

TOLERANCIA Y RESISTENCIA A LAS PUDRICIONES DEL COGOLLO

en fuentes de diferente origen de *Elaeis guineensis*

BUD ROT TOLERANCE AND RESISTANCE

in Different of *Elaeis Guineensis* Sources

AUTORES



Carlos Chinchilla,

ASD de Costa Rica. S.A.;
c.chinchilla@asd-cr.com

Amancio Alvarado,

Hector Albertazzi

Randall Torres

Palabras CLAVE

Palma de aceite,
pudriciones de cogollo,
tolerancia a la pudrición de
cogollo, resistencia a la
pudrición de cogollo.

Oil palm, bud rot, bud rot
tolerant, bud rot resistant.

RESUMEN



Este trabajo resume las experiencias de ASD de Costa Rica durante más de 14 años, en la búsqueda de fuentes de resistencia a las pudriciones del cogollo en palma aceitera dentro de la especie *Elaeis guineensis*. Una de las fortalezas del programa de ASD de Costa Rica es la amplitud de sus recursos genéticos disponibles, lo que ha permitido obtener cruces de orígenes diversos y con características disímiles. Muchos de estos cruces han sido plantados en zonas afectadas por pudriciones del cogollo en Panamá, Costa Rica, Ecuador y Colombia. No se ha encontrado ningún material comercial o experimental que sea inmune a este tipo de desórdenes, pero algunos tienen un gran potencial como fuentes de resistencia parcial o tolerancia. Las características que podrían combinarse en estos cruces son una aparición tardía del desorden, una menor tasa de incremento en el tiempo, una menor incidencia final, síntomas menos severos y una recuperación más rápida en las fases vegetativas y productivas. La variedad comercial de palma aceitera más difundida es Deli x Avros, por lo que se usó como testigo en todas las pruebas, y siempre se comportó como la más susceptible a las pudriciones del cogollo. En general, el origen materno Deli (y la fuente de polen Avros) parecen conferir susceptibilidad. La resistencia no siempre se asoció a un origen materno o paterno en particular, pero algunas combinaciones mostraron consistentemente un mejor comportamiento en todos los ensayos de campo. La fuente paterna Ekona parece transferir un mayor grado de tolerancia hacia el desorden; así como el polen de otros orígenes que también se caracteriza por presentar tolerancia al estrés. Entre estos últimos se destacan los orígenes Mobai y Malawi (experimentales) y La Mé. Las fuentes maternas Bamenda y Tanzania (comerciales), y Angola y Entebbe (experimentales) también parecen transmitir resistencia. El comportamiento de la variedad Bamenda x Ekona fue consistente, en cuanto a que el desorden apareció más tarde, la tasa de incremento en el tiempo fue menor, los síntomas fueron más

leves, y la recuperación más rápida. Consecuentemente, el efecto negativo sobre la producción fue menor. Otros cruces particulares (comerciales y experimentales) que también tienen potencial son Deli x La Mé, Angola x Ekona, Deli/Angola x La Mé y Tanzania x Ghana. Los resultados igualmente permiten planear nuevos cruces que tienen una alta probabilidad de mostrar resistencia a la PC; actualmente se trabaja activamente en esta dirección. Las variedades comerciales Deli x Ghana y Deli x Nigeria se comportaron como susceptibles, pero en menor grado que Deli x Avros, y los síntomas fueron menos severos, por lo cual la recuperación vegetativa y productiva fue más rápida.

SUMMARY

This paper summarizes over 15 years of experience in the search for bud rot tolerance or resistance in oil palm within the *Elaeis guineensis* species. The broad genetics has been the strength of this program because it has allowed generating crossings of different origins and characteristics. Many of these crossings have been planted in bud rot areas of Panama, Costa Rica, Ecuador and Colombia. It is likely to obtain crossings within the *E. guineensis* species that can perform reasonably well in areas exposed to bud rot attacks. To date, no commercial or experimental material has been found to be immune to this type of disorders, however some offer a great potential for tolerance or partial resistance. The following characteristics can be combined in these crossings: delayed appearance of the problem, lower increase rate in time, a lower final incidence, less severe symptoms and a quicker recovery of the vegetative and productive phases. Deli X Avros is the most popular commercial variety; consequently, it was used as control in different tests and it always behaved as the most susceptible to bud rot. In this case, the disease appeared earlier and the incidence (percentage of affected plants) and the severity of the symptoms were much higher. As a result of this, the negative effect on production was also higher. In general terms, it seems that the Deli maternal origin (and the Avros pollen source) leads to susceptibility. Some other crossings (commercial and experimental) also show a potential to be used in places where there is a high bud rot incidence. Among these, we have specific combinations of Deli x La Mé, as well as crossings of Angola x Ekona, Deli/Angola x La Mé and Tanzania x Ghana (Calabar). The new commercial crossings of Deli x Ghana and Deli x Nigeria are indeed susceptible, but to a lesser degree than Deli x Avros, and the symptoms were less severe, which led to a quicker vegetative and productive recovery. A specific crossing of Deli x Nigeria showed an exceptional behavior in an experiment on the Atlantic area of Costa Rica.



INTRODUCCIÓN

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es afectada por varias pudriciones y secamientos de las hojas jóvenes y el cogollo, que en algunos casos son lo suficientemente severos para causar la muerte de la planta. La sintomatología es variada y podría o no tratarse de trastornos o enfermedades diferentes que atacan la palma aceitera en diferentes regiones del mundo. No obstante, es en América tropical en donde algunas de estas pudriciones han alcanzado una incidencia muy alta y continúan siendo una amenaza para el desarrollo de la industria en algunas regiones (Duff, 1963; Turner, 1981; Mariau *et al.*, 1992; Wan-

tanavanich, 1992; Monge *et al.*, 1993; Chinchilla y Umaña, 1996; de Franqueville, 2001).

La o las causas de estas afecciones están todavía por definirse, pero la evidencia acumulada en más de 35 años no parece apoyar la idea de un patógeno primario como causante único del problema, y más bien indica que existen factores de predisposición que no pueden dejarse por fuera, si se quiere llegar a un entendimiento de la enfermedad¹ y encontrar procedimientos para su manejo (Turner, 1981; Alvarado *et al.* 1997; Chinchilla *et al.*, 1997; Chinchilla y Durán, 1998, 1999; de Franqueville, 2001; Chinchilla y Escobar, 2004).

