

# Factores relacionados con la incidencia del arco defoliado en la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) y su efecto sobre el crecimiento y la producción\*

C.J. BREURE<sup>1</sup> & F.X. SOEBAGJO<sup>2</sup>

## RESUMEN

*Se investigó el arco defoliado en familias de palma de aceite derivadas de cuatro progenitores femeninos (Deli) dura y tres progenitores masculinos pisífera. Estas familias se sembraron en Sumatra del Norte, en Bah Lias (después de un cultivo de caucho) y en Gunung Melayu (después de un cultivo de palma africana).*

*Los primeros síntomas se observaron en las hojas jóvenes recién emitidas a los 8 meses de la siembra definitiva. La gravedad de los síntomas llegó al punto máximo a los doce meses y luego disminuyó paulatinamente hasta que prácticamente ninguna de las hojas nuevas de las palmas de más de 35 meses aparecía afectada. En Gunung Melayu la incidencia del arco defoliado, en términos de gravedad en las hojas recién emitidas y de porcentaje de palmas afectadas, es el*

*doble que en Bah Lias. En los dos lugares la incidencia era mayor en el material vegetal de origen exclusivamente indonesio. En este material, el arco defoliado retarda considerablemente el crecimiento vegetativo y reduce la producción acumulada de aceite durante los 6 primeros años de producción en un 4.5% y la pérdida más alta se presenta en el primer año.*

*La relación entre el arco defoliado y las condiciones de nutrición no es consistente. No obstante, el efecto de la rotación de cultivos sobre el arco defoliado merece investigación más profunda.*

*La contribución de los progenitores dura a la enfermedad del arco defoliado es más evidente que la del material pisífera. Parece que el tamizado de genotipos constituye el método más eficaz de control de esta enfermedad.*

## INTRODUCCION

El trastorno más frecuente de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) durante los primeros años de siembra definitiva es el arco defoliado o mal de juventud. Ha sido identificado prácticamente en todos los países donde existe este cultivo y es especialmente marcado en algunas siembras de Sumatra del Norte (Turner, 1981). Aunque en la región el arco defoliado es una enfermedad que se conoce ampliamente desde hace más de 60 años (Heusser, 1927), no se sabe de inves-

tigaciones detalladas respecto del papel que en ella desempeñan los patógenos y la nutrición, ni del efecto de dicho trastorno sobre la producción de aceite y el desarrollo vegetativo.

La predisposición genética al arco defoliado es evidente (Blaak, 1970, De Bercheoux & Gascon, 1963). Sin embargo, con frecuencia se ha descuidado la selección con base en la resistencia al arco defoliado, posiblemente debido a que se trata de una enfermedad transitoria que parece no tener mayores consecuencias sobre la producción después de que la palma se recupera completamente. Los síntomas aparecen como una tronchadura de las hojas que están abriendo, junto con una pudrición micótica de los folíolos que están del lado opuesto a la

1. HARRISON FLEMING ADVISORY SERVICES LTD., 1-4 GREAT TOWER STREET, LONDRES EC3R 5AB, REINO UNIDO:

2. ESTACIÓN DE INVESTIGACIÓN BAH LIAS. PTPP LONDON SUMATRA INDONESIA, P.O. Box 155, MEDAN, INDONESIA.

\* TOMADO DI. EYPHYTICA 54 - 1991.

parte doblada de la nervadura central del pecíolo. Esta enfermedad no es letal y en últimas se producen pecíolos sucesivos sin ningún síntoma. No obstante, dado que el doblamiento es permanente y que antes del cierre de la masa foliar la intersección de la luz tiene una relación prácticamente lineal con el diámetro de la corona, la producción fotosintética se ve obstaculizada durante un lapso considerablemente prolongado, después de la emisión de hojas sanas. En especial la formación de inflorescencias femeninas requiere un suministro mínimo (umbral) de fotosintatos (Breure, 1987), de modo que es de esperarse que el arco defoliado retarde el inicio de la producción. Nunca se ha cuantificado el efecto en la producción temprana. De hecho, la medición de las pérdidas por causa del arco defoliado que Heusser (1972) efectuó en Sumatra del Norte se basó en una clasificación visual, en términos de producción de racimos de las palmas, aproximadamente a los 8 años de siembra definitiva. Por consiguiente, registramos la producción de racimos de las palmas afectadas y de las que se encontraban sanas al inicio de la producción.

El retardo en el desarrollo vegetativo (por causa del arco defoliado) se calcula en forma bastante precisa por el área del corte transversal de pecíolo (Corley & Gray, 1976), mientras que la media del área foliar por palma indica el efecto de la enfermedad sobre la rapidez de la expansión de la masa foliar y más adelante indica la capacidad de competir por la luz con las palmas circundantes. La magnitud del área del corte transversal del pecíolo y del área foliar también contribuyen a predecir en forma confiable el inicio de la cosecha (Pjahang Sew y colaboradores, 1977). Se obtuvieron registros de tres experimentos establecidos principalmente con otros fines, además de la producción y el crecimiento.

En uno de ellos, se midió el nivel de gravedad de los síntomas en las hojas recién emitidas, de modo que la reducción potencial en la producción de aceite y el retardo en el crecimiento vegetativo se pueden analizar en función de la gravedad del arco defoliado. La medición frecuente también permite hacer un seguimiento de la gravedad en la población de palmas con el tiempo.

