Relaciones entre la producción de Aceite y el número de racimos de la palma aceitera*

(Elaeis guineensis Jacq.)
Las consecuencias de la polinización en las plantaciones jóvenes.

J. Meunier, F. Potier, P. Amblará y B. Tailliez

INTRODUCCION

El principal objetivo del mejoramiento genético de la palma africana es aumentar la producción de aceite. La producción es resultado de las características de rendimiento (número de racimos, peso promedio del racimo) y de la calidad del racimo, expresadas por la tasa de extracción, la cual a su vez se divide en diversos aspectos.

Mediante el valor más o menos alto de heredabilidad y la existencia de correlaciones entre diversas características –v.g. una correlación negativa entre el número de racimos y el peso promedio del racimo (de Berchoux y Gascon, 1965; Ooi y colaboradores, 1973; van der Vossen, 1974)– estos componentes intervienen en mayor o menor grado en el mejoramiento genético de la producción de aceite. Dentro de estos elementos, el número de racimos desempeña un papel decisivo: el aumento de esta característica conduce al aumento de la producción de aceite. En otras palabras, el mejoramiento genético de la producción de aceite implica una mayor feminidad.

El objetivo del presente artículo es estudiar el papel abrumador que el número de racimos desempeña en el progreso genético, en cuanto se refiere a la producción de aceite, y analizar las consecuencias de lo anterior en el manejo de plantaciones pequeñas y en la orientación de algunos de los aspectos de la selección. Dentro de este contexto, primero ilustraremos la función del número de racimos en la producción de los mismos y luego en la producción de aceite. Más adelante indicaremos algunas medidas que, dentro del contexto de la selección o manejo de la plantación, permitirán superar la falta de polinización debido a la excesiva feminidad del material joven de siembra.

I. PAPEL QUE DESEMPEÑA EL NUMERO DE RACIMOS EN LA PRODUCCION

A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

La importancia del número de racimos para la producción en una plantación de palma africana se puede ilustrar con algunos ejemplos tomados de una serie de ensayos diseñados para calcular el valor del material de siembra en el proceso de selección.

1. Estudio de las pruebas de progenie.

La Tabla I resume los datos de producción registrados en ensayos comparativos del primer ciclo de selección recurrente establecido en La Mé, Costa de Marfil y Mondoni, Camerún, dentro de ambientes que se caracterizan por una deficiencia hídrica anual aproximada de 330 milímetros (1960-1986) y 400 milímetros (1971-1980), respectivamente. Estos datos incluyen el comportamiento medio de los cruzamientos sometidos a prueba y el comportamiento medio, aproximadamente para un 20% de las palmas, de los mejores cruzamientos desde el punto de vista de producción de aceite. Los resultados de estos últimos, expresados como porcentaje del valor medio de los cruzamientos en su totalidad, también aparecen en la tabla.

* *Tomado de: Oléagineux, Vol. 44 No. 6, Junio 1989. Traducción de Fedepalma.*

TABLA I.– Datos de producción de algunos ensayos de primer ciclo realizados en La Mé y Mondoni.

Ensayo	Período de producción	n	NR	PMR	PTR	% HPi
LM-GP 06	6-9 años	23	a 11,1	11,0	121,6	21,0
			b 11,6	10,9	126,1	21,5
			(104,9)	(99,1)	(103,7)	(102,6)
LM-GP 08	6-18 "	20	7,1	15,9	110,7	22,1
			7,5	15,3	114,6	24,1
			(106,1)	(96,2)	(103,6)	(109,4)
LM-GP 09	6-10 "	24	9,5	12,8	119,4	21,7
			10,3	12,7	127,2	22,5
			(108,2)	(99,1)	(106,5)	(103,6)
MD-GP01-2	6-13 "	25	7,2	15,7	111,9	23,2
			8,0	15,1	120,3	24,0
			(111,1)	(96,3)	(107,5)	(103,3)
MD-GP02-1	6-9 "	24	7,9	14,2	111,9	23,4
			8,5	14,7	124,3	24;1
			(106,9)	(103,1)	(111,0)	(103,0)
MD-GP02-2	6-9 "	21	7,4	15,2	110,8	23,1
			8,9	13,7	122,0	23,1
			(119,6)	(90,1)	(110,1)	(100,1)

N: número de cruzamientos a prueba
NR: Número de racimos
PMR: Peso medio del racimo (en Kg)
PTR: Peso total del racimo - kg/palma/año
%HPi: tasa de extracción industrial
a: comportamiento medio de todos los cruzamientos a prueba
b: comportamiento promedio del 20% de cruzamientos mejores (porcentaje comparado con el valor medio de todos los cruzamientos .
LM: La Mé
MD: Mondoni

Los mejores cruzamientos de cada uno de estos ensayos se caracterizan por un aumento simultáneo del peso total del racimo y de la tasa de extracción. En la mayoría de los ensayos el aumento del peso total del racimo está relacionado con un aumento considerable en el número de racimos y con una ligera reducción en el peso medio del racimo.