1. El término 'enfermedad' se usa aquí en el sentido amplio de cualquier desviación del patrón normal de desarrollo de una planta.



La identificación de fuentes de resistencia o tolerancia a las pudriciones del cogollo dentro de la especie *Elaeis guineensis* es posiblemente la solución idónea al problema, puesto que la resistencia encontrada en los híbridos con *E. oleifera*, aunque bastante efectiva, tropieza con algunos inconvenientes agronómicos, particularmente su baja tasa de extracción de aceite y los problemas con la polinización (Corley y Tinker, 2003).

Una de las fortalezas del programa de mejoramiento de la palma aceitera de ASD de Costa Rica es la riqueza de su base genética (Sterling y Alvarado, 1995; Escobar *et al.*, 1999; Sterling y Alvarado, 2002; Escobar y Alvarado, 2003; Alvarado y Sterling, 2005; Breure, 2006), por lo cual se han plantado varios experimentos para exponer parte de esta diversidad genética en sitios en donde las pudriciones del cogollo han sido comunes. Este trabajo resume los resultados de casi 15 años, y aporta evidencia sobre la consistencia de algunos orígenes en su respuesta a estos desórdenes. Los resultados de cada una de estas pruebas de progenies (o variedades) se presentan en forma separada para cada país y se ordenan en forma cronológica. En el caso de Suramérica, las pudricio-

nes del cogollo se refieren como PC, y en el caso de Costa Rica se usa el nombre local de 'flecha seca', que hace alusión a que el síntoma más evidente es el secamiento de las flechas y no su pudrición.

Para efectos de este trabajo se entiende como resistencia las diferencias en incidencia y severidad observada entre los diferentes materiales en un momento dado, mientras que el término 'tolerancia' se reserva para el fenómeno de una recuperación vegetativa y reproductiva más rápida de algún cruce en particular.

Varios de los cruces evaluados son de variedades comerciales, algunas ya posicionadas en el mercado, mientras que otros son de variedades creadas para mercados más específicos, como Bamenda x Ekona, y Tanzania x Ekona que se produjeron para ser sembradas en zonas que sufren estrés, particularmente hídrico y por bajas temperaturas en algunas regiones de África. Otros cruces evaluados son experimentales, pero tienen el potencial de convertirse en alternativas comerciales. El origen y algunas características de los progenitores de estas combinaciones genéticas se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Origen y características de algunos de los progenitores utilizados por ASD en cruces comerciales y experimentales que han sido evaluados en pruebas de respuesta a las pudriciones del cogollo	
Madres	
Deli	Son descendientes de las cuatro palmas originales Deli de Sumatra. La variedad Deli x Avros es ampliamente usada, pero es exigente a buenas condiciones de clima, suelo y manejo, y es muy susceptible al estrés. Los cruces de las madres Deli con polen Ekona, Ghana, Yangambi, Nigeria, y La Mé, mejoran la tolerancia a condiciones de estrés, particularmente el hídrico.
Angola	La línea Angola está adaptada a condiciones marginales y carece de ascendencia Deli. Fue seleccionada por el antiguo IRHO en Costa de Marfil, de donde pasó a Ghana, y luego a Costa Rica.
Tanzania	Proviene de las tierras altas (>850 msnm) y frías (<12°C) en Kigoma, Tanzania. El cruce Tanzania x Ekona tiene alta tolerancia a bajas temperaturas y moderada tolerancia a sequía y baja disponibilidad de luz.
Bamenda	Originaria de las tierras altas y frías de Bamenda en Camerún. La variedad Bamenda x Ekona tiene tolerancia a bajas temperaturas y sequía.
Zambia	Introducción silvestre de la región de Kasemba, en donde el clima es seco y relativamente frío.
Padres	
Avros y Yangambi	Los derivados de origen D'Jongo (Zaire) comprenden los materiales Yangambi y Avros. La palma SP-540 fue la base de las poblaciones BM119 en Malasia y es la principal fuente de pisiferas comerciales). Ekona Originaria de Lobe (Camerún). Los cruces Deli x Ekona tienen una alta tasa de extracción de aceite y presenta algún grado de tolerancia al estrés.
Ghana	Procede de Calabar en Nigeria. Una de estas líneas es conocida como Angola y es usada como madre. En general tienen tolerancia a la sequía.
Nigeria	Originaria de Nigeria y presenta tolerancia al déficit hídrico.
La Mé	Desarrollada en Costa de Marfil. Presenta marcada tolerancia al déficit hídrico.
Malawi	Introducción silvestre de una región con clima seco en Malawi.
Mobai	Introducción de tierras secas en Sierra Leona.
Enthebbe	Originario de plantas que crecían en un jardín botánico en Uganda.

RESULTADOS

Ecuador

Los resultados provienen de una prueba de progenies sembrada en Santo Domingo de los Colorados en 1991, en una zona que se caracteriza por un fuerte déficit hídrico y baja luminosidad. Los cruces se sembraron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con 12 plantas por repetición. La cosecha se inició en noviembre de 1992, y se mantuvo durante tres años.

Los cruces en que intervinieron los orígenes Deli/Ekona y Tanzania como madres, y Ekona como padre, presentaron la menor incidencia de PC (Tabla 2). La combinación Tanzania x Ekona fue la mejor, seguida de Deli/Ekona x Ekona. El padre Yangambi (evaluado en una única combinación en este experimento), mostró que es susceptible en otras pruebas.

El rendimiento acumulado por palma durante los tres primeros años de cosecha reflejó en alguna medida la susceptibilidad hacia la PC (Tabla 3), y las mayores producciones se asociaron a los padres Ekona, y en general a los cruces que eventualmente fueron menos afectados. No obstante, el desempeño productivo de cualquier progenie en ésta, y las demás pruebas descritas a lo largo de este trabajo, no necesariamente refleja su potencial, ya que en la mayoría de los ensayos se sembraron en áreas marginales buscando condiciones adversas extremas para que se manifestara la PC.

Colombia

En 1992 se plantó un experimento de interacción genotipo x ambiente en la

región de los Llanos Orientales en las vegas del río Upiá. La precipitación anual en la región es cercana a 2.500 mm al año, y la estación más seca se extiende entre enero y marzo

El experimento se ordenó como bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 48 palmas por origen. Sólo se dispone de un año de datos de rendimiento y la incidencia de la PC fue evaluada una única vez, cuando era relativamente baja. El origen materno Deli fue el más afectado, así como los padres Avros y Yangambi. La combinación Deli x Yangambi se comportó como la más susceptible. En el extremo opuesto, se ubicó la madre Angola, pero Deli/Ekona, Tanzania y Deli/Angola también se comportaron bien. El padre La Mé, presente en tres cruces, fue el mejor, seguido por Ekona y Mardi (Tabla 4).