El material vegetal constaba de dos grupos de familias identificadas, sembradas en Bah Lias y Gunung Melayu en Sumatra del Norte. Las familias provenían de cuatro poblaciones de mejoramiento (Deli) *dura* (progenitores femeninos) y tres fuentes diferentes de *pasifera* (proge-

nitores masculinos). De esa manera se podía comparar el material de diferentes semillas sobre la base de la gravedad del arco defoliado. De Berchoux & Gascon (1963) y Blaak (1970) estudiaron la base genética del arco defoliado, en términos de los factores de Mendel y llegaron a conclusiones divergentes, posiblemente debido al hecho de que el material utilizado difería en cuanto a constitución genética. El material actual no es el apropiado para dilucidar la base genética. Nuestros registros permiten solamente realizar un análisis estadístico encaminado a calcular la capacidad general de combinación de los progenitores en lo que se refiere a la gravedad del arco defoliado.

En Sumatra del Norte, Turner (1973) observó diferencias entre siembras de material genético comparable en lo que se refiere a la incidencia del arco defoliado. Supue-

tamente esto se relaciona con las diferencias en el tipo de suelos. Con el fin de verificar esta hipótesis, analizamos los suelos de los dos sitios. Hasselo (1959) postuló que la incidencia de la enfermedad puede verse afectada por la fertilización de Mg y K. En el presente informe se verifica esta hipótesis, puesto que uno de los experimentos estudia los diferentes sistemas de fertilización. Así mismo, sobre la base de este estudio, podemos inferir una posible relación con la rotación de cultivos,

como la que se ha encontrado en el caso de otras enfermedades (Turner, 1981), puesto que en Bah Lias el experimento se sembró después de sembrar caucho y en Gunung Melayu después de sembrar palma.

*El retardo en el desarrollo vegetativo se calcula en forma precisa por el área del corte transversal de pecíolo.*

## MATERIALES Y METODOS

### Localidades

Los experimentos se ubicaron en Bah Lias y Gunung Melayu, dos plantaciones de PTPP London Sumatra Indonesia en Sumatra del Norte, Indonesia. En ambos lugares los suelos son podsólicos. En Bah Lias, los experimentos se establecieron en suelos que anteriormente estaban sembrados de caucho y en Gunung Melayu de palma africana. Si bien menor, otra de las diferencias entre las dos zonas es la precipitación, ya que Gunung Melayu es más húmedo que Bah Lias (un promedio de 2500 contra 1700 mm. anuales, respectivamente).

### Experimentos

En los experimentos se sembraron familias identificadas de tenera, que es un híbrido monofactorial de las madres

Tabla 1. Esquema de cruzamientos de los progenitores (codificados) de los grupos A, B y C del Experimento 1

Grupo A	Pisifera						
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
<i>Dura</i>							
D1	xx	D2	xx				
D3	x						
D4	x						
D5	x						
D6	x						
D7		x					
D8		x					
D9			x				
D10			x				
D11				x*	x*		
D12				x*			
D13				x*			
D14				x*			
D15					x*		
D16					x*		
D17						x	
D18						x	
D19						x	
D20							x
D21							x
Grupo B	Pisifera						
	p1	p8	p9	p10	p11	p4	p12
<i>Dura</i>							
D22	x*						
D23	x*x*		x*x*				
D24		x*x*					
D25			x*x*				
D26				x*x*		x*x*	
D27	x*				x*		
D28	x*		x*x*	x*x*			
D29		x*				x*x*	x*
Grupo C	Pisifera						
	p13	p14	p15	p16	p17	p18	
<i>Dura</i>							
D30	x*	x*					
D31	x*						
D32	x*						
D33	x*		x*				
D34		x*					
D35		x*					
D36			x*	x*			
D37			x*		x*		
D38					x*		
D39					x*		
D40		x*					
D41		x*					
D42			x*				
D43			x*				
D44			x*	x*			
D45			x*				
D46				x*			
D47						x	
D48						x	

\* = cruces emparentados

*dura* y padres *pisifera*. Las madres *dura* son de una población mejorada normalmente denominada "Deli" *dura* (Hardon y colaboradores, 1969).

El experimento 1 tenía un diseño de parcela dividida y comparaba las densidades de siembra de 128, 143 y 160 palmas por hectárea en parcelas principales y tres grupos de familias en subparcelas de 24 palmas. Las parcelas estaban rodeadas por una orilla conformada por la misma mezcla de familias que las palmas del centro. El experimento se sembró en noviembre de 1979 con cinco replicaciones tanto en Bah Lias como en Gunung Melayu.

Los tres grupos de familias se codificaron como A (22 familias), B (15 familias) y C (24 familias). Los grupos A y B se derivaron de material parental cultivado exclusivamente en Indonesia y el C de material seleccionado en Papua-Nueva Guinea después de varias generaciones de mejoramiento en Malasia (Breure y colaboradores, 1982). Los esquemas de cruzamiento de los progenitores en cuestión aparecen en la Tabla 1.

Las familias emparentadas, es decir aquellas que tienen uno de los progenitores en común, se analizaron con el fin de establecer el efecto parental sobre la gravedad del arco defoliado (para la definición matemática de un diseño de parentesco ver John, 1971). La razón es que el ajuste de las diferencias entre las madres conforme al efecto de los padres y de las diferencias entre los padres conforme al efecto de las madres solamente se pueden lograr con el parentesco correcto. Como aparece en la Tabla 1, las familias de A, B y C se derivaron de 6, 8 y 17 progenitores *dura*, respectivamente, de los cuales todos se obtuvieron de diferentes programas de mejoramiento. Las dos y siete *pisíferas* involucradas en las familias emparentadas de A y B provenían de un programa de mejoramiento mientras las cinco *pisíferas* del grupo C provenían de otro. Por otra parte, todas las familias se incluyeron en el análisis del efecto del sitio y de la fuente de la

semilla en la incidencia y la gravedad del arco defoliado. Se combinó todo el conjunto de familias para evaluar el impacto de la gravedad del arco defoliado sobre el crecimiento y la producción. Dado que la enfermedad se presentaba con anterioridad al inicio de la competencia entre palmas, los registros de las tres densidades se reunieron en el análisis.