La preponderancia del número de racimos comparada con el peso medio del racimo en el mejoramiento total del peso también se encontró en los resultados de ensayos establecidos en Indonesia, cuya ecología es en extremo adecuada para el cultivo de palma africana. La Tabla II, que combina en diferentes ensayos los valores de correlación calculados entre el peso total del racimo y cada uno de los componentes, demuestra que en los casos en estudio, la clasificación según el peso total siempre sigue a la clasificación según el número de racimos y rara vez según el peso medio.

TABLA II.– Correlación entre el peso total de los racimos y sus componentes en ensayos establecidos en Indonesia.

Ensayo	*Localización*	*Número*	*Período de producción*	*r (NR, PTR)*	*r (PMR, PTR)*
BB-GT 1A	Bangun Bandar	16	6 años	0,645**	– 0,357
			12 "	0,856***	– 0,528*
			6-12 "	0,570*	– 0,242
AK-GP 08	Aek Kwasan	25	7 "	0,492*	0,436*
			11 "	0,545**	– 0,227
			7-11 "	0,564**	– 0,143
BO 11 S	Marihat	20	4 "	0,939***	0,625**
			11 "	0,872***	– 0,400
			4-11 "	0,852***	– 0,112
BO 17 S	Marihat	25	4 "	0,910***	0,333
			10 "	0,860***	– 0,465
			4-10 "	0,815***	– 0,193

r (NR, PTR): correlación entre el número y el peso total de los racimos
r (PMR, PTR): correlación entre el peso medio de un racimo y el peso total
*; correlación significativa al 5%
**: correlación significativa al 1%
***: correlación significativa al 1%o

2. Selección de palmas para clonización.

El desarrollo de técnicas de propagación vegetativa in vitro hace posible la producción de clones seleccionados. Tal producción se basa en la selección de palmas para clonización provenientes de buenos cruzamientos, es decir las mejores palmas para producción de aceite. El análisis de las características de producción de racimos de las cabezas seleccionadas para clonización, escogidas por el IRHO (Institut de Recherches pour les Huiles et Oléaqineux) demuestra que la gran mayoría tienen un mayor número de racimos que el cruzamiento original. La Tabla III ¡lustra lo anterior, sobre la base del ejemplo de las primeras 150 palmas seleccionadas para clonización identificadas en La Mé.

TABLA III.– Importancia del número de racimo de las cabezas de clon seleccionadas en La Mé, comparadas con el número de racimos de los cruzamientos originales.

Tipo de cruzamiento	(1)	(2)	(3)
Deli x La Mé	24	116	95
Deli x Yangambi	5	32	27
Deli x NIFOR	1	1	1
Total	30	149	123

(1): Número de cruzamientos
(2): Número de cabezas de clon
(3): Número de cabezas de clon con un número de racimos superior al de los cruzamientos originales.

Casi en el 83% de los casos, la buena productividad de las cabezas seleccionadas para clonización se combina con un alto número de racimos. Aunque existen situaciones en las cuales el número de racimos es menor que la media de los cruzamientos (aproximadamente un 17% de las cabezas seleccionadas para clonización), con frecuencia se caracterizan por una menor ganancia en productividad, como lo demuestra la Tabla IV.

Vemos que es dentro de las categorías en las cuales el progreso genético no supera el 20% que se encuentra la mayor proporción de palmas seleccionadas para clonización con un menor número de racimosque el cruzamiento original: 10 de 33 (30.3%), a diferencia de las 16 de 116 (13.8%), cuando la ganancia sobrepasa el 20%.

Las características de las cabezas para clonización seleccionadas en Bangun Bandar (Tabla V) también demuestran el estrecho vínculo entre la producción y el número de racimos. Casi todas las palmas más

TABLA IV.– Superioridad de las cabezas de clon sobre los cruzamientos originales en función del valor relativo del número de racimos.

Ganancia (1)	Número de cabezas de clon	
	NR superior (2)	NR inferior (3)
Más del 30%	60	4
Entre el 20 y el 30%	40	12
Entre el 10 y el 20%	19	6
Menos del 10%	4	4
Total	123	26

(1): Ganancia de productividad de las cabezas de clon comparada con el cruzamiento original en términos del rendimiento de aceite.
(2): Número de cabezas de clon con un número superior de racimos que el cruzamiento original.
(3): Número de cabezas de clon con un número de racimos inferior al del cruzamiento original.

productivas, seleccionadas para clonización por ese motivo, tienen un mayor número de racimos que la media del cruzamiento.