Tabla 2. Efecto de los progenitores sobre la incidencia (%) de la pudrición del cogollo (PC) en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. Palmas de seis años de edad

Madres	Padres						
	Avros	Ekona	Ghana	La Mé	Mardi	Yangambi	Media
Deli	15,6	8,3	10,4	22,9	33,3	4,2	15,8
Deli/Ekona		4,2	8,3	4,2			5,6
Deli/Angola			22,9	8,3	12,5		14,5
Angola		8,3		12,5	20,8		13,9
Tanzania	8,3	2,1	10,4		12,5		8,3
Media	12	5,7	13	12	20	4,2	

Tabla 3. Rendimiento acumulado (kg/palma de RFF) durante los tres primeros años en varias progenies de *Elaeis guineensis* sembradas en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador

Madres	Padres						
	Avros	Ekona	Ghana	La Mé	Mardi	Yangambi	Media
Deli	158,5	181,3	196,6	117,4	214	246	185,6
Deli/Ekona		194,8	168,3	109,3			157,5
Deli/Angola			195,5	160,5	161,5		172,5
Angola		207,7		131,7	199,3		179,6
Tanzania	143,4	218,6	169,3		88,4		154,9
Media	151,0	200,6	182,4	129,7	165,8		

Tabla 4. Incidencia de PC (%) en un experimento genotipo x ambiente plantado en Colombia, en la vega del río Upiá. Evaluación a los 60 meses de edad de las plantas

Madres	Padres						
	Avros	Ekona	Ghana	La Mé	Mardi	Yangambi	Media
Deli	8,3	8,3	8,3	2,1	10,4	12,5	8,3
Deli/Angola		4,2	2,1	4,2		3,5	3,5
Deli/Ekona	6,2	2,1	0			2,8	2,8
Angola		4,2			0		2,1
Tanzania	2,1	2,1	8,3	2,1	2,1		3,3
Media	5,5	4,2	4,7	2,8	4,2	6,3	



Quepos, Costa Rica

Este experimento (prueba de progenies) fue plantado en Quepos (Pacífico central de Costa Rica) en

1992, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de un grupo de progenies de diferente origen genético. Los suelos de la zona son de origen aluvial, con afloraciones de arena, grava y piedra fina. La época seca se extiende por 3-4 meses.

De esta prueba en particular destaca la alta incidencia de la enfermedad que fue alcanzada por todos los genotipos evaluados. No obstante, se observó una menor tasa de incremento en el tiempo en los cruces en donde intervenían los padres Ekona. Este patrón se rompe un poco cuando están presentes los genes Mardi, lo cual se asoció a una mayor incidencia, pero también a una mayor tasa de recuperación, en parte porque estos cruces fueron afectados más tempranamente (Tabla 5).

Las otras fuentes que parecen conferir algún grado de resistencia son La Mé (padre) y Angola y Tanzania

(madres). Los cruces Tanzania x Ghana y Angola x Ekona sobresalieron por la baja tasa de incremento inicial en la incidencia (Tabla 6). En otra prueba de progenies también sembrada en Quepos, pero donde la incidencia fue relativamente baja, se encontró que las líneas paternas Angola y Tanzania no estaban entre las mejores.

En el otro extremo de aparente mayor susceptibilidad, se ubicó el origen Deli como madre (primeros seis cruces en la Tabla 5). Sin embargo, los cruces con Deli/Angola como madre se comportaron bastante mejor.

La producción de racimos por palma durante el período refleja de alguna manera la incidencia alcanzada en cada cruce particular. De esta forma, los cruces Angola x Ekona, Deli/Angola x Ghana, Tanzania x Ghana, y Tanzania x La Mé, que estuvieron entre los mejores en aparente resistencia, fueron también los que mostraron un mayor rendimiento de fruta. En el caso particular de los cruces Deli/Ekona x Mardi y Deli/Angola x Mardi, el rendimiento relativamente alto

Tabla 5. Incidencia de la 'flecha seca' y producción en una prueba de progenies de *E. guineensis* sembrada en Quepos, Costa Rica en 1992

Cruce	Incidencia de flecha seca (%)					% recuperación Jun. 98	Producción kg/planta*
	Jul. 95	Mar. 96	Abr. 97	Nov. 97	Jun. 98		
Deli x Avros	4,2	9	48,2	78,2	91,8	0	38
Deli x Ghana	3,8	17,3	40,5	78,4	94,6	16,2	56,8
Deli x La Mé	5,5	16,7	50	66,7	88,9	19,4	73,6
Deli x Yangambi	-	2,6	25	44,4	94,4	0	41,6
Deli x Ekona	0	3,3	33	70	73,3	10	79,4
Deli x Mardi	4,9	29,8	61,1	75	86,1	22,2	66,2
Media	3,68	13,12	42,97	68,78	88,18	11,3	59,3
Deli/Ekona x La Mé	0	8,2	25	25	58,3	19,4	63,8
Deli/Ekona x Ekona	2,7	8,1	19,4	33,3	58,3	8,3	43,8
Deli/Ekona x Mardi	2,7	20,8	55,6	66,7	75	33,3	105,5
Media	1,80	12,37	33,33	41,67	63,87	20,3	71,0
Angola x Ghana	-	16,1	30,4	34,8	60,9	13	86
Angola x Ekona	0	2,2	5,4	10,8	29,7	5,4	169
Media	0	9,15	17,9	22,8	45,3	9,2	127
Deli/Angola x Ghana	0	6,8	18,9	40,5	54	10,8	125,2
Deli/Angola x La Mé	2	4	19,4	27,8	52,8	19,4	117,1
Deli/Angola x Ekona	0	0	31,6	39,5	79	18,4	99,9
Deli/Angola x Mardi	3,3	30	53,33	70	86,7	33,3	116,8
Media	1,33	10,20	30,81	44,45	68,13	20,5	114,8
Tanzania x Ghana	0	0	5,6	19,4	36,6	13,9	174,7
Tanzania x La Mé	2,7	4,9	22,2	30,6	58,3	8,3	146
Tanzania x Mardi	3,2	8,5	32,4	48,6	89,2	10,8	79,6
Tanzania x Avros	0	3,4	22,2	41,7	63,4	0	88,5
Media	1,48	4,20	20,60	35,08	61,88	8,3	122,2
Media general	2,1	10,1	31,6	47,4	70	13,8	93,2

* kg/palma de RFF en el período entre julio del 97 y abril del 99.

