PCF,
 d) progenies con PCF, e) progenies que no mostraron palmas con síntomas

El efecto de la sintomatología sobre la producción es un asunto que requiere mayor investigación. Monge et al.(1992), relaciona la presencia de diferentes sintomatologías con el grado de lignificación de los tejidos, lo que de alguna forma puede estar asociado con condiciones o potencial de crecimiento y con el rendimiento.

Cuadro 9. Rendimiento acumulado de fruta en palmas con diferentes combinaciones del síndrome ‘arqueo foliar/pudrición común de flecha’

Edad	Incidencia (%)			Kg/palma de fruta			
	AF	PCF	AF/PCF	Sanas	AF	PCF	AF/PCF
14	0.28	0.43	0.49				
16		0.18	0.03				
24				9.2			
26	0.03	0.12		44		12.6	12.6
28	0.06	0.09	0.03	77.7	4	43.6	24.9
30	0.12	0.06		104.9	17.4	63.8	41
32	0.28	0.09	0.15	130.6	32.9	84.3	46.2
34				145.3	60.6	100.8	53.1
36				164.8	83.2	128.6	68
38				188	100.4	150.6	101
40	0.03	0.31	0.03	208.6	121.8	172.2	122.8
42				235.9	153.1	205.5	152.4
44				258.6	175.1	232.8	176.4
46				294	211.6	265.4	199.4
48				328.5	247.6	305.7	233
50				359	276.1	330.4	258.1
52				384.8	301.7	352.9	279.3
54				430.2	337.7	392.6	318.6
56	0.18	0.58	0.03	449.4	362.6	416.9	342.4
58				475.7	395.6	440.1	367.7
60				504.3	420	463.8	390.2
62	0.61	0.28	0.21	529.9	441.5	484.9	413.1
64				553.8	464.9	508	435.6
66					466.9	533.7	436.8
68		0.15			475.1	562.4	440.3
70						591	452.6

AF = arqueo foliar. FCF = pudrición común de flecha. AF/PCF = palmas con ambos síntomas

Cuadro 10. Rendimiento acumulado (kg/palma) de palmas sanas y afectadas por ‘arqueo foliar’ (AF), ‘pudrición común de flecha’ (PCF) o ambos síntomas(AF/PCF). Plantas mostraron los primeros síntomas en diferentes momentos

Edad	A			B			C			D		
	AF	PCF	AF/PCF	AF	PCF	AF/PCF	AF	PCF	AF/PCF	AF	PCF	AF/PCF
24	9.2		6.3	24.8	12.6	26.2	29.3	15.0	18.0	14.4		
26	44.0		29.3	46.4	28.6	53.6	63.1	40.2	44.7	36.4		
28	77.7		49.1	60.9	60.0	87.5	100.8	69.4	83.3	66.6		
30	104.9		73.1	76.3	80.8	111.0	135.2	100.5	109.6	89.4		
32	130.6		90.6	87.7	93.6	131.6	147.5	127.2	130.7	107.7		
34	145.3		108.5	102.5	103.6	148.0	154.7	146.5	149.1	123.0		
36	164.8		129.8	119.8	116.1	165.6	165.6	166.0	175.9	145.8		
38	188.0	10.8	147.5	137.0	138.6	189.4	209.1	185.5	202.7	165.2		
40	208.6	10.8	159.6	149.6	175.9	214.9	233.3	218.0	227.6	181.2		
42	235.9	10.8	178.1	170.4	185.4	248.7	265.6	245.0	255.3	212.4		
44	258.6	10.8	199.1	195.6	207.3	284.6	298.2	267.8	289.1	239.1		
46	294.0	47.8	233.6	224.7	233.0	322.4	326.6	301.6	324.5	265.4		
48	328.5	64.8	265.6	255.3	263.9	349.2	348.1	333.7	357.5	295.5		
50	359.0	109.9	284.4	276.3	278.3	379.0	365.4	358.7	379.9	313.7		
52	384.8	129.9	321.7	316.8	314.9	424.0	397.6	406.8	422.1	353.5		
54	430.2	144.2	337.2	337.1	331.0	458.0	416.8	425.1	446.0	367.8		
56	449.4	164.7	354.4	357.9	352.0	482.6	425.8	448.8	471.6	389.3		
58	475.7	230.3	370.1	384.5	381.8	504.5	448.0	485.4	503.6	420.3		
60	504.3	253.9	389.2	407.8	398.7	532.7	473.7	512.0	528.5	440.0		
62	529.9	267.7	409.5	432.4	419.4	555.9	500.2	534.8	548.4	461.3		