B. DATOS GENETICOS

Los resultados obtenidos después de calcular la heredabilidad y de establecer los índices de selección confirman hasta qué punto el número de racimos contribuye a la producción de racimos y al mejoramiento de la producción de aceite.

Los cálculos de heredabilidad realizados por diversos autores y resumidos en la tabla VI demuestran que el número de racimos generalmente es más heredable que el peso medio y por lo tanto hará más efectiva la selección.

Además, un estudio sobre la producción de los híbridos dependiendo del número de racimos y del peso medio del racimo de sus progenitores enfatiza la superioridad de las combinaciones con "un gran número de racimos pequeños" sobre aquellas con "un número reducido de racimos grandes", lo cual podría explicar por qué los cruzamientos que se comportan mejor por lo general son muy femeninos (Baudouin y colaboradores, 1989).

Además, Soh y Chow (1987) evaluaron la efectividad relativa de los diferentes tipos de selección indirecta para la producción de aceite, sobre la base de la utilización de índices de selección establecidos por los componentes de producción y características vegetativas. Los resultados obtenidos demuestran que la selección indirecta es más efectiva

TABLA V.– Número de racimos producidos por las cabezas de clones en Bangun Bandar y por los cruzamientos originales.

Tipo de cruce	Nombre de cabezas de clones		No. de racimos		Período de producción
	NR superior	Nr inferior	Cruce	Cabezas de clones	años
Deli x Yangambi	2	2	22,4	23,0	6-11 años
Deli x Yangambi	6	–	15,5	19,6	" "
Deli x Yangambi	5	1	19,6	22,7	" "
Deli x Yangambi	7	–	16,1	19,9	6-8 "
Deli x Yangambi	3	–	19,2	21,0	6-9 "
Deli x La Mé	3	1	21,1	22,2	" "
Deli x NIFOR	3	2	19,2	20,4	" "
Deli x La Mé	5	–	21,9	24,9	" "
	34	6			

TABLA VI.– Valores de heredabilidad de los componentes de la producción de racimos.

Tipo de material	H^2 NR	H^2 PMR	h^2 PTR	Referencia
dura Deli	0,544± 0,204	0,194± 0,194	0,194 ±0,194	
	0,389± 0,323	0,366± 0,254	0,397 ±0,211	Hardon et Thomas, 1968
	0,539± 0,566	– 0,362± 1,242	0,480 ±0,259	
tenera x dura	0,318± 0,078	0,083± 0,058		Meunier et al., 1970
	(0,601± 0,306) (1)			
tenera x tenera y tenera x dura	0,51 ± 0,21	0,2 ± 0,13	0,09 ±0,20	Van der Vossen, 1974
dura x pisifera (Deli x La Mé)	0,43	0,41	0,29	Jacquemard et al., 1981
	0,51	0,64	0,15	
dura x pisifera	0,48	0,31	0,22	Soh et Chow, 1987

h^2 NR: heredabilidad del número de racimos
h^2 PMR: heredabilidad del peso medio del racimo
h^2 PTR: heredabilidad del peso total de los racimos
(1): cruzamientos Deli x La Mé únicamente

que la directa y que el número de racimos —junto con el porcentaje palmiste/fruto y, en menor grado, con el porcentaje mesocarpio/fruto— es la característica que contribuye más al mejoramiento de la producción de aceite.

Todos los resultados mencionados en esta primera sección tienden a demostrar que el mejoramiento de la palma africana, ya sea por selección clonal o sexual directa o indirecta, conduce a un aumento en el número de racimos y por lo tanto a un alto coeficiente sexual. El coeficiente sexual evoluciona considerablemente durante la vida de la palma, de manera tal que la excesiva feminidad relacionada con los cruzamientos de alta producción solamente se ve en las plantaciones jóvenes, como lo demostraremos en la siguiente sección.

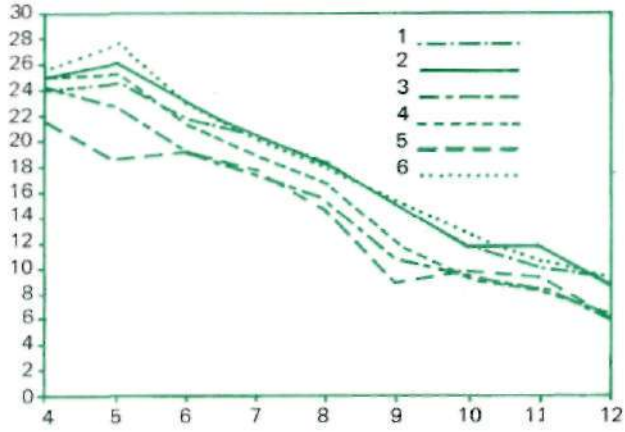
II.- EVOLUCION DEL NUMERO DE RACIMOS SEGUN LA EDAD

A.- VARIACIONES EN EL NUMERO DE RACIMOS CON EL TIEMPO.