El Experimento 2a fue un ensayo de fertilización consistente de 56 parcelas, de las cuales cada una tenía la misma mezcla de 36 familias identificadas. Estas se obtuvieron de semillas producidas en Indonesia de las fuentes A (10 familias), B (7 familias) y una fuente D (19 familias), cuyos progenitores se derivaban en parte de programas de mejoramiento indonesios y en parte malayos.

Las familias de las fuentes A y B eran diferentes a las del Experimento 1.

Los programas de fertilización incluían tres niveles de N (500, 1000 y 1500g. de sulfato de amonio por palma-1), P (500, 1000 y 1500g. de roca fosfórica por palma-1) y Mg (250, 500 y 750g. de quieserita por palma-1) y dos niveles de K (500 y 1000g. de cloruro de potasio por palma-1). Estos se aplicaron a los 8, 12 y 18 meses de la siembra y, antes y después de los tratamientos anteriores, se aplicó la fertilización normal de la plantación. El experimento se estableció en Gunung Melayu en 135 palmas por hectárea en noviembre de 1980.

El experimento 2b se condujo en Bah Lias con las mismas 36 familias del Experimento 2a, pero se diseñó en parcelas separadas de 16 palmas cada una. Se sembró en noviembre de 1980 con cinco replicaciones en una densidad de 128 palmas por hectárea.

Los progenitores de las familias de los experimentos 2a y 2b no tenían parentesco alguno. Además, una de las familias no se duplicó en el Experimento 2b. Las 35 familias restantes por lo tanto solamente se utilizaron para el análisis de los efectos de la ubicación y de la fuente de semilla sobre la incidencia del arco defoliado.

Se siguieron las prácticas estándar de cultivo, las cuales incluían el mantenimiento de una cobertura pura en las interlíneas de *Pueraria phaseloides* y *Calopogonium caeruleum* y el desgernado (eliminación de todos los

primordios florales) a intervalos mensuales hasta el final del segundo año después de la siembra.

#### Observaciones

En el Experimento 1, se registró la producción de racimos por palma durante las rondas semanales de cosecha desde el inicio de la producción en mayo de 1982 hasta abril de 1988. Se analizó una muestra de los racimos de la mayoría de las palmas para establecer los componentes que determinan la proporción entre el aceite del mesocarpio y el racimo al cuarto y quinto año de producción.

Las medidas foliares, conforme a las desarrolladas por Hardon y colaboradores (1969) y Corley y colaboradores (1971), se efectuaron por palma en los pecíolos emitidos a los 3, 4, 5 y 6 años de la siembra en el Experimento 1 y a los 1, 9, 21, 33, 36 y 65 meses de la siembra en cinco palmas enfermas y cinco palmas sanas tomando muestras de cada una de las 18 familias más afectadas en el Experimento 2a, con el fin de comparar el desarrollo de las palmas afectadas posteriormente por el arco defoliado con aquellas que se mantuvieron sanas.

En el Experimento 1, el arco defoliado por palma se calificó visualmente de cero a cinco (grave) en las nueve hojas más jóvenes, aproximadamente a intervalos de tres meses desde que aparecieron los síntomas del arco defoliado por primera vez hasta que prácticamente ninguna de las hojas emitidas aparecía afectada. Se seleccionó este intervalo por cuanto la emisión de hojas era aproximadamente de tres mensuales.

*La contribución de los progenitores dura a la enfermedad del arco defoliado es más evidente que la del material pisifera. Parece que el tamizado de genotipos constituye el método más eficaz de control de esta enfermedad.*

Para establecer una clasificación conveniente de gravedad, para cada palma se sumaron primero los diez puntajes de todo el período. Posteriormente se agruparon las palmas en insignificante, moderado (puntaje total de 1 a 3) y grave (puntaje total mayor a 3).

También se utilizó el puntaje total para cuantificar la media del puntaje del arco defoliado por palma para cada parcela experimental. En los Experimentos 2a y 2b se calculó el porcentaje total de palmas afectadas por el arco defoliado.

En el Experimento 1 se tomaron muestras de suelos a una profundidad de 0-15, 15-30 y 30-60 cm. en los dos sitios.

A los 33 y 45 meses de la siembra se tomaron muestras de la hoja 17 de una palma afectada y una sana de cada una de las familias del Experimento 1. Estas muestras se tomaron en los dos sitios y para cada período de análisis se agruparon por fuente de semilla. En el Experimento 2a, a los 36 meses de la siembra (poco después de la recuperación) se tomaron muestras de la hoja 17 en grupos de cinco palmas afectadas y cinco palmas sanas de cada una de las 18 familias más afectadas.

En todo el trabajo, el valor P del análisis de varianza es la probabilidad de que la distribución F bajo la hipótesis cero supere el valor F observado.

## RESULTADOS

### Progenitores

La incidencia (porcentaje de palmas afectadas) y gravedad del arco defoliado (media del puntaje total por palma) en las fuentes A y B fue significativamente más alta que en las fuentes C y D (Tabla 2).