Tabla 6. Contribución de padres y madres de diferente origen a la resistencia (aparición tardía de síntomas) a la 'flecha seca'. Incidencia (%) a los 5 años de edad, Quepos, Costa Rica

Madres	Padres						
	Avros	Ghana	La Mé	Yangambi	Ekona	Mardi	Media
Deli	48,2	40,5	50	25	33,3	61,1	43,02
Deli/Ekona			25		19,4	55,6	33,33
Deli/Angola		18,9	19,4		31,6	53,3	30,80
Angola		30,4			5,4		17,90
Tanzania	22,2	5,6	22,2			32,4	20,60
Media	35,2	23,85	29,15	25	22,43	50,6	31,04

de fruta se puede asociar a la tendencia observada en Mardi de recuperarse más rápidamente de los síntomas. Infortunadamente no se tomaron datos de severidad, de manera que esta respuesta en Mardi no puede ser evaluada con más detalle.

Changuinola, Panamá

El ensayo (prueba de progenies) fue plantado en 1993 con el objetivo de comparar la respuesta entre materiales compactos (con genes 'oleífera'), algunos híbridos OxG y la especie *E. oleífera*. El testigo fue Deli x Avros. El área fue visitada en mayo de 2001 y se evaluó la incidencia de la pudrición común de la flecha, la PC y la mortalidad (Tabla 7).

La incidencia de pudriciones en la región del cogollo fue evidentemente muy baja en este ensayo a pesar de que el sitio era mal drenado. Parte de la razón podría encontrarse en que no hubo ninguna presión sobre los materiales para producir racimos, y mas bien toda la materia producida (incluyendo racimos) fue reciclada en el sitio. Existe evidencia circunstancial que indica que este hecho está relacionado con una menor incidencia de las pudriciones de cogollo.

Se observó una clara relación entre mortalidad e incidencia de pudriciones del cogollo, por lo cual se

Tabla 7. Incidencia (%) de pudriciones de flecha y cogollo en una prueba de materiales 'oleífera' y 'guineensis' en Changuinola. Palmas de 8 años de edad

Origen	# de palmas	AF/PCF*	PC	Muertes
Compactas BC1 F1	781	3,1	0,1	9,9
Híbridos O x G	869	1,2	0,2	3,6
<i>E. oleífera</i>	91	0	0	2,1
Deli x Avros	451	15,7	2	11,1
Total 2,197	4,8	0,5	7,3	

* AF/PCF = arqueo foliar/pudrición común de flecha;
PC = pudrición del cogollo

puede asumir que muchas de las palmas faltantes sucumbieron por este tipo de pudriciones. También fue evidente que los híbridos OxG y *E. oleífera* mostraron una menor incidencia de la enfermedad, y que Deli x Avros fue el más susceptible de los materiales.

Guácimo (EARTH), Costa Rica

Esta prueba incluyó 30 progenies sembradas en junio de 1998 en una finca de la EARTH, en la zona Atlántica del país. La flecha seca o PC apareció cuando las plantas tenían 20 meses de edad, lo cual fue bastante más temprano que en Quepos. La Figura 1 compara la incidencia en Deli x Avros con respecto a las demás progenies en los dos sitios (EARTH y Quepos).

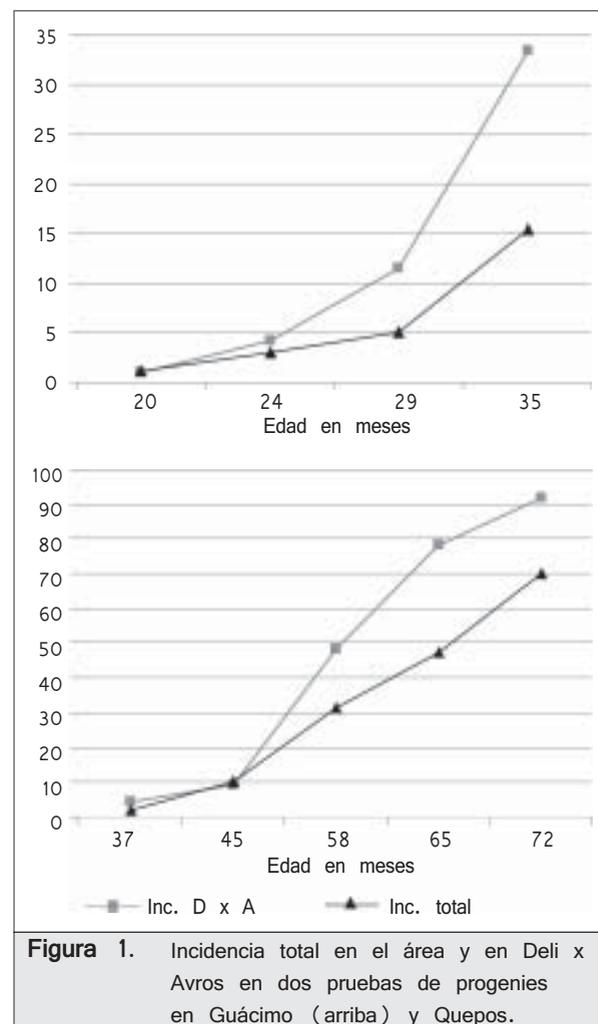


Figura 1. Incidencia total en el área y en Deli x Avros en dos pruebas de progenies en Guácimo (arriba) y Quepos.



Al igual que en otras localidades, Deli x Avros fue la variedad más afectada: la tasa de incremento en el tiempo fue mayor y se alcanzó un mayor porcentaje de plantas afectadas. Aunque no se documentó, también fue obvio que la severidad del ataque era mayor en este cruce, por lo cual las palmas tomaron más tiempo para recuperarse, e inclusive varias murieron. Parece claro que tanto el origen Deli como el Avros se asocian a mayor susceptibilidad a la PC, y también a cualquier tipo de estrés, como el hídrico y el nutricional. En el extremo opuesto de aparente resistencia dentro de los cruces comerciales aparece un origen no evaluado en Quepos, Bamenda x Ekona, que sobresalió por el largo periodo en que no se presentaron casos (tres primeras evaluaciones), y en donde la incidencia durante la última evaluación realizada fue de aproximadamente un tercio de la registrada en Deli x Avros (tablas 8 y 9).