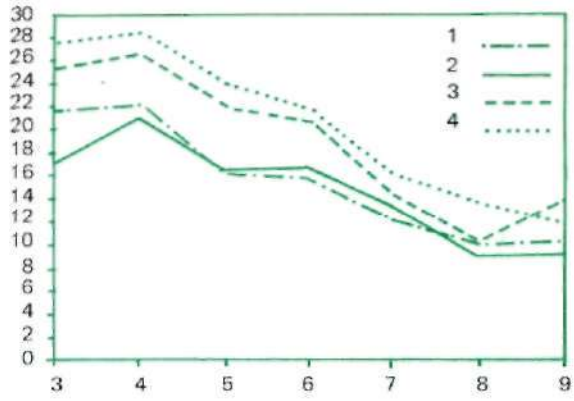
En términos generales, el número de racimos disminuye rápidamente a medida que la palma envejece, principalmente por causa de la reducción del coeficiente sexual y de la reducción en la frecuencia de emisión foliar (Corley y Gray, 1976; Hartley, 1977).

Las gráficas 1 a 3 ¡lustran la evolución del número de racimos según la edad en diferentes cruzamientos incluidos en el material de siembra de una serie de ensayos sembrados en diferentes ambientes. Estos ensayos contienen progenies cuyos componentes de producción varían dependiendo del origen genético.

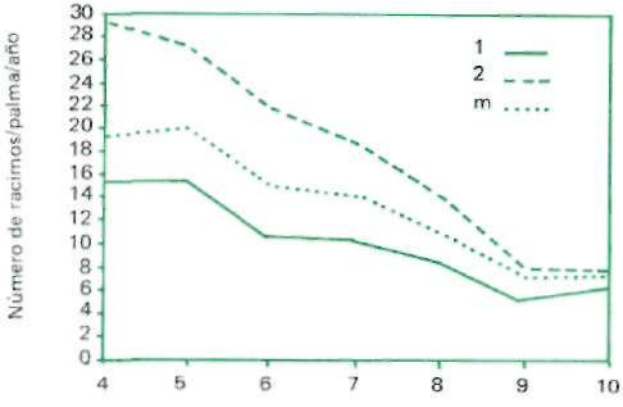
A pesar de la diversidad de las condiciones ecológicas y genéticas, casi todas las curvas tienen la misma configuración: el número de racimos es muy alto en las palmas jóvenes y luego disminuye en forma regular. No obstante, en algunos años, los efectos de los factores ambientales conducen a algunas desviaciones en esta evolución.



Gráfica 1: *Número de racimos según la edad Bangun Bandar, Ensayo BB-GT 1A (año de siembra: 1974).*



Gráfica 3: *Número de racimos según la edad.*
PP: Marihat. Ensayo BO 175 (Fecha de siembra: septiembre-noviembre 1977).
M: media del ensayo BO 17S (25 cruzamientos).
PTR: Peso total de racimos en Kg/palma/año (periodo 6-9 años).



Gráfica 2: *Número de racimos según la edad. Aeek-Kwasan. Ensayo AK-GP 12 (año de siembra 1978).*

B.- NUMERO DE RACIMOS EN LAS PALMAS JOVENES.

En el caso de las palmas jóvenes, en condiciones ecológicas favorables, el número de racimos por lo general llega a niveles altos, los cuales, para los materiales de más alta producción, generalmente se limitan por la tasa de emisión foliar, con un coeficiente sexual en ese momento de casi 1. Por consiguiente, el número de inflorescencias masculinas emitidas cuando la palma comienza a producir racimos es bajo y, a falta de aplicaciones de polen, la producción se mantendrá a un nivel alarmante o será prácticamente nula.

El problema de la escasez de polinización, que afecta la producción de las palmas jóvenes, no solamente está relacionado con cultivos altamente femeninos; en las plantaciones jóvenes establecidas en los ambientes más adecuados para el cultivo de palma africana, los cruzamientos altamente productivos menos femeninos de todos modos producen, en términos absolutos, un gran número de racimos (Gráfica 1) y es dudoso si un aumento de las inflorescencias masculinas asociado con una reducción de la feminidad sería suficiente para garantizar una

polinización satisfactoria a lo largo del período de floración femenina. En el Lejano Oriente, la producción mensual de inflorescencias masculinas puede bajar a cero en algunas épocas del año (Hartley, 1977), incluso en el caso del material Deli dura (Gray, 1966). Por otra parte, en algunas épocas existen picos en la producción de inflorescencias masculinas, generalmente inducidos por períodos prolongados de sequía (Corley, 1976a).