Para el análisis de la contribución parental a la gravedad del arco defoliado únicamente se partió del supuesto de un efecto aditivo. En el error residual se incluyó un efecto de interacción entre la madre y el padre (capacidad específica de combinación. Los progenitores (*Deli dura*) difieren significativamente ( $P < 0.01$ ) en las tres fuentes de semilla, pero los padres *pisifera* difieren únicamente en aquellos derivados de la fuente B (Tabla 3).

No obstante, debido a que solamente había dos progenitores *pisifera* en la fuente A, la contribución parental insignificante realmente no contradice los resultados de la fuente B, para la cual se utilizó el mismo grupo de *pisifera*. Por consiguiente, nuestros resultados sólo revelan una amplia diversidad de predisposición genética al arco defoliado dentro del (mismo) grupo de *pisifera* utilizado para las fuentes A y B pero no para la C.

### Lugar

El arco defoliado era más grave y más frecuente en Gunung Melayu que en Bah Lias (Tabla 2). Existían

diferencias menores entre los dos lugares en los que se refiere a textura del suelo y nutrientes del suelo. En Gunung Melayu los niveles intercambiables de Mg y Ca eran más bajos que en Bah Lias, pero se observó lo contrario en cuanto al P (Tabla 4).

*Aunque en la región el arco defoliado es una enfermedad que se conoce ampliamente desde hace más de 60 años, no se sabe de investigaciones detalladas respecto del papel que en ella desempeñan los patógenos y la nutrición.*

La misma tabla muestra que estas diferencias prácticamente no se reflejaban en el contenido de nutrientes foliares, posiblemente debido a que los fertilizantes correctivos se aplicaron en forma regular en los dos lugares.

No obstante el B foliar en Gunung Melayu estaba muy por debajo del de Bah Lias y por debajo del rango crítico establecido en informe de Hartley(1988).

### Nutrición mineral

Las palmas afectadas y no afectadas diferían considerablemente en el contenido de nutrientes foliares. No obstante, estas diferencias no eran consistentes a través de los dos

experimentos (tabla 5).

A diferencia de los resultados obtenidos por Hasselo (1959), ninguno de los nutrientes sometidos a prueba en el Experimento 2 afectaba la incidencia del arco defoliado.

### Gravedad en relación con la edad de la palma

Los primeros síntomas del arco defoliado se observaron a los 8 meses de la siembra y la gravedad llegó al máximo a los 12 meses (Figura 1). De ahí en adelante, la gravedad disminuyó gradualmente hasta que se estabilizó entre los 22 y los 35 meses. En las palmas de más de 35 meses de edad, prácticamente no se observó ningún síntoma en las hojas recién emitidas.

### Efecto del arco defoliado sobre el crecimiento y la producción

El análisis del efecto de la enfermedad sobre el crecimiento y la producción se limitó a las familias sembradas en Gunung Melayu, donde el índice de gravedad del arco defoliado era más severo. No obstante, los valores promedio por tipo de gravedad en las familias están sesgados. Por consiguiente, con el fin de hacer la corrección correspondiente al efecto familiar, aplicamos

Tabla 2. Incidencia del arco defoliado (porcentaje de palmas afectadas) y gravedad (media puntaje acumulado a través de las nueve hojas más jóvenes por palma) para diferentes fuentes de semilla en Bah Lias (BL) y Gunung Melayu (GM) durante los primeros 35 meses después de la siembra. Expts. 1 y 2

Fuente de semilla	Experimento 1			Experimento 2		
	Gravedad; incidencia en paréntesis			Incidencia		
	BL	GM	Media	BL	GM	Media
A	1.48 (27.1)	2.15 (46.2)	1.81*(36.7)	12.9	36.6	24.8 <sup>a</sup>
B	1.17 (22.5)	2.50 (39.4)	1.84*(31.0)	23.8	46.7	35.2 <sup>b</sup>
C	0.35 (10.2)	0.60 (16.9)	0.47*(13.6)	-	-	-
D				1.3	14.5	7.9 <sup>c</sup>
Media	1.00 (19.9)	1.75 (34.2)	1.38 (27.1)	12.6	32.6	22.6

Nota: La media de las fuentes de semilla dentro de experimentos seguida por letras diferentes difieren significativamente

Análisis de varianza del Experimento 1			
Variable: Media puntaje total	DF	%SS	P
Fuente de variación			
Lugar	1	18	0.0001
Replicaciones dentro de los lugares	8	1	-
Densidad	2	< 1	0.5111
Ubicación x Densidad	2	< 1	0.532
Error (1)	16	5	
Fuente	2	52	0.0001
Ubicación x Fuente	2	6	0.0001
Densidad x Fuente	4	2	0.077
Ubicación x Densidad x Fuente	4	1	0.27
Error (2)	48	13	
Total corregido	69	100 (70.16)	

Análisis de Varianza del Experimento 2			
Variable: porcentaje palmas afectadas	DF	%SS	P
Fuente de variación			
Fuente de la semilla	2	24	0.0001
Familias dentro de la fuente de semilla	32	51	0.0001
Lugar	1	16	0.0001
Fuentes x ubicaciones	2	1	0.09
Error	32	8	
Total corregido	69	100 (36633.4)	

el análisis de mínimos cuadrados. El estudio está dirigido a las fuentes indonesias, o sea A y B, puesto que éstas fueron utilizadas tanto en el Experimento 1 como en el 2a.

