Modelo de selección y mejoramiento de PIPA/ASD

Objetivos y necesidades del palmicultor del futuro

PIPA/ASD Selection and improvement model

Objetives and needs of future palm growers.

*FRANCISCO STERLING**

RESUMEN

En el trabajo se describe la utilización de la colección de germoplasma de *Elaeis guineensis* y *E. oleifera* del PIPA/ASD, en el mejoramiento de la palma de aceite. Se discute el mejoramiento de la capacidad de intercepción y captación de energía solar. Se habla de la reducción de la biomasa y el crecimiento vegetativo. Introduce el término "palmas compactas" para referirse a las palmas con hojas y troncos cortos, y a su obtención a partir de híbridos interespecíficos. Presenta los resultados de estudios sobre la interacción del Genotipo x Ambiente en palma de aceite. También hace mención del mejoramiento para tolerancia al estrés hídrico y a las enfermedades, y sobre la susceptibilidad al síndrome arqueo foliar-pudrición de flecha. Termina discutiendo los avances en el mejoramiento en relación con la composición química del aceite de palma.

SUMMARY

This paper describes the use of the germplasm collection of *Elaeis guineensis* and *E. oleifera* obtained by PIPA/ASD for oil palm breeding. Improvement of its interception capacity and the use of sunlight is discussed. Canopy and vegetative growth reduction is mentioned. The term «compact palm trees» is introduced, referring to palms with short fronds and stems and how they are obtained from interspecific hybrids. The results of the studies on the interaction between genotype and environment are presented. Breeding for tolerance to water stress and diseases is also mentioned, together with proneness to crown disease - spear rot syndrome. The author concludes with a discussion on the progress of breeding with regard to the chemical composition of palm oil.

Palabras claves: Palma de aceite, Material genético, Elaeis oleifera, Mejoramiento, Palmas enanas, Estrés hídrico

* Programa de Investigaciones en Palma Aceitera. PIPA, ASD. Costa Rica

INTRODUCCION

En una especie como la palma de aceite, cuyo potencial de producción podría estar limitado por la fuente de asimilados fotosintéticos (Corley 1976), la manipulación genética de algunos componentes morfológicos y fisiológicos puede permitir un incremento de la tasa fotosintética, lo cual promovería un aumento del potencial de producción de la especie.

Uno de los primeros objetivos por alcanzar se relaciona con la modificación de la Tasa de Conversión Energética del Cultivo (TCEC), modificando el valor actual de 1,6Tj/ha a un nivel óptimo por encima de 2,1 Tj/ha^{-1} (Corley 1992). Para lograr este nivel deben intentarse vías alternas de selección y mejoramiento para promover la maximización de la tasa fotosintética, lo cual es factible a través de : (i) la modificación de la arquitectura actual de la planta hacia un modelo más eficiente en su capacidad de intercepción de luz, (ii) incremento del area foliar efectiva, (iii) eliminación o disminución de los factores antagónicos en el proceso de fotosíntesis y (iv) desarrollo de métodos prácticos y eficientes que permitan la medición directa del proceso fotosintético, de modo que puedan ser identificados y seleccionados aquellos genotipos de mayor capacidad fotosintética. La reducción de la demanda de asimilados fotosintéticos es otra de las alternativas que deben intentarse, para lo cual resulta esencial la disminución del crecimiento vegetativo, en otras palabras se debe promover la obtención de palmas de escaso desarrollo.

La descripción del tipo ideal de palma parte siempre del supuesto de que existe un rango de condiciones ambientales que soportarán los requerimientos mínimos de la planta, para lograr la esperada maximización de los rendimientos de aceite. Aunque por la vía del mejoramiento genético se logre obtener el material de siembra adecuado, éste podría expresar todo su potencial genético únicamente bajo condiciones ambientales relativamente específicas. En la actualidad, resulta difícil obtener grandes extensiones de tierras capaces de sustentar sin restricciones una plantación de palma de aceite altamente productiva. Cada día es más común ver como las nuevas plantaciones son establecidas en ambientes que presentan alguna o varias restricciones para el desarrollo adecuado del cultivo, de donde nace la necesidad de proveer al mercado con materiales de siembra de comportamiento estable bajo un rango amplio de condiciones ambientales.

La palma de aceite se ha convertido en una de las fuentes más importantes de abastecimiento de aceites vegetales, y para lograr conservar o aun mejorar su ventaja competitiva en relación a otros aceites y grasas, se deberá promover no sólo un aumento de los rendimientos, sino que la composición química de los ácidos grasos de su aceite también deberá sufrir modificaciones para lograr una mayor participación del mercado de los aceites líquidos y de mesa.

La colección de germoplasma de *Elaeis guineensis* Jacq., del PIPA/ASD, incluye desde las más utilizadas poblaciones de origen genético restringido como: Deli Dura, Yangambi, La Mé, Nigeria y Ekona, complementadas con otras poblaciones obtenidas de palmares semi-silvestres provenientes por ejemplo de las tierras altas de Camerún (Bamenda), de Tanzania en los alrededores del Lago Tanganica (Kigoma), de Angola, Sierra Leona, Zambia, Uganda y Malawi, con la perspectiva de ampliar la base genética y los alcances del programa de mejoramiento (Tabla 1). A lo anterior debe sumarse la completa bio-diversidad que contempla la colección de la especie *E. oleífera* (H.B.K.) Cortez, de la cual se han obtenido cerca de 400 introducciones, e incluye accesiones de Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Brasil y Surinám.

El presente trabajo describe la utilización de la amplia colección de germoplasma de las especies *E. guineensis* y *E. oleífera,* propiedad del PIPA/ASD, en el mejoramiento de este importante cultivo, y en él se compredió el esfuerzo multidisciplinario del equipo de investigadores de PIPA/ASD quienes en unión con científicos de otras instituciones desarrollan investigaciones que permitirán obtener nuevos métodos de relación y mejoramiento más efectivos, tendientes a la producción de nuevos materiales de siembra cada vez más eficientes.

Mejoramiento de la capacidad de intercepción y captacion de la energía solar

En una especie como la palma de aceite, que podría estar siendo limitada por la fuente de asimilados fotosintéticos (Corley 1976), la identificación de algunas características morfológicas, arquitectónicas y fisiológicas que influyen directa o indirectamente sobre la tasa de la fotosíntesis, deben convertirse en los objetivos prioritarios en las actuales corrientes de investigación en Fisiología y Mejoramiento de la palma de aceite.