Así mismo, podríamos mencionar (Hartley, 1977) que en el Sureste Asiático se ha informado sobre pérdidas de producción por falta de polen desde los años entre las dos guerras en plantaciones comerciales jóvenes, las cuales en ese entonces tenían material de siembra mucho menos femenino que el que se distribuye hoy en día. En esa época fue cuando se popularizó la polinización asistida. Su utilización se difundió más después de la Segunda Guerra Mundial, debido al número limitado de inflorescencias masculinas que se producía en las plantaciones jóvenes y luego se convirtió en práctica estándar.

C- NUMERO DE RACIMOS EN LAS PALMAS ADULTAS.

Con el tiempo, el número de racimos disminuye rápidamente, mientras el número de inflorescencias masculinas aumenta considerablemente, siempre y cuando se mantengan condiciones adecuadas de polinización durante los primeros años (Gray, 1969). Después de dos o tres aplicaciones, la polinización puede suspenderse. No obstante, si las primeras inflorescencias femeninas no se polinizan en forma adecuada (o no producen suficiente fruto), el número de racimos femeninos se mantiene alto y la producción sigue siendo incierta durante las campañas siguientes, debido a la insuficiencia de polen. La producción reducida de racimos conduce a un aumento de la materia seca incorporada al tejido vegetativo (Corley, 1976b), lo cual favorece la aparición posterior de órganos fructíferos. En estas condiciones, el coeficiente sexual no puede evolucionar en favor de las inflorescencias masculinas.

Para concluir, parece ser que, independientemente del origen genético, el material seleccionado de siembra que goza de condiciones adecuadas produce inflorescencias femeninas en tales cantidades que la disponibilidad de polen generalmente es insuficiente cuando la palma comienza a producir racimos. Si se aplica polen, la situación evoluciona rápidamente hacia una reducción del coeficiente sexual, lo cual hace que la polinización abierta sea totalmente efectiva.

III.-ALGUNAS SOLUCIONES PARA RESOLVER LA FALTA DE POLEN

De aquí en adelante analizaremos algunas medidas que pueden contemplarse para solucionar la falta de polen en las plantaciones jóvenes establecidas en ambientes propicios para su cultivo. Estas medidas pueden enfocarse de dos maneras:

— el enfoque relacionado con el manejo de la plantación, que requiere técnicas de cultivo combinadas o no, con tratamientos fisiológicos canalizados hacia la orientación de la diferenciación sexual: polinización asistida, introducción de insectos polinizadores, utilización de hormonas, etc.

— el enfoque relacionado con la genética, que consiste en crear palmas más masculinas, lo cual reduce la escasez de polen en el material sembrado.

Para efectos de claridad, describiremos las diferentes técnicas por separado, aunque es obvio que algunas de ellas son más eficaces cuando se combinan entre sí.

A.- TECNICAS DE CULTIVO

Estas son las técnicas, especialmente la de la polinización asistida, que se utilizan hoy en día para contrarrestar los efectos negativos de la falta de polen.

1. Polinización asistida.

La polinización asistida ha sido objeto de los consejos sobre prácticas agrícolas (Taillez y Valverde, 1971, y después de la actualización, Arnaud, 1979a y b). Hardon y Corley (1976) y Hartley (1977) también la han descrito.

La polinización asistida asegura una producción satisfactoria al comienzo de la producción de racimos y garantiza la aparición posterior de inflorescencias masculinas, las cuales, en sí mismas, serán suficientes para la polinización de los racimos femeninos después de algunas campañas de polinización. Con el fin de realizarla con buenas probabilidades de éxito, antes de iniciar la plantación es necesario tener fuentes de polen y el personal necesario para las operaciones de recolección y polinización.

2. Introducción de insectos polinizadores.

Aunque por muchos años la palma africana tuvo la reputación de ser anemófila, los entomólogos han

comprobado últimamente que los insectos desempeñan un papel importante en la polinización de la especie (Syed, 1979). No obstante, en el Sureste Asiático, la actividad de la fauna nativa solamente logra una polinización mediocre y es necesario introducir especies foráneas con el fin de inducir una mejor polinización abierta (Syed, 1982). Esa es la razón por la cual se introdujeron poblaciones de Elaeidobius kamerunicus, un pequeño coleóptero de origen africano, primero a Malasia y luego a Indonesia. La presencia de este insecto conduce a una optimización de la composición del racimo y, en consecuencia, a un aumento en la producción de aceite (Syed y colaboradores, 1982; Corrado, 1985).