Entre los cruces no comerciales sobresalieron Deli/Angola/Ekona x Mobai y Entebbe x Ekona, lo cual indica que los genes Ekona podrían conferir algún grado de resistencia a este tipo de pudriciones, excepto cuando se usa como madre el origen Deli. La combinación de Tanzania y Mobai (reconocidas por su tolerancia al estrés) también parece ayudar a las plantas en su respuesta al trastorno de la PC.

En mayo de 2005, cuando las palmas tenían 7 años de edad y la enfermedad se encontraba estabilizada, el área fue visitada nuevamente para evaluar el estado de las palmas. Se consideraron palmas sanas únicamente aquellas que no presentaban ningún tipo de síntomas, bien porque no habían tenido la enfermedad, o bien porque no había indicios de los síntomas pasados. Aparte de la respuesta de mayor susceptibi-

Tabla 8. Incidencia de 'flecha seca' en una prueba de progenies de *Elaeis guineensis* en Guácimo, EARTH. Siembra en 1998

Cruce	% PC			
	Feb. 00	Jun. 00	Nov. 00	May. 01
Deli x Avros	1	4,2	11,5	33,3
Deli x Ghana	0	3,5	4,9	11,3
Deli x Ekona	1,5	3,5	7,4	23,8
Deli x Mobai	0	5,6	7,4	13
Media	0,625	4,2	7,8	20,35
Deli/Angola/Ekona x Malawi	0	0	0	3,6
Tanzania x Avros x Malawi	4,3	4,3	4,3	8,5
Enthebee x Ekona	1,8	1,8	3,6	7,3
Zambia x Avros	1,7	8,3	11,7	30
Deli/Angola x Ekona	3,8	5,7	6,6	16
Deli/Angola x Avros	3,4	4,8	7,5	21,2
Deli/Angola x La Me	0	0	1,8	17,9
Media	2,4	3,5	5,3	18,37
Deli/Tanzania x Ghana	1,7	1,7	5,2	15,5
Deli/Tanzania x Avros	2,1	5,3	8,4	21,1
Deli/Tanzania x Ekona	2,2	2,2	5	24,4
Media	2,00	3,07	6,20	20,33
Bamenda x Ekona	0	0	0	10,9
Bamenda x Avros	2,2	4,3	6,5	21,5
Media general	1,62	3,47	5,85	17,81

Tabla 9. Efectos paternos sobre la incidencia (3 años de edad) de la 'flecha seca' en palma aceitera. Guápiles, Costa Rica

Madre	Padre						
	Avros	Ghana	Ekona	La Mé	Mobai	Malawi	Media
Deli	33,3	11,3	23,8		13		20,35
Deli/Tanzania	21,1	15,5	24,4				20,33
Deli/Angola	21,2	16	17,9	18,37			
Deli/Angola/Ekona					3,6	3,60	
Enthebee			7,3				7,30
Tanzania/Avros						8,5	8,50
Zambia/Avros	30						30,00
Bamenda	21,5		10,9				16,20
Media	25,42	13,4	16,48	17,9	13	6,05	15,58

lidad en Deli x Avros (mayor incidencia, síntomas más severos y recuperación más tardía), fue evidente una mejor recuperación en Deli x Nigeria, Bamenda x Ekona y Deli/Angola x Ekona, lo cual se reflejó en la carga de racimos del momento (Tabla 10).

Quepos (Cerros), Costa Rica

Este experimento, en donde se probaron ocho cruces comerciales, abarca cerca de 20 hectáreas, y fue sembrado en 1996 en un área en donde la flecha seca había alcanzado una incidencia muy alta en la plantación anterior de palma. Los suelos de la zona son aluviales, con afloraciones de materiales gruesos. El experimento se ordenó en bloques completos al

Tabla 10. Palmas sanas en un experimento de prueba de progenies por resistencia a la 'flecha seca' en Guápiles, Costa Rica. Evaluación puntual a los 7 años de edad cuando la incidencia del desorden se había estabilizado

Origen	Palmas sanas (%)	Racimos/planta
Deli x Ghana	50	4,9
Deli/Angola x Ekona	63	6,4
Deli/Tanzania x Ekona	50	5,4
Deli x Avros	29	3,1
Deli x Nigeria	67	6,1
Bamenda x Ekona	58	7,1

azar con 64 plantas por tratamiento (genotipo) y cuatro repeticiones.

La consistencia en la respuesta de susceptibilidad de los cruces Deli x Avros fue corroborada en esta experiencia: un mayor incremento de la enfermedad en el tiempo, mayor incidencia final y más lenta recuperación, y un mayor impacto negativo en la producción. De otro lado, nuevamente se mostró el potencial de los padres Ekona como fuente de resistencia o tolerancia, particularmente en cruces con madres Tanzania y Bamenda. Otro cruce que resultó sobresaliente en las dos pruebas en Quepos fue la combinación Deli x La Mé (Tabla 11).

Para interpretar mejor la información sobre recuperación en la Tabla 11, se debe tomar en cuenta que el número de hojas nuevas producidas en promedio por cada material refleja, además de la rapidez de la recuperación de los síntomas, la tasa de emisión foliar propia de cada variedad, y el tiempo

Tabla 11. Incidencia (%) de 'flecha seca' y recuperación en ocho cruces comerciales de *E. guineensis* sembrados en Quepos en un área previamente afectada por el desorden. Siembra en 1996

Cruce	Jun. 98	Dic.98	May. 99	Nov. 99	Recuperación ¹	
					Hojas nuevas	Racimos
Tanzania x Ekona	14,7	19,9	17,1	30,7	18,4	6,8
Bamenda x Ekona	6,3	18,7	17,4	39,7	16,8	5,5
Deli x Ekona	13,8	17,3	21,4	49,5	17,8	4,9
Bamenda x Avros	10,4	17,6	15,3	32,5	13,8	7,1
Tanzania x Avros	18,0	26,1	27,7	51,6	17,3	4,5
Deli x Avros	22,1	32,1	38,8	68,8	15,4	3,3
Deli x Ghana	9,7	24,5	21,6	44,5	20,2	3,9
Deli x La Mé	9,8	17,5	16,1	35,7	23,7	8,8

1. Evaluación en enero del 2002, luego de pasado el pico de incidencia. Se contaron las hojas nuevas sanas producidas después del ataque y el número de racimos presentes en el momento

2 La escala de severidad tomó en cuenta el número de hojas amarillas, con pudriciones o secamientos, y el porcentaje de la hoja afectado.

transcurrido desde que se presentó el ataque; una planta que fue atacada en forma más reciente al momento de la evaluación, tiene evidentemente menos hojas producidas.