El área del corte transversal del pecíolo, como medida sensible para evaluar el crecimiento vegetativo (Corley

& Gray, 1976), y el área foliar disminuyeron significativamente en función de la gravedad del arco defoliado (Tabla 6).

Antes del mes 9 no se registró diferencia alguna en el área del corte transversal del pecíolo entre las palmas-afectadas y sanas. Sin embargo, del mes 21 en adelante

Tabla 3. Análisis de varianza para verificar la homogeneidad de los progenitores femeninos *dura* y masculinos *pisifera* respecto de su efecto sobre la gravedad del arco defoliado (puntaje acumulado a través de las nueve hojas más jóvenes por palma). Expt. 1

Fuente de variación	Fuente de A			Fuente de B			Fuente de C		
	DF	%SS	P	DF	%SS	P	DF	%SS	P
Lugar	1	2	0.28	1	6	0.000	1	3	0.01
<i>Pisifera</i> ajustada conforme a <i>dura</i>	1	5	0.11	6	36	0.001	4	5	0.97
<i>Dura</i> ajustada conforme a <i>pisifera</i>	5	35	0.005	7	36	0.000	16	36	0.000
Error	34	58		129	22		56	56	
Total corregido	41	100 (97.00)		143	100 (1563.83)		131	100 (93.70)	

(después de la incidencia máxima), el área del corte transversal del pecíolo de las palmas enfermas era más pequeña ( $P < 0.05$ ) que la de las palmas sanas (Figura 2).

Por lo tanto, el retardo que se observó en el crecimiento vegetativo (Tabla 6) parece estar relacionado con el arco defoliado. La producción total por palma durante los primeros seis años de producción se redujo considerablemente ( $P < 0.01$ ) en función de la gravedad del arco defoliado (Tabla 7).

El efecto de la enfermedad sobre la producción fue mayor en el año 1 ( $P < 0.01$ ), fue insignificante en el año 2 ( $P = 0.64$ ) y de ahí en adelante la producción declinó en forma consistente ( $P < 0.01$ ) con el aumento de la gravedad del arco defoliado hasta el final del período de registro (año 6). La relación aceite a racimo disminuyó en forma pronunciada ( $P < 0.05$ ) con la gravedad del arco defoliado, debido a la reducción tanto de la relación aceite a mesocarpio como la de mesocarpio a fruto (Tabla 8).

## DISCUSION

Tabla 4. Análisis foliar y de suelos de Bah Lias y Gunung Melayu (Exp. 1)

	Bah Lias	Gunung Melayu
Suelos (media de las muestras tomadas a 0-15, 15-30 y 30-60 cm.)		
Arcilla (%)	35	47
Limo (%)	14	12
Arena (%)	51	40
C (%)	0.84	1.01
N (%)	0.11	0.10
PH-KCl	4.75	4.59
K intercam. m eq/100g.	0.11	0.07
Ca intercam. m eq/100g.	1.56	0.53
Mg intercam. m eq/100g.	0.34	0.17
Cap intercambio de cationes (CIC) m eq/100g.	1.49	1.50
P ppm	4.38	8.42
Contenido de nutrientes en hoja 17		
N (%)	2.67	2.74**
P (%)	0.167	0.175
K (%)	1.16	0.96**
Ca (%)	0.78	0.73*
Mg (%)	0.27	0.26
Cl (%)	0.440	0.479**
Mn (ppm)	871	717**
B (ppm)	12.9	8.0**

\* $P < 0.05$  \*\*  $P < 0.01$

Nota En el análisis del contenido de nutrientes foliares se utilizaron como replicaciones las tres fuentes de semilla y los dos periodos de muestreo

La producción de racimos declinó en función de la gravedad del arco defoliado y la mayor pérdida se hizo evidente en el primer año de producción. Este resultado no es sorprendente puesto que a esa edad la masa foliar aún no se ha cerrado, de manera que el

Tabla 5. Contenido de nutrientes en la hoja 17 en palmas afectadas y no afectadas por el arco defoliado. Expt. 1: Media de las muestras tomadas en Bah Lias y Gunung Melayu de palmas de las fuentes A, B y C a los 35 y 45 meses de la siembra. Expt. 2: Media de las palmas vivas afectadas y vivas no afectadas muestreadas dentro de cada una de las 18 familias muy afectadas.

	Experimento 1		Experimento 2	
	Afectadas	No afectadas	Afectadas	No afectadas
N (%)	2.72	2.69	2.72	2.70
P (%)	0.171	0.171	0.187	0.187
K (%)	1.05	1.06	0.90	1.08*
Ca (%)	0.74	0.77	0.68	0.65
Mg (%)	0.26	0.27	0.21	0.21
Cl (%)	0.482	0.437**	0.524	0.535
Mn ppm	824	763	730	905*
B ppm	10.5	11.3	8.5	8.3

\* $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$

Nota En el análisis del contenido de nutrientes foliares se utilizaron como replicaciones las tres fuentes de semilla y los dos periodos de muestreo

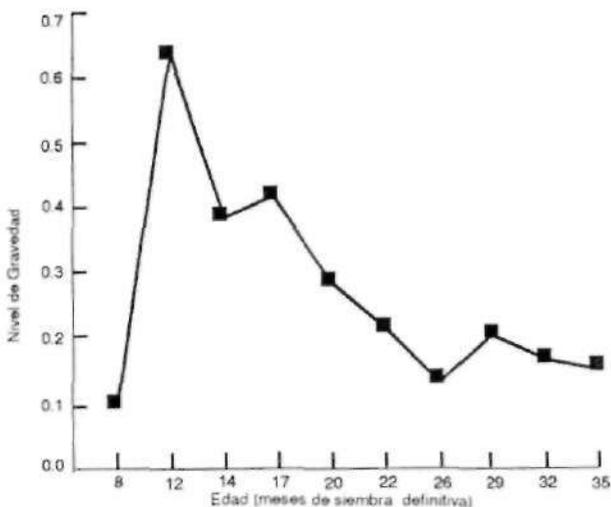


Figura N° 1. Gravedad del arco de foliado (media del puntaje a través de toda la población) a diferentes edades (meses después de la siembra). Resultados agrupados de las fuentes A y B del Exp. 1 en Gunung Melayu.