En el momento, la polinización asistida, unida a la introducción de insectos polinizadores, constituye una respuesta a los problemas de fertilización que surgen al iniciar una plantación. Es una práctica estándar en el Lejano Oriente y en algunos países latinoamericanos. Con el fin de satisfacer a los palmicultores que desean superar las limitaciones que ésta implica, se están buscando otras alternativas. En adelante, describiremos aquellas que están bajo estudio desde el punto de vista agronómico.

3. Investigaciones relativas a nuevas técnicas agronómicas.

Los estudios se concentran en la distribución de las fuentes de polen en toda la plantación. Una posibilidad es sembrar palmas muy femeninas intercaladas con palmas del mismo origen, pero cuyo coeficiente sexual sea menor desde que están muy jóvenes. Estas últimas proporcionarán el polen y mantendrán las poblaciones de insectos polinizadores. Pueden obtenerse tratando las plántulas con hormonas o después de un período prolongado en el vivero. Estos dos métodos se encuentran en estudio: la acción del Ethrel (ácido 2-cloro etil fosfónico) sobre la masculinización de las palmas jóvenes se encuentra a prueba y se está evaluando la efectividad de mantenerlas en el vivero durante dos años.

Además del material de siembra seleccionado, se puede considerar la posibilidad de sembrar palmas escogidas por su masculinidad, las cuales únicamente se utilizarán para garantizar la polinización abierta en la plantación. No obstante, estas medidas son difíciles de implantar y los beneficios son inciertos; por una parte, las palmas adicionales deben colocarse de manera que la nube de polen de las mismas cubra todas las palmas cargadas y, por otra parte, estas fuentes de polen compiten con el material altamente productivo por la luz, el agua y los elementos nutritivos.

Mientras esta última posibilidad podría afectar negativamente la producción, la primera podría tener resultados positivos y podría ser aplicable en las plantaciones establecidas en un ambiente muy propicio para el cultivo de la palma africana.

B.- EL ENFOQUE GENETICO

Este enfoque, al igual que las técnicas anteriores, está encaminado a buscar alternativas a la polinización asistida. En este enfoque existen diferentes líneas, como las siguientes:

1) La investigación canalizada hacia la búsqueda de individuos que generen un alto peso total del racimo a partir de un número promedio de racimos y de un alto peso promedio del racimo; por ejemplo, este es el caso de algunas de las palmas seleccionadas para clonización mencionadas en el párrafo I-A-2. No obstante, la probabilidad de lograrlo es mínima, puesto que, como ya se subrayó, la producción sustancial generalmente surge de un gran número de racimos. Además, el peso medio demasiado alto puede obstaculizar las labores de cosecha.

2) La investigación encaminada a desarrollar palmas que, con un número igual (y alto) de racimos y un peso total del racimo, produzcan inflorescencias masculinas adicionales. No cabría esperar un gran progreso en este sentido, puesto que la variabilidad genética de esta característica es baja. Además, ya mencionamos que el aumento de las inflorescencias masculinas está lejos de ser garantía para prolongar el período de floración. Sin embargo, valdría la pena analizar este enfoque y en la actualidad está aumentado el número de inflorescencias masculinas en las palmas jóvenes.

3) El mejoramiento de la tasa de extracción, la cual, con un peso igual del racimo, conduce a un aumento en la producción de aceite, que es el objetivo principal de la selección. Para tal fin, con una producción igual de aceite, siempre se da preferencia a las tasas de extracción más altas. Por consiguiente, en los ensayos de segundo ciclo, la contribución de la tasa de extracción al progreso genético de la producción de aceite es mayor que en el primer ciclo. Los datos que aparecen en la Tabla

TABLA VII.– Características de algunos ensayos supervisados por el IRHO.

Ensayo	Localidad	Número	Producción	Tipo de cruces estudiados
BB-GT 1A	Bangun Bandar (Sumatra)	16	29,12	Deli x La Mé SOCFINDO x SOCFINDO Deli x Yangambi SOCFINDO x Yangambi Deli x Angola Deli x WAIFOR Deli x Sibiti
AK-GP 12	Aek Kwasan (Norte Sumatra)	19	25,77	Testigos locales indonesios Deli x La Mé
BO 17 S	Marihat (Sumatra)	25	26,66	Deli x Yangambi

(1): Número de cruzamientos
(2): Producción media del ensayo (período de 6-9 años) en toneladas de racimos de fruto por hectárea

VIII, comparados con los de la tabla I, reflejan lo anterior.