Corley (1976) sugiere que un tipo de follaje erectoide podría permitir una mejor penetración y distribución de la

Tabla 1. Inventario de introducciones de germoplasma de *Elaeis guineensis* para el Programa de Investigaciones en Palma (PIPA/ASD). Costa Rica.

Fuente	Tipo	Año de siembra	Número de introducciones	Palmas	Origen
Banting	Deli	1969	3	179	BM8, BM20
Chemara	Deli	1969	3	398	UR404, UR424, UR427, UR435
Socfin	Deli	1971	3	147	Johore Labis
Dami	Deli	1979	13	1604	BM8, BM20, UR404, UR435
Mardi	Deli	1979	1	64	0.102, UR932
S. Alejo	Deli (pol)	1980	2	353	Lancetilla, 1926 introd.
Chemara	URT	1969	1	92	URT383 x 389
Mardi	URT	1979	1	97	0.99
Banting	AVROS	1969	2	164	BM119
Mardi	AVROS	1979	3	302	0.79
Banting	AVROS	1980	4	312	BM119
Highlands	AVROS (pol)	1982	2	130	BM385, BM387
Socfin	Yangambi	1971	2	112	Johore Labis
IRHO	Yangambi	1980	5	371	YA3, YA4, YA69
Ghana	Yangambi	1982	1	85	IRHO A 43-2-4T
Highlands	Yangambi (pol)	1982	1	19	126.4/7 P
Lobe	Ekona	1970	14	813	2/2311T, 3AR/7239T, otras
Socfin	La Mé	1971	1	57	21120 x 21131
IRHO	La Mé	1980	4	325	L2T, L7T, otras
Highlands	NIFOR	1978	1	154	EWS 81/11T x NIF22T
Ghana	NIFOR	1979	6	288	Calabar, Ufuma, Aba
IRHO	NIFOR	1980	5	362	WA10, WA11
Ghana	NIFOR	1981	2	120	Calabar
NIFOR	NIFOR (pol)	1982	2	305	46/387T, 46/1012P
Ghana	NIFOR (pol)	1982	1	68	32.3005T
Ghana	Angola	1979	2	96	NIFOR Angola
Ghana	Angola	1981	1	60	NIFOR Angola
Ghana	Angola (pol)	1982	3	288	NIFOR Angola
Lancetilla	W. Africa	1969	6	118	Introducciones viejas
S. Alejo	Deli-W.Africa	1970	2	136	San Alejo SP
Mardi	IRHO	1979	1	97	IRHO 1039
Dami	Compuesta	1979	17	1235	DAM735, 736, 743, 774, 775
Lobe	Bamenda	1969	9	328	Silvestre
Tanzania	Kigoma	1978	5	275	Silvestre
Sierra Leona	Mobai	1983	9	140	Silvestre
Zambia	Zambia	1990	2	136	Silvestre
Uganda	Entebbe	1990	Varias	46	Jardín de Mezclas
Malawi	Kagoro	1992	4	(?)	Silvestre

luz en el dosel de la planta y en consecuencia promover un aumento en la producción de racimos. El IRHO (Reffye et al. 1989; IRHO-CIRAD 1989-1991) recientemente ha puesto un énfasis considerable en desarrollar modelos de simulación de la distribución del dosel en el espacio, para determinar el patrón de la transferencia de la radiación solar en la plantación. Dichos modelos deberán, de alguna manera, definir el tipo de planta que tendrán, por tarea, que identificar, seleccionar y multiplicar los fitomejoradores.

En 1988, Villalobos y Sterling encontraron que algunas características como la conductividad estomática, la extinción de luz en el dosel, el peso específico de la hoja (P.E.) y el área foliar son componentes morfológicos determinantes de una mayor producción de racimos en palmas Tenera (Deli x Avros) de 11 años de edad (Tabla 2). También, en menor proporción, se determinó el efecto del ángulo de inserción foliar sobre la producción de racimos. Todos los componentes citados de alguna manera influyen sobre la eficiencia de la reacción de fotosíntesis y por lo tanto se pueden considerar como posibles parámetros de selección.

En un segundo estudio, Villalobos (1992b), al evaluar 44 genotipos de origen Deli, La Mé, Yangambi, Angola, Nigeria y Compacto, determinó diferencias considerables entre estos genotipos respecto algunas variables arquitectónicas, como el valor de orientación foliar (VOF), la razón de área foliar (RAF), el número de estomas/ campo (NE), la longitud relativa de los estomas(LE) y el contenido foliar de magnesio, que además de permitir diferenciar entre genotipos, fueron componentes importantes de las ecuaciones de regresión que se utilizaron como predictores de la producción, lo cual indica, una vez más, la posibilidad de utilizar dichas variables como herramientas de selección (Tabla 3).

REDUCCION DE LA BIOMASA Y EL CRECIMIENTO VEGETATIVO

La reducción de la demanda de asimilados fotosintéticos resulta de vital importancia en la maximización de la tasa de conversión energética del cultivo, sobre todo si se considera que la tasa de asimilación neta (TAN) es la diferencia de la suma de las necesidades de mantenimiento (Respiración) más las reservas de materia seca empleadas directamente en el crecimiento vegetativo, respecto a la totalidad de energía captada por la planta. El remanente energético es utilizado por la planta para la producción de racimos y aceite.

La ventaja de los materiales de reducida tasa de crecimiento en altura ha sido reconocida desde el inicio del desarrollo del mejoramiento genético de esta especie. El fenotipo Dumpy (Jagoe 1952) es el primer ejemplo concreto del interés que ha existido sobre estas palmas de lento crecimiento. Otras poblaciones han sido estudiadas con el mismo objetivo, tal es el caso de las líneas La Mé, Pobe Dwarf, Yocoubé, y los intentos realizados por reducir el crecimiento en altura de los materiales de siembra mas tradicionales, practicando fuerte presión de selección para obtener palmas de alto índice de cosecha (Noiret y Gascón 1976; Hardon et al.

Tabla 2. Valores promedio de algunas características evaluadas en 11 progenies de palma de aceite.