Quepos (Naranja), Costa Rica

Esta prueba de seis cruces comerciales fue también sembrada en Quepos, pero en el extremo sureste de la plantación, en donde la aparición de la flecha seca había sido más tardía con respecto al sector de Cerros. Los suelos son también aluviales, pero de texturas menos gruesas. El experimento se sembró como un 'honey comb', arreglo que permite exponer cada genotipo a prácticamente todas las posibles variaciones de suelo dentro del área, y de esta manera evitar cualquier escape a las posibles condiciones de predisposición hacia el desorden.

Los resultados siguieron las mismas tendencias encontradas en las pruebas anteriores: Deli x Avros fue la variedad más susceptible, y mostró una tasa de incremento inicial de la enfermedad muy elevada (Figura 2). Las fuentes de polen Ekona mostraron, en general, tolerancia. La respuesta del cruce Bamenda x Ekona fue consistente en cuanto a que la tasa de incremento inicial de la enfermedad fue más lenta, lo cual es una ventaja, pues permite que siempre haya un porcentaje importante de plantas que entran en la etapa de recuperación en diferentes períodos, con lo que se espera que el efecto sobre la producción se diluya en el tiempo. La situación contraria ocurrió con Deli x Avros, pues un alto porcentaje de las palmas se enfermó en un lapso corto, de manera que el efecto sobre la

producción estuvo más concentrado en el tiempo. Al igual que en la prueba anterior en la zona de Quepos, la variedad (mezcla de cruces) Deli x La Mé resultó sobresaliente.

La severidad² de los síntomas aumentó durante la época más lluviosa del año

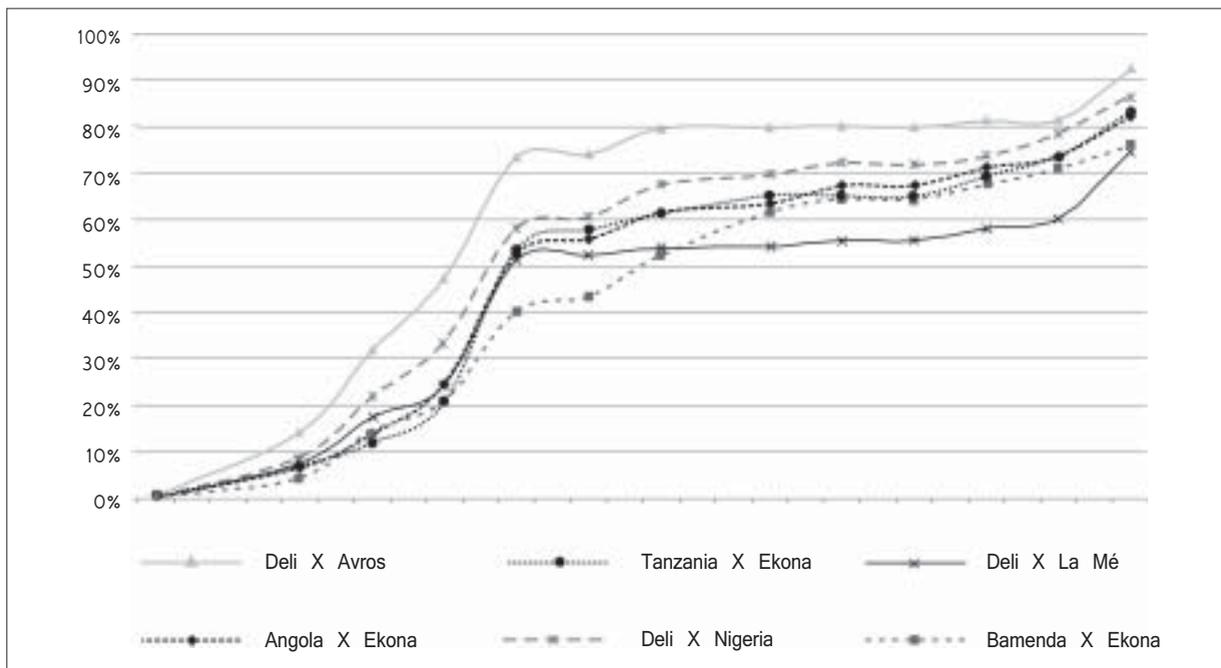


Figura 2. Incidencia de flecha seca en seis cruces comerciales sembrados en un área previamente afectada por la enfermedad, Quepos, Costa Rica.

(agosto-noviembre) y se observó una correspondencia entre esta variable y la incidencia. No obstante, la variedad Angola x Ekona mostró una alta severidad de los síntomas, al igual que Deli x Avros (Figura 3). Estas dos variedades también fueron las más vigorosas en su crecimiento aéreo. En el otro extremo de mayor tolerancia a la enfermedad se situó Bamenda x Ekona, lo que le confiere a esta variedad una ventaja adicional. Deli x La Mé y Deli x Nigeria también mostraron un ataque menos severo, pero la ventaja observada en Bamenda x Ekona fue que el síntoma de amarillamientos (muchos de los cuales revertieron) prevaleció sobre los secamientos y pudriciones, con lo cual se dio una menor pérdida de área foliar.