En los ensayos de segundo ciclo, la optimización del peso total del racimo se debe a un aumento en el número de racimos o, con mayor frecuencia, en el peso medio del racimo. En este respecto, debe anotarse que la selección se realizó dentro de material más restringido, el cual ya producía un gran número de racimos.

Es importante añadir que la optimización de la tasa de extracción, que representa una posibilidad significativa de aumentar la producción, necesariamente se mantendrá limitada, puesto que el porcentaje de aceite/mesocarpio, componente fundamental de la tasa de extracción, es de baja heredabilidad (Meunier y colaboradores, 1970; van der Vossen, 1974; Soh y Chow, 1987).

Todas las anteriores observaciones tienden a demostrar que las soluciones genéticas por sí solas no podrían resolver el problema de la falta de polen, ya sea porque afectan la productividad o porque entran en juego caracteres que varían poco o que son de baja heredabilidad. Por lo tanto, tendrán que combinarse con otras técnicas, especialmente en las plantaciones con clones. De hecho, dada la homogeneidad genética del material clonal y la biología floral de la palma africana, las flores masculinas de todas las palmas podrían aparecer agrupadas y al mismo tiempo. Las únicas variaciones dependerán de las condiciones ecológicas de la región: gradiente de fertilidad del suelo, heterogeneidad de la cobertura, presencia de enfermedades, etc. La posibilidad de una superposición de las fases de floración masculina y femenina entre un individuo y el otro se reducirán aún más. Con el fin de aumentar esta probabilidad, se ha planeado establecer plantaciones multi-clonales. Sin embargo, mientras están jóvenes, sin duda será imposible lograr algo sin las prácticas de cultivo mencionadas anteriormente. Es probable que en el futuro la ampliación del material clonal favorezca el desarrollo de la polinización asistida.

CONCLUSION

El mejoramiento genético de la palma africana involucra el aumento del peso del racimo y de la tasa de extracción, aunque la última es necesariamente limitada. Implica un aumento en el número de racimos, lo cual exacerba la escasez de polen durante los primeros años de la plantación. Por lo tanto, es necesario utilizar técnicas de polinización, de las cuales la más difundida es la polinización asistida, que hasta ahora parece ser una necesidad impuesta por la biología de la palma y para lograr una alta producción de aceite. Aunque se trata de una operación costosa, sin duda es eficaz y a la larga es efectiva desde el punto de vista del costo. Sin embargo, se están estudiando algunas opciones.

Agradecimientos.- Queremos agradecer sinceramente a las estaciones experimentales P.P. Marihat y Banhun Bandar (Sumatra del Norte) por habernos permitido utilizar en este artículo los resultados que amablemente nos suministraron.

TABLA VIII.– Datos de producción de los ensayos ciclo realizados en Aek Kwasan.

Ensayo	Período de producción	n	NR	PMR	PTR	% HPi
AK-GP 02	7-12 años	24	a 15,9	13,3	210,0	22,2
			b 15,3	13,6	207,8	24,3
			(96,3)	(102,5)	(99,0)	(109,5)
AK-GP 06	7-11 "	25	15,1	13,5	201,0	25,3
			14,8	13,8	205,5	27,1
			(98,5)	(102,6)	(102,2)	(106,9)
AK-GP 07	7-11 "	24	12,9	13,7	173,2	22,8
			14,2	13,2	183,5	24,1
			(110,6)	(95,9)	(106,0)	(105,8)
AK-GP 08	7-11 "	24	16,3	13,9	225,3	24,1
			16,5	14,1	230,4	25,2
			(100,8)	(101,2)	(102,2)	(104,5)
AK-GP 12	6-9 "	19	14,6	13,1	190,9	25,4
			14,3	13,7	195,2	26,2
			(97,8)	(104,8)	(102,2)	(103,2)
AK-GP 13	6-9 "	21	13,3	14,6	191,0	25,4
			13,1	15,2	197,0	27,3
			(98,7)	(104,0)	(103,1)	(107,6)
AK-GP 15	7-9 "	23	14,3	14,7	203,8	24,1
			14,1	15,5	217,5	25,1
			(99,1)	(105,8)	(106,7)	(104,2)
AK-GP 16	7-9 "	24	13,7	14,6	197,7	25,1
			13,9	14,7	202,8	27,2
			(101,7)	(100,8)	(102,6)	(108,2)
AK-GP 17	7-9 "	16	12,7	13,7	173,1	25,9
			13,0	14,0	180,5	27,0
			(101,9)	(102,1)	(104,3)	(104,1)
AK-GP 22	7-8 "	19	13,6	15,9	211,2	25,3
			13,4	16,8	223,6	26,4
			(98,8)	(105,8)	(105,9)	(104,5)

n: Número de cruzamientos a prueba
NR : Número de racimos
PMR: Peso medio del racimo (en Kg)
PTR: Peso total del racimo kg/palma/año
% HPi: tasa de extracción industrial
a: comportamiento medio de todos los cruzamientos a aprueba
b: comportamiento promedio del 20% de cruzamientos mejores ( )
porcentaje comparado con el valor medio de todos los cruzamientos
LM: La Mé
MD: Mondoni

BIBLIOGRAFIA

(1) ARNAUD F. (1979a). - La pollinisation assistée dans les plantations de palmiers á huile. Conseils de l'IRHO n° 191. *Oléagineux,* 34, 3. p. 117-122.