Tabla 6. Área del corte transversal del peciolo (cm<sup>2</sup>) y área (m<sup>2</sup>) de las hojas que abren a diferentes edades (años después de la siembra) en palmas con tres niveles de gravedad de arco defoliado. Valor medio de las fuentes de semilla A y B en Expt. 1 en Gunung Melayu.

Años de siembra	Nivel de gravedad			P
	Insignificante	Moderado	Grave	
Área del corte transversal del peciolo				
3	15.38	15.25	14.98	0.39
4	21.83	20.98	20.13	0.00
5	25.28	24.12	23.48	0.00
6	27.57	27.15	25.51	0.00
7	32.51	31.02	28.96	0.00
8	34.84	33.55	32.58	0.01
Área foliar				
3	5.10	5.03	4.83	0.00
4	6.57	6.53	6.19	0.00
5	7.57	7.48	7.02	0.00
6	8.18	7.93	7.59	0.00
7	9.46	9.25	8.57	0.00

Insignificante = incidencia nula; moderado = puntaje total por palma entre 1 y 3; grave = puntaje total por palma de más de 3.

diámetro reducido de la corona de las palmas enfermas, por causa del tronchamiento de las hojas, tiene que afectar la intersección de la luz y por consiguiente la producción fotosintética. Por otra parte, el área foliar permaneció consistentemente más baja en las palmas afectadas que en las sanas, lo cual impide la intersección de la luz hasta mucho después de que desaparecen los síntomas. Esto explica el prolongado efecto residual del arco defoliado en la producción por palma. No obstante, parte de la producción más alta de las palmas sanas puede atribuirse a la menor capacidad competitiva de las palmas (enfermas) circundantes que sufren de un retardo en la expansión del área foliar. La pérdida acumulada en la cosecha por hectárea podría ser menor de lo que se puede inferir de los registros de las palmas individuales de las palmas afectadas. No obstante, esta

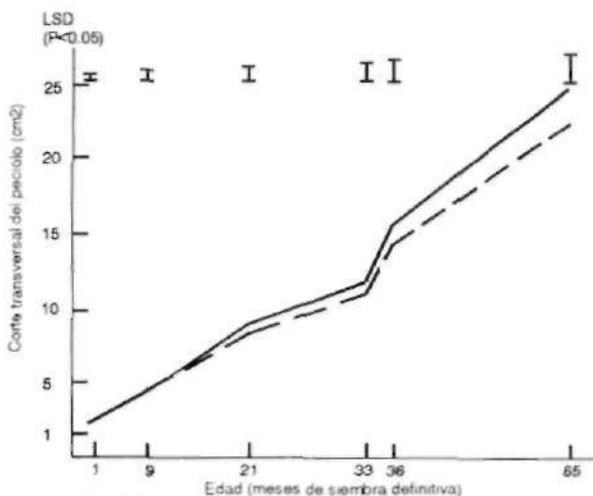


Figura N° 2. Media del área del corte transversal del peciolo (cm<sup>2</sup>) de las primeras hojas completamente abiertas a diferentes edades en cinco palmas no afectadas (—) y cinco afectadas (---) muestreadas en cada una del 50% de las progenies más afectadas en el Exp. 2a.

ventaja competitiva debe haber sido insignificante durante el período anterior al cierre de la masa foliar, lo cual corresponde aproximadamente a los tres primeros años productivos. Durante ese lapso, el arco defoliado redujo la producción por palma un 4% y, al tomar en cuenta el efecto nocivo sobre la tasa de extracción, la producción de aceite se redujo aproximadamente un 4.5%. Este estimativo se hace sobre la base de comparar el promedio de la producción real por palma y la producción de las palmas sanas. La aparente desaparición transitoria del efecto de la enfermedad en el segundo año es curiosa, pero explicable. El arco defoliado obstaculiza la expansión del área foliar y del área del corte transversal del peciolo, lo cual, como lo demuestran Phang Sew y colaboradores (1977), indica que retarda el inicio de la producción de inflorescencias femeninas.

El arco defoliado por consiguiente también acorta el período de desgemación, del cual se sabe (cotéjese Corley & Hew, 1976) disminuye la "fase usual de recesión" (cuando la producción se ve negativamente afectada por la desgemación). El segundo año de producción también coincidía con la época en la cual todos los síntomas de las palmas enfermas se habían desvanecido. La observación de que las palmas no presentan pérdida aparente en la cosecha en el momento de la recuperación puede ser el motivo por el cual aparentemente se prestó poca atención al tamizado de la susceptibilidad al arco defoliado de los progenitores en los programas de mejoramiento en Sumatra (fuentes A y B). De hecho, las siembras de este material relativamente susceptible

pueden haber sido las responsables de la alta incidencia del arco defoliado en Sumatra, según informe de Turner (1973).