Progenie	PxS	TEF*	P.E mg/dm2	Angulo intersección	Punto inflexión	Extinción de luz	CAB (cm/s)*
C754	41,2a[1]	11,3ab	12ab	38,4c	476bc	1,6a	0,48ab
C787	36,9a	10,8b	11bc	44,4ab	495bc	1,6a	0,55ab
C843	35,9a	11,6ab	11bc	45,8ab	471c	2,0a	0,59a
C847	37,0a	11,7ab	13bc	43,6ab	476bc	2,0a	0,59a
C893	41,6a	12,1ab	10c	42,6ab	465c	1,7a	0,43b
C902	41,8a	11,8ab	12ab	43,1ab	471c	1,6a	0,46b
C957	40,1a	12,1ab	11bc	47,6a	478bc	1,8a	0,35bc
C974	40,6a	12,2ab	12ab	48,9a	534a	1,0b	0,38bc
C1122	39,1a	11,6ab	12ab	43,1ab	516a	1,3b	0,44b
C1399	36,5a	13,4a	11bc	40,3c	479bc	1,2b	0,28c
C1408	37,5a	12,7ab	12ab	41,5bc	505ab	1,3b	0,25c

1 En cada columna los valores seguidos por la misma letra no muestra diferencias entre progenies, según la prueba de Duncan (alfa <0,05).

* CAB = Conductividad estomática abaxial (1/rs abaxial); TEF = Tasa de emisión foliar en seis meses. P.E = Peso específico

Tabla 3. Valores promedio de algunas características morfológicas evaluadas en progenies de palma de aceite de diverso origen genético. Costa Rica. 1991.

Material	LE[1]	NE[1]	VOF[1]	RAF[1]
1 IRHO618 LM	0,02785 bcd	229,2bc	26,17bcd	2,2a
2 IRHO624 WA	0,0281 bc	229,5bc	23,55def	2,1ab
3 IRHO628 YA	0,02728bcde	219,9cd	25,38cde	1,6c
4 IRHO629 YA	0,0259e	264,7a	31,11a	2,1ab
5 IRHO630 YA	0,02752bcde	234,6bc	29,00ab	1,7abc
6 IRHO619 LM	0,02732bcde	243,8ab	20,91f	2,1ab
7 IRHO622 LM	0,02752bdce	229,4bc	22,0ef	2,0abc
8 IRHO626 WA	0,02862bc	198,9d	21,23f	1,7abc
9 IRHO627 YA	0,02898ab	220,8bcd	23,54def	1,7abc
10 IRHO631 YA	0,02685cde	241,9abc	24,47cdef	1,9abc
11 IRHO625 WA	0,02625de	245,3ab	21,34f	1,7abc
12 1584 (De x BM)	0,03045a	224,3bc	27,80abc	1,9abc
GHA646 (AN88)	0,02445b	244,6b		
GHA647 (Nig)	0,02713a	228,5b		
GHA648 (Nig)	0,02647a	274,6a		
1 C9068	0,02698abcd	230,6abcd	26,84bc	2,3ab
2 C9080	0,0255d	219,7bcd	18,73c	2,0b
3 C9118	0,02618cd	215,2d	21,11bc	2,1ab
4 C9118	0,02645cd	218,0cd	24,40bc	2,6a
5 C9102	0,0282ab	229,9abcd	27,43ab	2,6a
6 C9106	0,02692abcd	243,7ab	21,41bc	2,3ab
7 C9113	0,02718abc	212,0d	22,64bc	2,2ab
8 C9117	0,02728abc	224,5abcd	27,61b	2,5ab
9 C9115	0,02675bcd		22,48bc	2,4ab
10 C9048	0,02648cd	233,1abcd	26,67bc	2,4ab
11 C9018	0,027abcd	220,7bcd	23,48bc	2,3ab
12 C9036	0,02715abc	246,7a	24,41bc	2,4ab
13 C9009	0,02742abc	242,5abc	19,37bc	2,5ab
14 C9015	0,02675bcd	207,8d	21,89bc	2,4ab
15 C9005	0,02725abc	217,9cd	34,67a	2,5ab
16 C9038	0,02738abc	230,3abcd	22,84bc	2,4ab
17 C9086	0,02335a	219,8bcd	23,07bc	2,4ab
1 C9036 Compacta	0,0252ab	235,4ab	22,37a	2,4a
2 C8252 Compacta	0,0262a	230,8b	23,11a	1,7bc
3 C9232 Compacta	0,0262a	209,8c	21,73a	2,1ab
4 C9255 Compacta	0,0243b	253,2a	22,35a	1,6c
5 C9235 Compacta	0,0258ab	231,2b	22,40a	2,0bc
1 C9202 Deli	0,02741ab	233,2ab	18,92a	2,0abc
2 C9207 Deli	0,02388c	230,8abc	21,40a	1,9bc
3 C9226 Deli	0,02736ab	223,2abc	20,45a	2,1abc
4 C9229 Deli	0,02641ab	202,4cd	21,09a	2,3a
5 C9198 Deli	0,02665ab	206,7bcd	18,62a	2,1ab
6 C9246 Deli	0,02553bc	246,9a	21,32a	1,8c
7 C9208 Deli x URT	0,02806a	193,1d	17,51a	2,2ab

1. LE = Longitud estomática; NE = Número de estomas/campo 200 x, VOF= Valor de orientación foliar; RAF = Razón de Area Foliar
2. En cada columna los valores con la misma letra no difieren significativamente según la Prueba de Duncan (0,05%).

Tomado de Villalobos, R. 1992, Informe Anual. Depto. de

1976; Breure et al. 1982; Breure y Korimor 1986).

También están documentados en la literatura los esfuerzos por lograr incorporar los atributos deseables de crecimiento presentes en la especie *E.oleífera* y los híbridos interespecíficos, en los materiales comerciales de siembra (Hardon et al. 1969; Meunier 1975; Tan y Rajaratnam 1978; Lubis et al. (en prensa)).

Pl PA/ASD ha basado tradicionalmente la producción de semillas en la explotación de los híbridos entre las poblaciones Deli y AVROS, que aunque de vigor considerable, son de reconocida precocidad y con altos rendimiento de aceite, sobre los cuales se ha hecho énfasis en la obtención de progenitores con el menor crecimiento vegetativo posible.

En años recientes se ha iniciado la distribución de otros materiales comerciales provenientes de líneas masculinas que confieren rendimientos de aceite comparables, pero que dan lugar a palmas de menor desarrollo. Aunque existen otras alternativas en proceso de investigación, momentáneamente se ha logrado un considerable avance con los híbridos Deli x Ekona y Deli x Calabar (Tabla 4).

Tabla 4. Producción acumulada a los 40 meses de edad y otros parámetros comerciales de interés en materiales jóvenes de origen Deli x AVROS, Deli x Ekona y Deli x Calabar.