- A. Sanas durante todo el periodo. B. Palmas que mostraron los primeros síntomas entre 14 y 23 meses de edad. C. Palmas que mostraron los primeros síntomas entre 24 y 30 meses de edad. D. Palmas que mostraron los primeros síntomas entre 40 y 63 meses de edad.

CONCLUSIONES

La reconfirmación de la presencia de un componente hereditario en la expresión del Arqueo foliar/Pudrición común de flecha, es uno de los resultados más evidentes de la presente investigación. Los cruces dentro de una misma población (intra-origen) parecieron elevar la frecuencia genética de los alelos relacionados con la regulación de la herencia de esta enfermedad, siendo especialmente alta su frecuencia en las poblaciones Deli y BM119. Estos mismos resultados sugieren una mayor predisposición de las progenies Deli dura con un alto componente genético de palmas originarias de la Estación Elmina (BM8 y BM20).

El período donde se dio la mayor aparición de palmas con síntomas del síndrome Arqueo foliar/Pudrición común de flecha ocurrió cerca de los 14 meses después del trasplante.

Otro aspecto importante que debe ser resaltado se relaciona con las diferencias de afección mostradas por un mismo genotipo bajo distintas condiciones ambientales.

Existe una disminución considerable de la producción individual de racimos en las palmas con síntomas de la enfermedad, en especial cuando estos aparecieron en los primeros estados de crecimiento.

Sin embargo, debe mencionarse que debido a la baja proporción de plantas enfermas en una plantación, así como al carácter transitorio de la enfermedad, el efecto detrimental sobre los rendimientos acumulados por unidad de área es apenas perceptible.

Es claro que la selección de progenitores resistentes resulta la vía más directa para minimizar los efectos indeseables del trastorno. Sin embargo se considera que la efectividad de los procedimientos actuales de selección está limitada por las incongruencias en el comportamiento de las progenies susceptibles, que en ciertas condiciones ambientales podrían comportarse como genotipos resistentes, unido al desconocimiento de un agente biológico específico asociado con el síndrome.

Es importante continuar el juzgamiento de las progenies por su grado de predisposición al complejo AF/PCF; aunque tal objetivo debe ser complementado con la definición de nuevas alternativas que contemplen, además del componente genético, la participación del ambiente y el estado fisiológico de las plantas, especialmente en los picos de máxima predisposición e incidencia.

LITERATURA CITADA

- BLAAK, G. 1970. Epistasis for crown disease in the oil palm *Elaeis guineensis* JACQ. *Euphytica* 19:22-24.
- BREURE, C. J. and SOEBAGJO, F. X. 1991. Factors associated with occurrence of crown disease in oil palm and its effects on growth and yield. *Euphytica* 54:55-64.
- De BERCHOUX, C. et GASCON, J. P. 1963. L'arcure défoliée du palmier a huile; éléments pour l'obtention de lignées résistantes. *Oléagineux* 18(11):713-715.
- CHINCHILLA, C. ML. 1987a. Algunos comentarios sobre el complejo "pudrición de la flecha/arqueo foliar" en plantaciones jóvenes de palma aceitera. *Boletín Técnico, United Fruit Co. Costa Rica.* 1:11-15.
- CHINCHILLA, C.M. 1987b. El complejo "pudrición de la flecha - arqueo foliar". In *Compañía Palma Tica, Dpto de Sanidad. Inf. anual 1987. Costa Rica.* 117 p.
- KOVACHICH, W. G. 1957. Some diseases of the oil palm in the Belgian Congo. *J. of the W. afr. Inst. Oil Palm Res* 2(7):221-229.
- MONGE, J. E; VASQUEZ,N. AND CHINCHILLA, C. ML 1994. Common spear rot / Crown disease in oil palm: anatomy of the affected tissue. *Elaeis (Malaysia)* 6(2): 102-108.
- MONGE, J. E.; CHINCHILLA, C. M. y CASTRILLO, G. 1992. Efecto del estrés sobre la susceptibilidad de la palma aceitera, a la pudrición común de la flecha en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 16(2): 243-248.