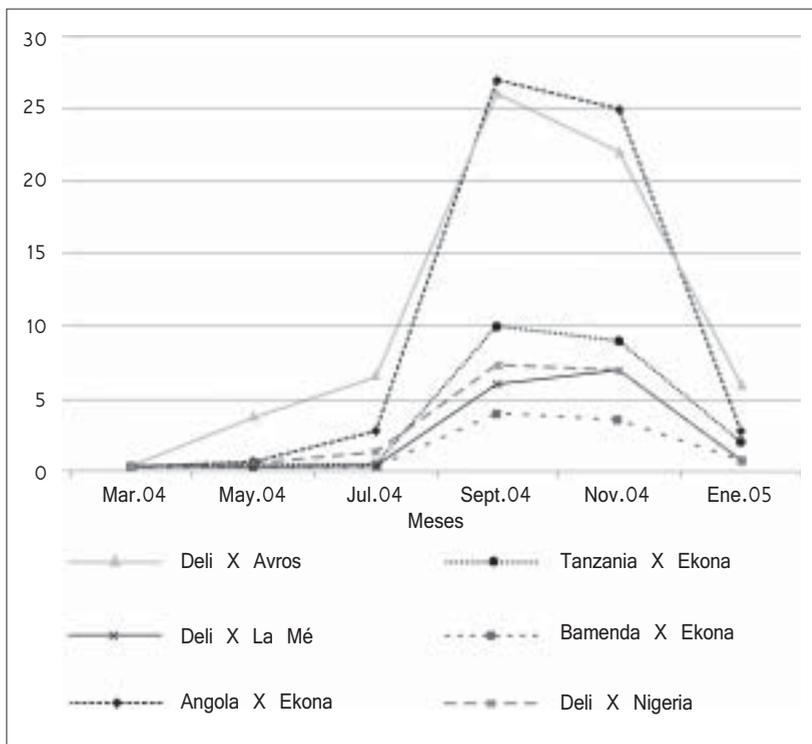


Figura 3. Severidad de los síntomas de la PC en seis cruces comerciales sembrados en Quepos.

Lotes comerciales

Existe una gran cantidad de información tomada por los departamentos de sanidad de diferentes compañías dedicadas a la siembra de la palma aceitera en toda América tropical. Como es natural, la PC siempre ha sido seguida de cerca y ha permitido comparar la incidencia entre diferentes cruces comerciales sembrados en sitios similares. Los datos casi invariablemente han señalado al cruce Deli x Avros como el más susceptible, pero no siempre las diferencias han sido claras entre otros orígenes sembrados. No obstante, en muchos sitios los cruces Deli x La Mé, Deli x Calabar y Deli x Nigeria se han comportado bastante bien. En algunos sitios la incidencia final ha sido similar a Deli x Avros, pero la recuperación de las plantas ha sido más rápida.

CONCLUSIONES

La especie *E. oleifera* es sin duda una fuente importante de resistencia a las pudriciones del cogollo en palma aceitera. Esta resistencia puede ser transmitida a la especie *E. guineensis* en los llamados híbridos OxG. Este hecho está documentado en la literatura, y también fue notado en el ensayo de prueba de progenies en Changuinola, Panamá. Sin embargo, aún persisten importantes problemas agronómicos que deben resolverse antes de que los híbridos OxG sean una alternativa real para sustituir a la especie *E. guineensis* como la especie comercial por excelencia.

No obstante, la producción de híbridos, con todas las características de productividad deseables de *E. guineensis*, y que sólo conserve los genes *oleifera* para un interés particular, es una opción real, que ya ha sido explorada con éxito por ASD de Costa Rica en la creación de las variedades compactas (Escobar y Alvarado, 2003).

En el caso de seguirse una estrategia similar para obtener variedades resistentes (o tolerantes) a las pudriciones del cogollo, se debe determinar primero si existen poblaciones particulares de *E. oleifera* y *E. guineensis*, en donde esta característica aparezca consistentemente. Lo cual puede ser una indicación de que efectivamente existe un grupo de genes asociados a la resistencia. Los resultados de este trabajo indican que tales poblaciones existen dentro de *E. guineensis*.

Los materiales Bamenda, Mobai y La Mé provienen de regiones del noroeste de África, en donde puede acumularse mucho estrés (particularmente hídrico). De otro lado, también existe evidencia circunstancial que indica que ciertas poblaciones *oleifera*, como las originadas en Surinam y norte de Brasil, también confieren un mayor grado de resistencia a las pudriciones del cogollo. Se podría inclusive especular que estas poblaciones de '*guineensis*' y '*oleifera*' podrían haber tenido un ancestro común antes de que los continentes se separaran. La conclusión es que la combinación de estos orígenes tiene claramente una excelente probabilidad de mostrar un alto grado de tolerancia o resistencia a las pudriciones del cogollo, y a cualquiera otra enfermedad en la que el estrés pueda actuar como factor de predisposición.

En la actualidad, la información colectada en numerosas siembras de variedades comerciales y pruebas de progenies en áreas afectadas por pudriciones del cogollo indica que existe la posibilidad de obtener cruces dentro de la especie *E. guineensis*, que pueden desempeñarse razonablemente bien cuando se presentan estos problemas. Algunas de las fuentes paternas (o maternas) en estos cruces no parecen realmente más resistentes que otras, pero algunas combinaciones particulares han mostrado un comportamiento claramente diferente.

La hipótesis de la existencia de factores de predisposición (estrés) como elementos necesarios para el desencadenamiento del cuadro de síntomas de la PC, se fortalece a partir de estas experiencias, ya que precisamente los cruces dentro de la especie *E. guineensis* que mostraron una mejor respuesta a la PC, también han sido los que mejor se han comportado cuando han sido expuestos a estrés (Alvarado y Sterling, 2005; Escobar *et al.*, 1999). Partiendo de este punto, el próximo paso sería la evaluación de una mayor diversidad de este tipo de materiales (ej. el origen Mobai de alta resistencia al estrés hídrico) en áreas afectadas por la PC. El origen Bamenda debe también ser seriamente considerado cuando se hagan nuevas combinaciones buscando resistencia a la PC.

Las características que podrían combinarse en estos cruces son una aparición tardía del desorden, una menor tasa de incremento en el tiempo, una menor incidencia final, menor severidad de los síntomas y una más rápida recuperación en las fases vegetativas



y reproductivas. Una tasa lenta de incremento en el tiempo es particularmente deseable (aunque la incidencia acumulada final sea relativamente alta), porque permite que un porcentaje de las plantas estén en la etapa de recuperación cuando otras se enferman, con lo cual se diluye el efecto negativo sobre la producción. Otra posible ventaja de la aparición tardía (plantas de mayor edad) de la enfermedad en una variedad, es que le permitiría acumular más reservas y en teoría ser capaz de soportar mejor el ataque de la enfermedad, y poder recuperar en forma más rápida su potencial productivo. Caso contrario sucede con una variedad como Deli x Avros, en la que los síntomas aparecen tempranamente -dificultando la recuperación de las plantas-, y un porcentaje muy alto de las plantas se enferma a la vez, con lo cual el efecto negativo sobre la producción se concentra.