Material	Rendimiento FFB	Trc	LHJ	AF	LAR	M/F	O/M	O/B
Deli x Ekona	23,2	39	3,9	4,9	67,2	85,5	50,0	29,4
Deli x AVROS	22,2	45	4,0	5,4	65,8	86,0	46,8	27,0
Deli x Calabar	21,7	-	2,6	3,0	70,4	85,1	44,3	26,6

Compactas

El término "palmas compactas" ha sido acuñado en el seno del Programa de Investigaciones PIPA/ASD, en referencia a un tipo de palma caracterizado por la producción de hojas y troncos cortos, obtenidos de retrocruzamientos a partir de híbridos interespecíficos (Sterling et al. 1987). Estas características deseables de crecimiento están determinadas por un reducido número de genes, lo que ha permitido, con relativa facilidad y rapidez, la introgresión de dichos caracteres en una amplia gama de materiales genéticos, como alternativa para obtener materiales de siembra de poco crecimiento vegetativo y de alta producción. El desarrollo de semilla comercial de palmas compactas se considera el objetivo más importante del Programa de Investigaciones PIPA/ASD (Tabla 5).

ESTUDIOS DE LA INTERACCION GENOTIPO x AMBIENTE EN LA PALMA DE ACEITE

El potencial de rendimiento de este cultivo perenne está fuertemente influenciado por factores ambientales como clima, tipo de suelos y manejo agronómico de la plantación. La variabilidad de estos factores provoca que los diferentes genotipos respondan diferencialmente a las variaciones del ambiente y como resultado se produce el fenómeno conocido como Interacción Genotipo x Ambiente (GE).

Los fitomejoradores utilizan diferentes estadísticas de estabilización, tales como el coeficiente de regresión y el cuadrado medio de la desviación de regresión, (Yates y Cochran 1983), para determinar si el comportamiento de un genotipo es estable después de ser evaluado en una serie de condiciones ambientales. De este modo, el investigador puede juzgar si la estabilidad o inestabilidad mostrada por un genotipo en particular es el producto del efecto principal de alguna covariable ambiental. Cuando la interacción GE es estadísticamente significativa, debe incluirse el concepto de estabilidad en el proceso de selección.

Cuando se desconocen los valores de GE, existe el riesgo de descartar algunos genotipos en las primeras fases del proceso de mejoramiento, cuando pudo haber existido un mejor comportamiento en otros ambientes. Esta eliminación prematura de genotipos puede dar como resultado una considerable "erosión" de genes importantes. Este riesgo, en la actualidad, puede disminuirse con el auxilio de métodos modernos como el "RFLP" y el "Fingerprinting", para determinar cuáles fracciones de la variabilidad genética son estables en determinadas condiciones ambientales.

La evaluación de los resultados de experimentos Genotipo x Ambiente permitirá orientar más objetivamente el proceso de mejoramiento y la selección de materiales, mediante: (i) amplia adaptabilidad (altos índices de estabilidad) para aquellas regiones con condiciones ambientales sin limitaciones severas al desarrollo normal del cultivo; y (ii) genotipos con adaptación específica, de

Tabla 5. Comportamiento de un grupo de progenies compactas Bx_2, en relación al cruce estándar (Deli x AVROS).

	No.	FFB X	Rac	O/B	No. Racimos	TRK	hoja	LAR
C9269[1]	18,3	89,7	4,9	30,5	18,3	36,0	451	2,80
C9252[2]	19,5	100,0	5,2	30,3	19,5	37,9	459	2,87
C9259	17,2	105,4	6,1	27,3	16,6	41,2	447	2,41
C9268	16,0	84,5	5,8	28,9	16,3	47,9	438	2,63
C9235	18,1	98,7	5,4	25,6	17,1	47,9	444	2,60
SC	18,0	115,0	6,6	27,5	18,1	61,2	520	2,76

1. C9269 CAM236:31T x C333:122T
2. C9252 (D x AVROS) x C288:20T

manera que sean una alternativa para regiones marginales, con limitaciones, tales como déficit hídrico, bajas temperaturas, enfermedades endémicas (ej. *Fusarium* sp.).

En Costa Rica, a este respecto, la orientación de la investigación se basa en el comportamiento de 70 progenies tipo DxT provenientes de cruzamientos de palmas de muy diversos orígenes genéticos, en los que se consideran cinco líneas femeninas en combinación con 12 líneas masculinas (Tabla 6). El programa de cruces inter-origen siguió el arreglo anidado incompleto conocido como Carolina del Norte Tipo-I (NCM-1). El esquema de mejoramiento proyectado es el método de Selección Recurrente Recíproca (SRR) (Tabla 7).

Los ensayos se establecieron durante el período 1991-1992 en 11 localidades, seleccionadas por sus características de ambiente contrastante. En Centro América se plantaron en: Honduras (1), Costa Rica (2) y Panamá (1); en América del Sur en Colombia (1), Venezuela(2), Ecuador (1) y Perú(1) y en la India (2).

Tabla 6. Líneas parentales seleccionadas para la evaluación del fenómeno genotipo x ambiente. (GE).

	Progenie	Tipo	Origen
		Progenitor Dura	
1	C9226:31D	Deli Dura	CHEMARA BPRO
2	SOC307:383D	Deli dura	Socfin BPRO
3	GHA646:30D	Angola Dura	Angola 263T
4	GHA646:45D	Angola Dura	Angola 263T
5	BAM64:623D	Bamenda Dura	Bamenda
6	BAM66:693D	Bamenda Dura	Bamenda Wild
7	TAN544:225D	Tanzania Dura	Kigoma
8	TAN546:88D	Tanzania Dura	Kigoma
9	CAM240:301D	Composite	1/4 Deli 3/4 Ekona
10	CAM240:302D	Composite	1/4 Deli 3/4 Ekona
11	C9212:224T	SP540 Derivate	BM119 Derivate
12	HC129:933T	SP540 Derivate	BM119 Derivate
13	GHA647:119T	Nigeria Ténera	Calabar
14	GHA648:147T	Nigeria Ténera	Calabar
15	C9023:73T	Yangambi Ténera	SOC302: Self
16	IRH627:280T	Yangambi	EX IRHO
17	TAN544:137T	Tanzania Ténera	Kigoma
18	TAN544:180T	Tanzania Ténera	Kigoma
19	MOB658:125T	Sierra Leona Ténera	MOBAI
20	MOB658:126T	Sierra Leona Ténera	MOBAI
21	CAM236:64T	Ekona Ténera	3 AR/7239T x 2/231
22	CAM237:666T	Ekona Ténera	2/1301T SELF
23	IRH619:26T	La Mé Ténera	BRT10 x LM8
24	IRH621:31T	La Mé Ténera	L7T SELF