(2) ARNAUD F. (1979b). - La pollinisation assistée dans les plantations de palmiers á huile. Récolte et conditionnement du pollen. Conseils de l'IRHO n° 192 *Oléagineux.* 34. nº 4, p. 175-176.

(3) BERCHOUX (de) C. et GASCON J.P. (1965). - Caractéristigues végétatives de cinq descendances d'*Elaeis guineensis* Jacq. Premiéres données biométriques. Relations entre divers caractères et la production. *OléagineUX,* 20, n° 1, p. 1-7.

(4) BAUDOUIN L., KAMGA FONDJO F. et LE GUEN V , 1989. Etude génétique de la transmission et de l'expression des composantes de la production de régimes chez le palmier á huile. *Oléagineux,* 44, no 2, p. 77-86.

(5) CORLEY R.H.V. (1976a). - Inflorescence abortion and sex differentiation. In: Developments in Crop Science. *Oil Palm Research.* Elsevier. Amsterdam. Netherl., p. 37-54.

(6) CORLEY R. H. V. (1976b). - Photosynthesis and productivity. In: Developments in Crop Science. *Oil Palm Research.* Elsevier. Amsterdam, Netherl., p; 55-76.

(7) CORLEY R. H. V. et GRAY B. S. (1976). - Yield and yield components. In: Developments in Crop Science. *OH Palm Research.* Elsevier, Amsterdam, Netherl., p. 77-86.

(8) CORRADO F. (1985). - La conformation des régimes de palmier á huile *(Elaeis .guineensis* Jacq.) dans quelques plantations de Colombie. *Oléagineux,* 40, n° 4, p. 173-187.

(9) GRAY B. S. (1966). - The necessity for assisted pollination in áreas of low male inflorescence production and its effect on the components of yield of the oil palm *(Elaeis guineensis). The Planter,* 42, n°1, p. 16-22.

(10) GRAY B.S. (1969). - Les exigences d'une pollinisation assistée des palmiers á huile en Malaysia. *Oléagineux,* 24, n° 12, p. 661-669.

(11) HARDON J. J.et CORLEY R. H. V. (1976). - Pollination. In: Developments in Crop Science. Oil Palm Research. Elsevier, Amsterdam, Netherl., p. 299-305.

(12) HARDON J. J, et THOMAS R. L. (1968). - Breeding and selection of the oil palm in Malaya. *Oléagineux,* 23. n° 2, p. 85-90.

(13) HARTLEY C. W. S. (1977): The Oil Palm *(Elaeis guieensis* Jacq.). Longman, London, G.B. 806 p.

(14) JACQUEMARD J. C. MEUNIER J. et BONNOT F. (1981). - Etude génétique de la reproduction d'un eroisement chez le palmier á huile *Elaeis guineensis* Application á la production de semences sélectionées et á l'amélioration. *OléagineWC,* 36, n° 7, p. 343-352

(15) MEUNIER J., GASCON J. P. et NOIRET J. M. (1970). - Hérédité des caractéristiques du régime *ó'Elaeis guineensis* Jacp. en Cote d'Ivoire. Héritabilité-Aptitude á la combinaison. *Oléagineux,* 25, nº 7, p. 377-382.

(16) OOI S. C„ HARDON J. J. et PHANG S. (1973). - Variability in the *Deli dura* breeding population of the oil palm *(Elaeis guineensis* Jacq.). I. Components of bunch yield. *Malaysian Agric. J.* 49 (2), p. 112-12).

(17) SOH A. C. et CHOW C. S. (1987). - Indirect selection for oil yield in oil palm clones. International Oil Palm/Palm Oil Conferences: Progress & Prospects. 23-26 juin 1987, Kuala Lumpur, Malaisie.

(18) SYED R. A. (1979). - Studies on oil palm pollination by insects. B*ull. Ent. Res.* 69, p. 213-224.

(19) SYED R. A. (1982). - Insect pollination of oil palm: feasability of introduction of *ElaeiJohius* spp. into Malaysia. In: The Oil Palm in the Eighties, Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malaisie, vol I, p. 263-289