En algunas variedades comerciales como Bamenda x Ekona se observó gran consistencia en su respuesta a la PC: el desorden apareció más tarde, la tasa de incremento en el tiempo fue menor, los síntomas fueron menos severos y la recuperación más rápida (tanto vegetativa como productiva). La variedad Deli x La Mé también mostró un buen comportamiento en varios de los ensayos. Igualmente se podría categorizar la respuesta de cruces como Bamenda x Ekona como de tolerancia, puesto que se ha observado una más rápida recuperación de los síntomas y un menor efecto negativo sobre la producción.

Varios cruces experimentales muestran un gran potencial para ser utilizados en sitios expuestos a diferentes tipos de estrés y en particular a las pudriciones del cogollo. Entre estos sobresalen Angola x Ekona, Deli/Angola x La Mé. Los resultados también permiten planear nuevos cruces que tienen una alta probabilidad de mostrar resistencia a la PC; actualmente se trabaja de manera activa en esta dirección.

Con el conocimiento actual de las pudriciones del cogollo en palma aceitera, aún no se puede hablar de su control total, pero ciertamente existen formas para convivir con el problema y aliviar sus efectos negativos en la producción.

Una combinación de estrategias de manejo incluye, en primer lugar, el uso de una o más variedades con diferente reacción de resistencia, como una aparición tardía de la enfermedad, un lento crecimiento y una

más rápida recuperación. Esta estrategia permitiría diluir el efecto negativo de la enfermedad en el tiempo. También es posible que estas y otras características deseables se logren combinar en una sola variedad comercial, que puede incluso incluir algo de la sangre *oleífera*, pero bajo un esquema diferente al actual en cuanto al uso de los híbridos OxG.

En segundo lugar, ninguna estrategia de manejo de las pudriciones del cogollo puede obviar el efecto de los *factores de predisposición* sobre la aparición y desarrollo de la enfermedad. El máximo potencial de tolerancia a las pudriciones del cogollo en una variedad dada, sólo se obtendrá cuando se le dé el mejor manejo agronómico posible, lo cual incluye entre otras cosas, el uso de plantas vigorosas de vivero, la reducción o eliminación de los problemas de aireación en el suelo y el brindar a la planta una nutrición suficiente y equilibrada (particularmente el equilibrio entre bases) (Alvarado *et al.*, 1997; Turner, 1981; Chinchilla y Durán, 1998; de Franqueville, 2001; Chinchilla y Escobar, 2004).

El siguiente elemento que se ha de considerar es anticiparse para eliminar o reducir el efecto de los *elementos disparadores* del desorden, como un pico inusualmente alto de producción de racimos, lo cual debilita a las plantas, o un cambio brusco en la disponibilidad de agua; por ejemplo, un verano muy seco (en una zona con suelos muy livianos y en donde las reservas de potasio en el suelo sean bajas), seguido de lluvias abundantes que saturan rápidamente el suelo, y no permiten que las plantas renueven su sistema radical superficial dañado por la sequía anterior.

Finalmente, se deben eliminar los *elementos agravantes* del problema, como las plagas que aprovechan el debilitamiento de las plantas afectadas para establecerse en ellas y que en algunos casos causan su muerte, como el picudo o gualpa (*Rhynchophorus palmarum*), *Cyparissius daedalus* y *Sagalassa valida*.

En las regiones en donde las pudriciones no son letales, las estrategias planteadas tienen una alta probabilidad de funcionar. En el caso de regiones en donde la enfermedad parece ser letal en la mayoría de los casos, se deben buscar las razones para estas diferencias, que no parecen estar en la patogenicidad de un posible agente causal, sino en la condición fisiológica de la planta en el momento del ataque y en el período subsiguiente.



BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, A; Sterling, F. 2005. Variedades de palma aceitera tolerantes al estrés. *ASD Oil Palm Papers*, 28: 5-20
- 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.
- Breure, C.J. 2006. Performance of ASD's oil palm parent material in South Sumatra: the search for elite planting material for Indonesia. *Oil Palm Papers*, 29: 1-18 (en prensa)
- Chinchilla, C; Escobar, R. 2004. The red ring and other diseases of the oil palm in Central and South America. In: *Proc. of the International Conference on pests and diseases of importance to the oil palm industry*. Kuala Lumpur, May 2004. p. 37-52
- Chinchilla, C; 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; Durán, N. 1998. Management of phytosanitary problems in oil palm: an agronomic perspective. *Palmas*, 19 (número especial): 242-256.
- Chinchilla, C; 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; 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; Tinker, P. 2003. *The Oil Palm* (4th. Ed). Blackwell Publishing, Oxford. 562 p.
- De Franqueville, H. 2001. *Oil palm bud rot in Latin America: preliminary review of established facts and achievements*. CIRAD/ BUROTROP, France. 33 p.
- Duff, A. 1963. The bud rot-little leaf disease of the oil palm. *J. West Inst. Oil Palm Res.* 4 (14): 176-190. Escobar, R; Sterling, F; y Peralta, F. 1999. Oil Palm Planting materials by ASD de Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers*, 14:1-12.
- Escobar, R; Alvarado, A. 2003. Strategies in production of oil palm compact clones and seeds. In: *Proc. Of the 2003 MPOIB Agric. Conf.* Kuala Lumpur, Malasia. 24-28 August 2003. p. 75-90.
- Kovachich, W. 1957. Some diseases of the oil palm in the Belgian Congo. *J. West African Inst. for Oil Palm Res.* 2: 221-229.
- Mariau, D; van de Lande, H; Renard, J; Dollet, M; Rocha de Souza, L; Rios, R; Orellana, F; Corrado, F. 1992. Oil palm-bud rot- type diseases in Latin America. Syptomatology, epidemiology, incidence. *Oléaginéux* 47(11): 605-618.
- Monge, J; Chinchilla, C; Wong, A. 1993. Studies on the etiology of the crown disease\spear rot syndrome in oil palm. *ASD Oil Palm Papers*, 7: 1-16.
- Sterling, F; Alvarado, A. 1995. Ekona y Calabar como fuentes alternativas de progenitores masculinos en la producción comercial de palma aceitera. *ASD Oil Palm Papers*, 11: 23-32
- Sterling, F; Alvarado, A. 2002. Historia de las colecciones de germoplasma de palma aceitera de ASD de Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers*, 24: 1-31
- Richardson, D; Alvarado, A. 2003. Origen y uso en ASD de Costa Rica de genes de palma aceitera provenientes de Nigeria. *ASD Oil Palm Papers*, 26:1-32.
- Turner, P. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders*. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. 280 p.
- 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.