MEJORAMIENTO POR TOLERANCIA AL ESTRES HIDRICO

Los fitomejoradores, al desarrollar genotipos tolerantes a la sequía, deben determinar previamente cuáles atributos de la planta deben manipular genéticamente. Un sistema radical extenso, una alta sensibilidad estomática a la deshidratación, el enrollamiento foliar, los depósitos cerosos epicuticulares y el ajuste osmótico son características asociadas con la tolerancia a la desecación (Sullivan 1983). Algunas de las características citadas son de difícil evaluación o son muy afectadas por ligeros cambios ambientales, lo cual limita su utilidad, en especial, si se trata de evaluar poblaciones muy grandes. Más aún, la tolerancia a la sequía no necesariamente depende de una sola característica, sino de la contribución parcial de varios mecanismos que pueden funcionar en diferentes estados de desarrollo de la planta.

Después de un período de estudios preliminares realizados en plantaciones comerciales y experimentales en la región de Quepos, Costa Rica, desde 1988, ha sido posible documentar el efecto detrimental de la sequía sobre palmas jóvenes y adultas. Durante el mismo período fueron valorados y adaptados para su utilización en palma de aceite, una serie de indicadores del status hídrico de la planta, entre los que se citan: (i) Contenido relativo de agua (CRA), (ii) Potencial hídrico de la hoja (PHF) y (iii) Test de pérdida de agua (TPA). Con los resultados de estas investigaciones (Villalobos et al. 1990a y b; Villalobos y Sterling 1988) se ha iniciado el proceso de clasificación del germoplasma de la colección del PIPA/ASD con base en los indicadores citados.

En un primer estudio (Villalobos 1990c), palmas de vivero de 22 progenies, obtenidas de cruzamientos 'intraorigen' se sometieron a diferentes períodos de estrés hídrico. Para algunos de los genotipos se observaron valores altos de PHF y CRA, en particular para el C10056 (Tabla 8). Señalar como tolerantes a la sequía los genotipos que muestran mejor estado de hidratación, resulta prematuro, pero se considera apropiado estudiarlos mas profundamente, porque el sistema radical juega un papel muy importante en la tolerancia a la sequía y el efecto de esta variable no se expresa de igual manera en un sistema confinado, como el de vivero. Es importante resaltar que los genotipos que mostraron mejor comportamiento en este primer estudio, mantuvieron valores intermedios o altos de CRA y PHF, y en forma consistente, en varias mediciones que se hicieron en esa ocasión.

Tabla 7. Esquema de cruzamiento entre las poblaciones Dura y Ténera arreglados en un diseño anidado y balanceado. (NCM-1).

Masc	BM119 der		NIGERIA		YANGAMBI		KIGOMA		MOBAI		EKONA		LA ME	
Femenina	C9212 224T	HC129 933T	GHA648 147T	GHA647 119T	C9023 73T	IRH627 280T	TAN544 137T	TAN544 180T	MOB668 125T	MOB658 126T	CAM236 64T	CAM237 666T	IRH619 26T	IRH621 31T
Deli dura														
C9226:31D	x			x	x		x		x		x		x	
SOC307:383D		x	x			x		x		x		x		x
Deli/Ekona dura														
CAM240:301D	x			x			x		x		x		x	
CAM240:302D		x		x		x		x		x		x		x
Angola														
GHA646:30D	x			x	x		x		x		x		x	
GHA646:45D		x	x			x		x		x		x		x
Bamenda														
BAM64:623D	x			x	x		x		x		x		x	
BAM66:693D		x	x			x		x		x		x		x
Kigoma														
TAN544:225D		x		x		x				x		x		x
TAN546:88D	x			x	x				x		x		x	

Aparentemente, el peso seco de la raíz y de la parte aérea de la planta, y la razón peso seco parte aérea/ peso seco raíz, no causaron las diferencia en CRA y PHF en las cuatro progenies con mejor status hídrico y en las cuatro peores (Tabla 9).

El CRA y el PHF mostraron una correlación entre sí de 0,75" (Fig.1). Ambos indicadores del estado de hidratación tienen gran utilidad en programas de selección para tolerancia a la sequía, y han sido recomendados por diferentes investigadores en años recientes.

En un segundo estudio, también involucrando palmas de vivero de 18 genotipos de diferente procedencia, esta vez con cruces inter-origen, fueron evaluados por su

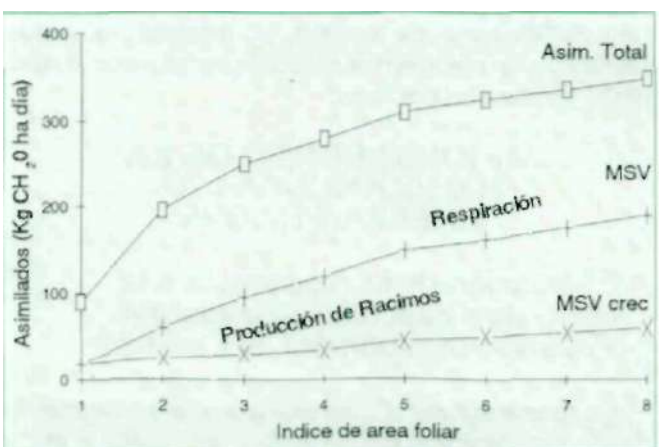

Figura 1. Distribución de asimilados fotosintético según el modelo logístico (BBreure, 1990)

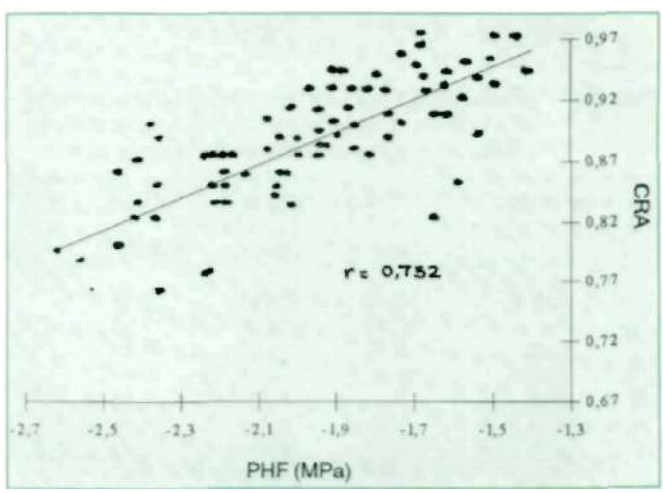

Figura 2. Regresión del contenido relativo de agua (CRA) en el potencial hídrico foliar (PHF) al mediodía, en 42 genotipos de palma aceitera, expuestos a la deshidratación progresiva en el vivero.