Nuestro estudio confirma informes anteriores sobre la predisposición genética al arco defoliado y es posible que la medida de control más adecuada sea el mejoramiento en busca de material menos susceptible. Para que el tamizado sea efectivo, las pruebas de familias deberían concentrarse en las zonas donde se sabe existe una alta incidencia, como Gunung Melayu. Además, el esquema de cruzamientos debería garantizar los parentescos suficientes entre familias, como lo ilustra el esquema de cruce del Grupo A (Tabla 1), en el cual solamente se pudieron comparar 2 *pisíferas* de 7 y 6 *duras* de 21 sobre la base de su capacidad de combinación para establecer la gravedad del arco defoliado. La diferencia en algunos contenidos de nutrientes entre las palmas enfermas y las sanas después de la recuperación puede ser más un efecto residual de la tronchadura de las hojas que una causa directa. Esta fue una desventaja del presente estudio y cualquier investigación que se emprenda en el futuro debe incluir análisis de nutrientes más frecuentes, comenzando antes de la aparición de los síntomas. Además, parece que vale la pena investigar el papel que desempeñan algunos nutrientes (especialmente el Boro) utilizando familias o clones de palma africana de alta susceptibilidad al arco defoliado.

Dentro de los lineamientos de informes anteriores (cotéjese Turner, 1981), la diferencia en la gravedad del arco defoliado entre Bah Lias y Gunung Melayu aparentemente no está relacionada con la nutrición mineral, puesto que no se hallaron diferencias consistentes en el contenido foliar y del suelo entre los dos lugares. Es por lo tanto tentador inferir que la incidencia más alta que se

Tabla 7 Media de producción de racimos (kg/palma<sup>1</sup> año<sup>1</sup> a tres niveles de gravedad del arco defoliado para las fuentes de semilla A y B en Gunung Melayu durante los primeros seis años de producción Expt. 1

Años de siembra	Nivel de gravedad			P
	Insignificante	Moderado	Grave	
1	118	106	68	0.00
2	129	130	125	0.64
3	188	177	166	0.00
4	183	180	155	0.00
5	175	162	140	0.00
6	187	183	146	0.00
Area foliar	979	938	800	0.00

Insignificante = incidencia nula; moderado = puntaje total por pala entre 1 y 3; grave = puntaje total por palma de más de 3

Tabla 8. Aceite a racimo y sus componentes (%) a tres niveles de gravedad del arco defoliado. Valores medios de fuente de semilla A y B del Expt. 1 en en Gunung Melayu durante el 4o. y 5o. año de producción

	Nivel de gravedad			P
	Insignificante	Moderado	Grave	
Aceite de racimo	25.0	24.7	24.1	0.02
Fruta de racimo	66.0	66.0	66.1	0.98
Mesocarpio a fruta	72.0	71.8	70.5	0.01
Aceite a mesocarpio	52.6	52.1	51.6	0.03

Insignificante = incidencia nula; moderado = puntaje total por pala entre 1 y 3; grave = puntaje total por palma de más de 3.

registra en Gunung Melayu está relacionada con el hecho de que el cultivo anterior era de palma de aceite.

Se puede confirmar un posible efecto de la rotación mediante la siembra de material susceptible en Gunung Melayu tanto en las áreas renovadas como en las tumbas de selva o de otro cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del personal de Investigación de Bah Lias en la recopilación y procesamiento de datos. Agradecemos también al Dr. P.J.G. Keussporsu asistencia editorial, a los Dres. C.J.T. Spitters (fallecido), I. Bos, R.H.V. Corley y P.D. Turner por sus valiosos comentarios y al Dr. L.R. Verdooren y al Sr. I.M. Suwetja por su colaboración en el análisis de resultados.

Los autores agradecen a Harrisons Fleming Advisory Services y a London Sumatra Indonesia PTP por autorizar la presente publicación.

## BIBLIOGRAFIA

1. DE BERCHOUX, C. & J.P. GASCON, 1963. L'ARCURE DEFOLEE DU PALMIER A HUILE. ELEMENTS POUR L'OBTENTION DE LIGNES RESISTANTES. OLÉAGINEUX, 18: 713-715.
2. BLAAK, G., 1970. EPISTASIS FOR CROWN DISEASE IN THE OIL PALM (*EIAEIS GUINEENSIS* JACQ.). EUPHYTICA 19: 22-24.
3. BREURE, C.J., 1987. FACTORS ASSOCIATED WITH THE ALLOCATION OF CARBOHYDRATES TO BUNCH DRY MATTER PRODUCTION IN OIL PALM (*EIAEIS GUINEENSIS* JACQ.). PH D THESIS, AGRICULTURAL UNIVERSITY WAGENINGEN, 259 PP.
4. BREURE, C.J.J. KONIMOR & E.A.R. ROSENQUIST, 1982. OIL PALM SELECTION AND SEED PRODUCTION AT DAMI OIL PALM RESEARCH STATION, PAPUA NEW GUINEA. OIL PALM NEWS, 26: 6-22.