- MONGE, J. E.; CHINCHILLA, C. M.; WANG A. 1993. Studies on the etiology of the Crown Disease/Spear Rot syndrome in oil palm. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica) 7:1- 16.
- ROSENQUIST, E. A. 1985. The genetic base of oil palm breeding populations. Proc. Int. Workshop Oil Palm Germplasm and Utilization. ISOPB/PORIM. Malaysia. pp 27-56.
- SOH, K. G. 1969. Progeny differences in susceptibility of oil palm *Elaeis guineensis* JACQ. to crown disease. The Malaysian Agricultural Journal 47(2):207-210.
- TURNER. P.D. 1981. Oil Palm Diseases and Disorders, Kuala Lumpur, The Incorporated Society of Planters. 280 p.
- TURNER, P.D. and GILLBANKS, R. A. 1974. Oil palm cultivation and management, Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, pp 452-462.

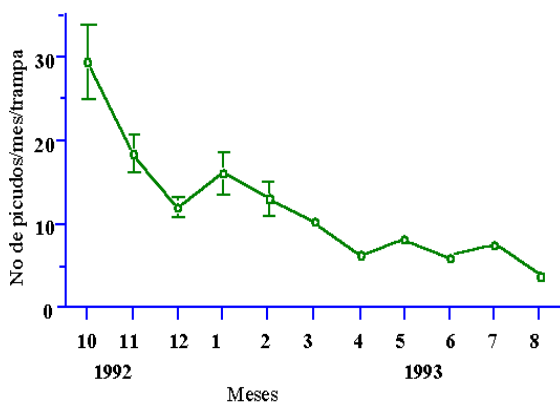


Fig. 1. Capturas mensuales de *R. palmarum* en trampas con caña de azúcar y la feromona de agregación en un área de aproximadamente 5500 ha. Coto, Costa Rica. Barras indican la desviación estándar.

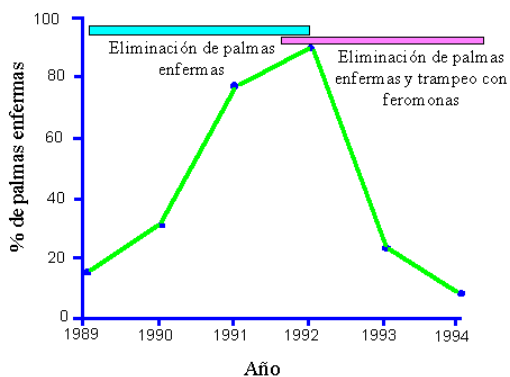


Fig. 2. Incidencia de 'anillo rojo/hoja pequeña' durante el periodo 1989-1994 en una plantación de palma aceitera. Coto, Costa Rica

En algunas áreas de Colombia, en donde *M. hemipterus* podría estar contribuyendo en la diseminación del nematodo *B. cocophilus*, sería necesario reducir conjuntamente las poblaciones de este insecto y de *R. palmarum*, a fin de lograr reducir la incidencia de la enfermedad. En este trabajo se presenta información sobre el uso del 'rincoforol' (RHYNCHO-LURE®) y del nonanol (META-LURE®) (feromonas de agregación de *R. palmarum* y *M. hemipterus* respectivamente) como armas importantes de considerar para el manejo del anillo rojo en palma aceitera y cocotero.

Capturas de *R. palmarum* y *M. hemipterus* en trampas con feromonas

Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por el olor de algunos tejidos vegetales recién cortados. Este comportamiento se ha utilizado para atraer y matar insectos en trampas fabricadas con trozos de tejido de varias palmeras o de caña de azúcar entre otros. Sin embargo, el número de insectos capturados por trampa puede ser aumentado significativamente si a estas trampas se les añade la feromona de agregación producida por el macho de la especie (Fig. 3).