Tabla 8. Valores en promedio del contenido relativo de agua (CRA) y del potencial hídrico foliar (PHF) en 22 genotipos de plantas de vivero de *Elaeis guineensis,* en respuesta a la suspensión del suministro de agua por 11 y 17 días. Damas, Quepos, Costa Rica.

Genotipo	11 días		17 días	
	CRA	PHF (MPa)	CRA	PHF(MPa)
10056	0,92	-1,93	0,90cdef	-1,58a
9941	0,95	-1,57	0,94f	-1,64ab
9940	0,97	-1,80	0,92ef	-1,78abc
9940	0,97	-1,80	0,92ef	-1,78abc
9961	0,94	-1,80	0,91cdef	-1,81abcd
10062	0,91	-1,68	0,90bcdef	-1,90abcde
9934	0,93	-1,95	0,87cdef	-1,90abcde
9992	0,95	-1,70	0,90bcdef	-1,90abcde
10002	0,97	-1,58	0,84def	-1,92abcde
9985	0,88	-1,65	0,89bcdef	-2,00abcdef
9927	0,94	-1,47	0,90bcdef	-2,02bcdefg
9948	0,92	-1,60	0,83abcd	-2,07bcdefgh
9967	0,90	-1,80	0,89bcdef	-2,08cdefgh
10096	0,93	-1,70	0,92ef	-2,08cdefgh
9944	0,85	-1,63	0,84abcd	-2,10cdefgh
10088	0,94	-1,80	0,87bcdef	-2,17cdefgh
10053	0,90	-1,77	0,77a	-2,23defghi
10084	0,97	-1,80	0,85bcdef	-2,27efghi
10009	0,82	-1,70	0,84abcd	-2,42fghi
10068	0,87	-1,85	0,82ab	-2,43ghi
9970	0,96	-1,80	0,83abc	-2,47hi
9968	0,97	-1,50	0,87bcdef	-2,50hi
10087	0,93	-1,73	0,80ab	-2,63i
ANOVA	ns	ns	*	**
CV (%)	5,98	12,83	5,53	12,36

1 Promedios seguidos por la misma letra son iguales según la prueba de la diferencia mínima significativa (o = 0,05)
* Significativo; ** Altamente significativo, ns=no significativo

Tabla 9. Peso seco de la raíz y del tallo, relación tallo/raíz en ocho de los genotipos de palma de aceite que mostraron baja y alta hidratación en condiciones de déficit hídrico.

Genotipo	Peso Seco (g)		Razón
	Tallo	Raíz	Tallo/Raíz
10009	57,90	19,90	3,30
9941	52,80	15,00	3,60
9940	44,70	12,90	3,80
10087	56,00	19,40	3,30
9970	61,20	20,20	3,10
9968	47,70	10,20	4,90
9961	77,70	20,70	3,80
10056	42,60	10,40	4,40
Prueba F	ns	*	ns

ns=no significativa; *=significativa.

capacidad de tolerar la desecación, usando los parámetros PHF, CRA, TPA y apariencia de la planta (Bermúdez 1992). En este nuevo ensayo, el PHF permitió hacer una separación de los materiales en un rango amplio de respuesta a la desecación y fue coincidente con la evaluación visual de los mismos. El CRA y el TPA permitieron detectar diferencias entre genotipos. Pero cuando se llevaron palmas de vivero a una localidad con severa deficiencia hídrica natural, estos indicadores no fueron tan efectivos en la detección de diferencias importantes.

En forma similar a los estudios mencionados anteriormente, cuando se ha evaluado material genético en un solo ambiente, se han detectado diferencias marcadas sólo en cuanto a la capacidad de tolerar el estrés hídrico. Eso se debe probablemente a que la sequía no es un factor de presión de selección al generar nuevos materiales de siembra, ya que la mayoría de las estaciones dedicadas al mejoramiento de esta especie, incluyendo Costa Rica, se localizan en ambientes donde el déficit hídrico no es un factor limitante.

Los tres genotipos más tolerantes en este estudio fueron los cruzamientos 635, 518 y 567. El primero y el tercero tienen genes procedentes de la población Deli Dura, donde también existieron materiales muy poco tolerantes. Igualmente ocurrió con el cruce 518 que posee sangre de origen La Mé; sin embargo, otros tres genotipos, con progenitores de este mismo origen, se comportaron pobremente.

La etapa que recién se ha iniciado en esta área de investigación considera someter a la comprobación experimental las diferencias encontradas en tolerancia a sequía en vivero para determinar si estas prevalecen bajo condiciones de campo, y, además, si estas diferencias en respuesta a la sequía se traducen en una mayor producción por área.

MEJORAMIENTO DE LA TOLERANCIA A LAS ENFERMEDADES

Evaluación de la resistencia a la Marchitez Vascular causada por *Fusariun oxysporum* f. sp. *elaeidis.*

La marchitez por *F. oxysporium* (Schl.) Snyder et Hans. fue descrita por Wardlaw en 1946 y es la enfermedad más importante en Africa. En América se encuentra establecida únicamente en Brasil y

posiblemente en Ecuador (Van de Lande 1985; Renard y Franqueville 1989).

La selección de progenies resistentes es posible, ya que la tolerancia relativa de una progenie en el campo puede ser estimada a partir de su respuesta a la inoculación bajo condiciones de vivero. Métodos de inoculación y selección de progenies en vivero han sido descritos y utilizados en la producción comercial de semillas (Meunier et al. 1979; Renard et al. 1980; Franqueville 1984, 1991; Renard y Franqueville 1991).

Se estima que en la regulación hereditaria de esta característica existe la participación de pocos genes. Sin embargo, se debe resaltar que es común observar diferentes grados de tolerancia aún en palmas provenientes de la misma familia. También es común observar el mayor grado de tolerancia asociado con la combinación de palmas específicas, con frecuencia, aún cuando uno o ambos de los progenitores no hayan mostrado ser totalmente tolerantes. Esto obliga a probar en vivero todas las progenies con potencial de ser utilizadas en una región de alto riesgo.