- 5 CORLEY, R.H.V. & B.S. GRAY, 1976. GROWTH AND MORPHOLOGY. IN: R.H.V. CORLEY, J. J. HARDON & B. J. WOOD (EDS) OIL PALM RESEARCH, 7-19. AMSTERDAM: ELSEVIER.
- 6 CORLEY, R. H. V. & C. K. HEW, 1976. DISBUDDING. IN: R.H.V. CORLEY, J.J. HARDON & B.J. WOODS (EDS) OIL PALM RESEARCH, 291-297. AMSTERDAM: ELSEVIER.
- 7 CORLEY, R.H.V., J.J. HARDON & G.Y. TAN, 1971. ANALYSIS OF GROWTH OF THE OIL PALM (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.). I. ESTIMATION OF GROWTH PARAMETERS AND APPLICATION IN BREEDING. EUPHYTICA 20: 307-315.
- 6 HASSELO, H.N., 1959. BRITILISING OF YOUNG PALMS IN THE CAMEROONS. PL. SOIL 11: 113.
- 9 HARTLEY, C.W.S., 1988. THE OIL PALM. LONDON: LONGMAN, 761 PP.
- 10 HARDON, J.J., C.N. WILLIAMS & I. WATSON, 1969. LEAF AREA AND YIELD IN THE OIL PALM IN MALAYSIA. EXPERIMENTAL AGRICULTURE 5: 25-52.
- 11 HEUSSER, C, 1927. CROWN DISEASE. COMMUN. GEN. EXPER. STA. A.V.R.O.S., GEN. SER., 32: 34 PP.
- 12 JOHN, P.W.M., 1971. STATISTICAL DESIGN AND ANALYSIS OF EXPERIMENTS. LONDON: COLLIER-MACMILLAN, 356 PP.
- 13 PHANG SEW, C.H. OOI, K.W. CHAN & C.M. MENON, 1977. INFLUENCE OF SOILS SERIES AND SOIL DEPTH ON VEGETATIVE GROWTH AND EARLY FFB PRODUCTION OF THE OIL PALM (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.). IN: D.A. EARP & W. N=WAL (EDS) INTERNATIONAL DEVELOPMENTS IN OIL PALM 5 3-167, KUALA LUMPUR: INCORPORATED SOCIETY OF PLANTERS.
- 14 TURNER, P. D., 1973. DISEASES OF OIL PALM, RUBBER AND COCOA IN NORTH SUMATRA. UNDP/FAO PROJECT INS/72/004 STRENGTHENING RESEARCH ON RUBBER AND OIL PALM IN NORTH SUMATRA, DOCUMENT NO. 17, 172 PP.
- 15 TURNER, P.D., 1981 OIL PALM DISEASES AND DISORDERS. OXFORD UNIV. PRESS, 280 PP.



## ABONO PAZ DEL RIO

## FOSFORITA HUILA

## DOLOMITA

## SULFATO DE AMONIO

Magnesio 10%

Manganeso 10%

Fósforo asimilable 100%

Calcio 48%

Fósforo 22%

Carbonato de magnesio 36%

Carbonato de calcio 55%

Nitrógeno 21%

Azufre 21%

Informes y Ventas:

SOCIEDAD DE AGRICULTORES DE COLOMBIA, SAC

Carrera 7a. No. 24-89 - Piso 44 — Teléfonos: 2421131 - 2821989 — Bogotá, Colombia

DISTRIBUIDORES:

**Bogotá:** Central Agrícola y Cía. Ltda.; Servinsumos Ltda.; Centro Agropecuario de Bogotá; Fedepalma; Analac. **Corabastos:** Central Agrícola y Cía. Ltda.; Almacén Surtiagrícola; **Facatativá:** Cooseral y Agroinsumos de Colombia "Agroincol Ltda."; **Subachoque:** Ramírez y Cuesta Ltda.; **Ubaté:** Carlos Ramírez; **Sibaté:** Agrosibaté; Almacén El Sembrador; **El Rosal:** Cooseral y Central Agrícola y Cía. Ltda.; **Zipaquirá:** Fedepapa; Almacén La Cosecha; **Cogua:** Agrocoagua; **Villapinzón:** José Ramón Pinzón; Pablo García y Pedro García; **Ventaquemada:** Fedepapa; **Fusagasugá:** Almacén El Cóndor; **Duitama:** Analac; **Tunja:** Fedepapa y Ferragro Ltda.; **Madrid:** Central Agrícola y Cía. Ltda.; Cooperativa de Horticultores Ltda.; **Pasca:** Pablo Villalobos; **Chiquinquirá:** Carlos Acero; **Ferretería Santa Marta (Domingo Ortiz)** y Analac; **La Unión (Antioquia):** Fedepapa; **Popayán:** Centro Agropecuario del Cauca Ltda.; Centro Agropecuario El Campesino; **Calí:** Inagrovalle Ltda.; Central Agrícola y Cía Ltda.; Abonal Ltda. y Coagro Ltda.; **Palmira:** Central Agrícola y Cía. Ltda.; **Ibagué:** Pijay Ltda.; **Pitalito (Huila):** Cooperativa de Caficultores del Sur del Huila; **Mariquita:** Serviagro Ltda. y Pijay Ltda.; **La Dorada:** Alfangel y Cía. Ltda.; **Honda:** Comité Ganadero de Honda; **Manizales:** Comité Departamental de Cafeteros de Caldas y Central Agropecuaria de Caldas; **Bucaramanga:** Centro Agropecuario de Bucaramanga; **Villavicencio:** Pastos y Leguminosas Ltda.; Semillas del Llano "Semillano", Coagrometa, Algodoneros de Villavicencio S.A., Gramicol Ltda., Distribuidora Agroindustrial, Gramillanos, Cereales del Llano Ltda., Insumos Agrícolas de Colombia "Inacol Ltda."; **Servicampo** Ltda., Fedearroz y Fedepalma; **Grandsa-Meta:** Coagroariari Ltda. y Fedearroz.

SECCIONALES DE: FEDEARROZ, FEDEPALMA Y FEDEPAPA