Una situación similar ocurre con *M. hemipterus*, insecto que también es atraído a trampas con caña de azúcar como fuente de alimento, y cuyas capturas son significativamente aumentadas cuando se usa la feromona de agregación, META-LURE® (Fig. 4).

Las trampas con caña de azúcar y RHYNCHO-LURE® son también visitadas por adultos de *M. hemipterus*. De igual manera, las trampas con caña y el META-LURE® atraen y capturan *R. palmarum*, pero en forma marginal.

Desde un punto de vista comercial es altamente deseable disponer de una trampa que permita capturar ambos insectos simultáneamente, de tal manera que la población sea significativamente impactada. Esto se puede lograr en una trampa que contenga caña de azúcar, por ejemplo, y ambas feromonas.

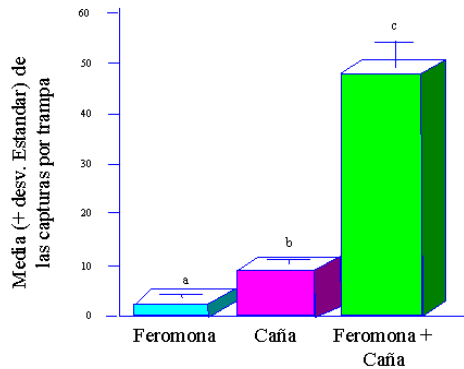


Fig. 3. Capturas semanales promedio de *R. palmarum* en recipientes de 19 litros. Coto, Costa Rica

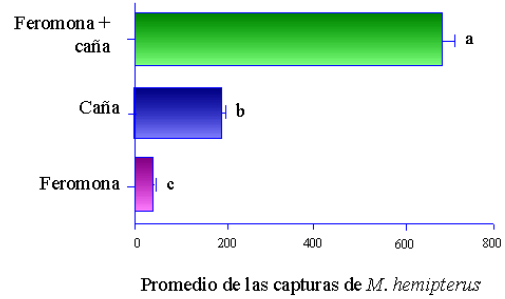


Fig. 4. Capturas semanales de *Metamasius hemipterus* en recipientes plásticos de 5 litros con caña de azúcar y la feromona Meta-Lure. Coto, Costa Rica, 1995

La formulación denominada COMBO-LURE® contiene ambas feromonas, y captura significativamente más *M. hemipterus* que RHYNCHO-LURE® y más *R. palmarum* que META-LURE®, cuando estas feromonas son usadas por separado (Figs. 5 y 6).

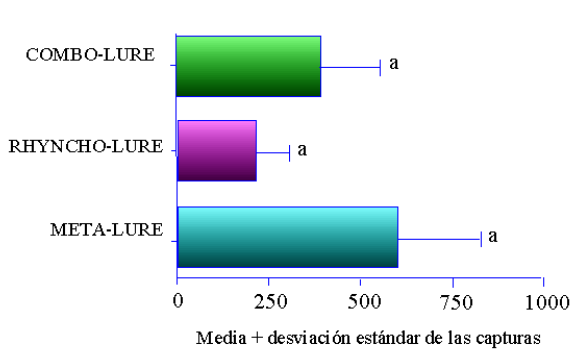


Fig. 5. Capturas de *M. hemipterus* con Meta-Lure, Rhyncho-Lure y una mezcla de ambas feromonas (Combo-Lure). Trampas eran recipientes de 9 litros con 10 pedazos de caña de azúcar tratados con Sevin 80. Quepos, Costa Rica