La especie *E.oleífera,* en general, presenta un alto grado de tolerancia a la marchitez por *Fusarium,* que transmite apropiadamente en los híbridos interespecíficos (Renard et al 1980). En la especie africana pueden encontrarse orígenes donde es posible detectar familias con un alto grado de tolerancia, tal es el caso de los materiales Ekona, La Mé y Yangambi, como también el alto grado de suceptiblidad asociado con las líneas Deli y BM119.

Con el objetivo de establecer el grado de resistencia del material genético de PIPA/ASD a la inoculación con *Fusarium,* bajo condiciones de vivero, en 1986 y 1989 se establecieron dos ensayos en una área infectada por la marchitez vascular, en el Departamento de Tailandia, Para, Brasil, dado que en Costa Rica no existe esta enfermedad. Las progenies fueron clasificadas según el índice modificado sugerido por Renard et al. (1974): Porcentaje de palmas sanas y con buen crecimiento / Porcentaje de plantas sanas y con buen crecimiento en todo el ensayo donde se evaluó cada cruce. Se consideró que todo genotipo con un índice de crecimiento por arriba de 1 poseía un grado de resistencia superior al promedio.

Bajo este criterio se estableció que el 52% de los cruces estudiados poseían índices por arriba de la unidad, particularmente los provenientes de la población Ekona. Con excepción de una de las palmas Deli Dura probadas, que produjo descendencias relativamente tolerantes, aparentemente esta población no permite una amplia producción de materiales tolerantes a la marchitez vascular (Tabla 10).

Tabla 10. Respuesta a la inoculación con *Fusarium oxysporium* f sp *elaeidis* en diferentes genotipos de *E.guineensis.*

Origen	No.de Progenies	Indice de Tolerancia (I)*	Nivel de tolerancia Alta	Media	Baja
Ek x Ek	21	1,12	15	1	5
De x Ek	12	0,98	6	2	4
De x De	4	0,60	0	1	3
De x Ya	2	1,15	2	0	0
De x Tan	4	1,12	3	0	1
Ya x Ya1	1	1,20	1	0	0
Tan x Ya	1	0,94	0	1	0
Tan x Ek	6	0,92	2	1	3

Ek= Ekona, De= Deli Dura, TAN= Tanzania, YA= Yangambi.

*Indice de tolerancia $I = \frac{\text{\% de plantas sanas y con buen crecimiento/ progenie}}{\text{\% de plantas sanas y con buen crecimiento en todo el ensayo}}$

SUSCEPTIBILIDAD AL SINDROME ARQUEO FOLIAR - PUDRICION DE LA FLECHA

La predisposición a la pudrición de la flecha-arqueo foliar (PF-AF) ha sido descrita como una característica regulada por un par de genes en su forma recesiva (Berchaux y Gascón 1963) y posteriormente, Blaak (1970) sugiere la participación de un gene inhibidor (Epistático) que presenta penetración incompleta, para explicar algunos patrones de segregación anómalos observados en una serie de genotipos evaluados en Lobe, Camerún.

A pesar de la aparente facilidad con que puede reducirse la afección del PF-AF, muchas de las estaciones dedicadas al mejoramiento de la palma de aceite no lo consideran un objetivo prioritario, quizá por el carácter transitorio de la enfermedad, pues característicamente el período de mayor susceptibilidad ocurre durante la etapa juvenil de la planta, y por el efecto poco tangible sobre la producción de las palmas afectadas, una vez que estas se han recuperado de la enfermedad.

En la literatura se menciona la existencia de diferencias considerables en susceptibilidad relacionadas con el origen genético del material de siembra (Berchaux y Gascon 1963), siendo notorio el mayor grado de afección en las progenies Deli x Deli en contraposición con la resistencia observada en la población La Mé y sus derivados.

Esta enfermedad ha sido extensamente estudiada en Costa Rica, para lo cual se evaluaron bimestralmente una gran cantidad de genotipos, desde los 10 meses después del trasplante al campo definitivo hasta los 74 meses de edad. Los resultados de la evaluación realizada en los campos experimentales del PIPA/ASD se resumen en la Tabla 11. Se puede observar una mayor predisposición en los cruces intraorigen; las progenies BM119 x BM119 (Avros) fueron las mas afectadas (29,8%) y los cruces Deli x Deli (14,2%) también presentaron alto grado de incidencia. En los cruzamientos 'interorigen' la frecuencia de palmas afectadas por esta anormalidad fue significativamente menor. Es de resaltar la baja incidencia presente en los materiales Deli x Calabar con sólo el 0,86% de palmas enfermas. Un comportamiento similar se observó en las progenies de origen Tanzania x BM119 con el 0,75% de los individuos mostrando los síntomas. Las líneas comerciales Deli x BM119 y Deli x Ekona presentaron niveles de afección muy similares entre sí, sin que sobrepasaran el 5,0% de palmas afectadas.

Tabla 11. Porcentaje acumulado de incidencia de pf - af en progenies de diferente origen genético durante los primeros 36 meses de edad en el campo. PIPA/ASC. Costa Rica.

Genotipo	No. Prog. Total	Afectadas	Sin afección	No. palmas	%afección
Deli x Deli	75	68	7	5.236	14,21
Deli x URT	1	1	0	461	3,97
Deli x BM119	78	50	28	4.363	3,65
Deli x Ek	16	13	3	1.282	4,73
Deli x Cal	23	6	17	11.880	0,86
BM119 x BM119	3	3	0	174	29,76
BM119 x Ek	19	5	14	729	3,70
BM119 x Kigoma	7	5	2	617	0,75
Ek x Ek	12	6	6	834	6,22

Selección por tolerancia a la pudrición letal del cogollo

La condición conocida como pudrición letal del cogollo o amarillamiento letal en *E.guineensis* ha causado la muerte de miles de palmas en toda América Tropical. Amarillamientos y pudriciones en el tejido joven que generalmente conducen a la muerte de la planta han sido observados en Centro América, Colombia, Ecuador, Brasil y Surinám.

El agente causal, así como el mecanismo de diseminación asociados con la sintomatología descrita, son aún desconocidos.