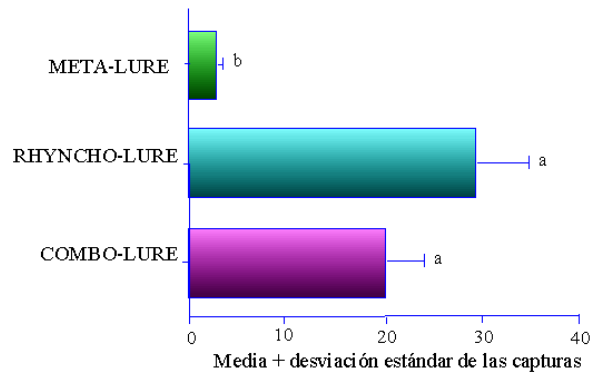


Fig. 6. Capturas se *R. palmarum* en trampas de 19 litros (baldes) con 15 pedazos de caña de azúcar tratada con furadán. Meta-Lure: 8:1 nonanol: heptanol, 3 mg/día. Rhyncho-Lure, 3 mg/día. Combo-Lure: 1:1 Meta-Lure: Rhyncho-Lure, 3 mg/día. Diferencias de medias con Bonferonni, $p=0.05$. Plantación de palma aceitera en Honduras, La Ceiba. Marzo 21-27, 1995.

Debido a que *M. hemipterus* es un insecto menos móvil que *R. palmarum*, el espaciamiento entre trampas con el COMBO-LURE® debe ser de aproximadamente una por hectárea.

COMBO-LURE® puede ser ligeramente menos eficiente que RHYNCHO-LURE® en cuanto a capturas de *R. palmarum* se refiere, y también es menos eficiente que META-LURE® en

capturar *M. hemipterus*. Sin embargo, el costo por insecto capturado (*R. palmarum* o *M. hemipterus*) en una trampa con COMBO-LURE® es menor, que cuando se utilizan separadamente META-LURE® y RHYNCHO-LURE® en la misma trampa (Fig. 7).

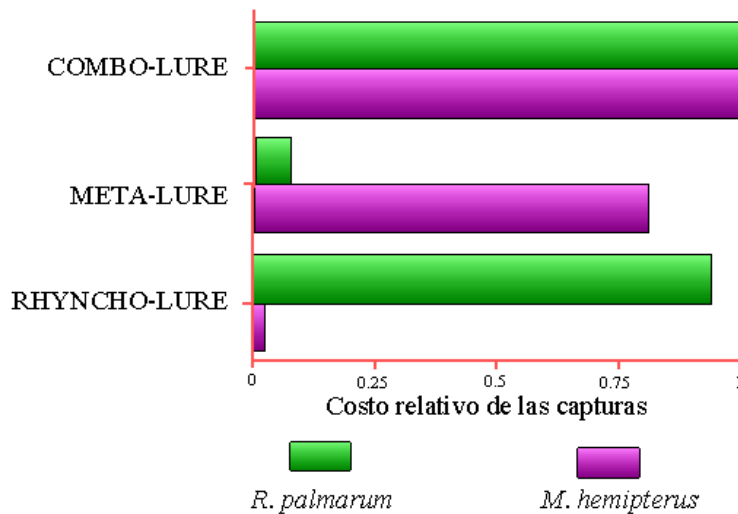


Fig. 7. Costo relativo de las capturas de *Rhynchophorus palmarum* y *Metamasius hemipterus*. Honduras.

LITERATURA CITADA

- CALVACHE, H. MEJIA, A. HERNANDEZ, M. MUÑOZ, J. 1995. Acción de *Metamasius hemipterus* en la transmisión del anillo rojo de la palma aceitera. *Palmas* 15(4): 17-22.
- CHINCHILLA, C. OEHLSCHLAGER, A.C. GONZALEZ, L. 1993. Management of Red Ring Disease in Oil Palm through Pheromone-Based Trapping of *Rhynchophorus palmarum*. PORIM International Palm Oil Congress. Kuala Lumpur. 19 p.
- GRIFFITH, R. 1987. Red Ring Disease of Coconut Palm. *Plant Disease* 71: 193-196.
- OEHLSCHLAGER, A.C. CHINCHILLA, C. GONZALEZ, L. JIRON, L. MEXZON, R. MORGAN, B. 1994. Development of a pheromone-based trapping system for the American Palm Weevil, *Rhynchophorus palmarum*. *Journal of Economical Entomology* 86(5): 1381-1392.