Una de las posibles y mas sencillas vías para controlar esta enfermedad está relacionada con el uso de materiales genéticos con resistencia. Los híbridos interespecíficos *(E.o* x *E.g)* son un buen ejemplo de resistencia, sin embargo, la baja producción relacionada con la semi-esterilidad y el bajo contenido de aceite en el racimo hacen de los híbridos interespecíficos materiales poco atractivos para lograr rendimientos óptimos.

Con la utilización de generaciones avanzadas de híbridos y sus retrocuces se pretende resolver los problemas descritos y mejorar la producción de aceite, reteniendo entre otras características deseables, la capacidad de tolerar la pudrición letal del cogollo.

El programa de mejoramiento PIPA/ASD posee una gran cantidad de materiales genéticos que contienen diversas proporciones de "germoplasma" *E. oleifera y E. guineensis,* entre los que se consideran las líneas compactas. Como un primer paso se considera esencial evaluar los citados materiales por su capacidad de resistir a la pudrición letal del cogollo. Esta evaluación recién se inició con el establecimiento, en Changuinola, Panamá, de un ensayo de pruebas de progenies (77 cruces) a gran escala, que pretende la selección de palmas compactas, con potencial agronómico, para la eventual identificación y posterior multiplicación clonal de palmas élite, resistentes a la Pudrición Letal del Cogollo

VARIABILIDAD GENETICA Y COMPOSICION QUIMICA DEL ACEITE EN PALMA DE ACEITE

El mejoramiento genético de esta oleaginosa considera entre sus objetivos actuales la modificación de la composición química de los aceites producidos, y está especialmente orientado a incrementar la insaturación total, para competir más ventajosamente en los mercados de aceites de mesa hasta ahora acaparados principalmente por las oleaginosas de grano.

Hardon et al. (1969) demostraron que entre las especies *E.oleífera* y *E.guineensis* existen diferencias importantes en cuanto al contenido y la composición de los ácidos grasos presentes en el aceite: *E. oleífera (E.o)* presenta un aceite con mayor grado de insaturación mientras que en *E.guineensis (E.g)* se dan los valores mas bajos en esta caracteristica; los híbridos obtenidos entre ambas especies *(E.o x E.g)* ocupan posiciones intermedias entre los extremos de variación de la composición química del aceite.

A pesar del alto grado de insaturación total que existe en E.oy en los híbridos interespecíficos *E.ox E.g,* no son cultivados a escala comercial por su baja producción de aceite, debido principalmente al incipiente contenido de aceite en sus racimos. Existen, sin embargo, biotipos de la especie *E.o* (Ooi 1963; Barcelos et al. 1985), que por sus rendimientos y composición de racimos podrían ser llevados hasta niveles de productividad competitivos. Los híbridos *E.ox* E.g, aunque de rendimientos aceptables de fruta fresca, son de uso limitado especialmente por su modesta tasa de extracción de aceite en el racimo, ocasionada especialmente por el alto grado de infertilidad presente en sus órganos florales, y por la considerable longitud de sus hojas que hacen que se deban utilizar bajas densidades de siembra. Se han identificado combinaciones de biotipos de *E.o* con poblaciones específicas de la especie africana que muestran un balance apropiado entre crecimiento, rendimiento, cantidad de aceite obtenible y, además, con aceite de buenas características físico-químicas (Meunier et al. 1976; Tan y Rajaratnam 1978; Lubis et al. 1987; Sterling y Richardson 1988).

Aunque con posibilidades más limitadas, la especie E. *guineensis* da cierto margen de variabilidad genética que permite cierto grado de mejoramiento de las características químicas del aceite en los materiales comerciales de siembra. Wuidart y Gascon (1975), Noiret y Wuidart (1976) y Ng et al. (1976) determinaron que en palmas de origen La Mé el porcentaje de insaturación total fué de 55%. mientras que las poblaciones Deli dura y Yamgambi presentaron valores menores a 51 % y 50%, respectivamente. Rajanaidu y Rao (1987) investigaron la población de origen Nigeria y encontraron palmas individuales con reducidas tasas de crecimiento anual, altos rendimientos de RFF y sobre todo niveles de insaturación de aceite superiores al 68%. Estos "ortets" no sólo están siendo utilizados para su multiplicación clonal. sino que conforman la base de un esquema de mejoramiento que pretende, a corto plazo, ser la principal fuente de abastecimiento de materiales de siembra comerciales en las futuras plantaciones de Malasia.

En el Programa de Investigaciones PIPA/ASD se pretende mejorar la calidad del aceite, a través de la identificación de combinaciones genéticas que muestren ventajas competitivas en este sentido. En este resumen se describe la variabilidad encontrada en el porcentaje de saturación de los ácidos grasos del aceite, al realizar la clasificación por este parámetro, del germoplasma de palma de aceite del Programa.

Los resultados obtenidos permiten señalar la estrecha influencia que sobre la magnitud de la insaturación total ejerce la participación de la especie E. *oleífera.* Los valores de yodo superiores a 65% siempre correspondieron a progenies derivadas de la especie americana. Los valores intermedios 55-65% estuvieron asociados con los híbridos *E.ox E.g y* la menor proporción de insaturación se observó en los materiales de E. *guineensis* (Tabla 12).

Tabla 12. Valores de Indice de Yodo (I Y) en el aceite de diferentes orígenes en el banco de germoplasma de PRP. Coto.

Material (1.2)	N	Prom.	C.V.	Min.	Max
E.o. x E.o.	10	80,0	6,4	68,8	84,0
E.o. x OCP	8	66,4	7,4	60,0	71,0
E.g. x E.o. F_1	9	63,1	5,3	59,2	70,0
(OCP x E.g.)xE.g	12	57,0	5,2	51,6	62,8
OCP x E.g	78	53,5	5,6	38,8	64,8
Deli x AVROS	20	51,4	7,8	40,0	54,8
TAN544	4	54,2	6,0	50,0	58,0
CAM240	4	58,6	4,1	56,4	62,0
CAM236	4	58,0	2,5	58,0	61,0
GHA648	4	53,4	2,8	52,4	55,6
OCP Self.	2	45,0	3,1	44,0	46,0
Pobé 4	46,3	8,2	40,0	50,0	

Dentro del germoplasma de origen E. *guineensis* resalta el comportamiento de las accesiones CAM236 y CAM240 de origen Ekona, las cuales muestran una considerable superioridad no sólo por el valor de insaturación total, sino por su porcentaje de ácido oléico superior al de otros orígenes (Tabla 13).

Los materiales compactos *(Ocp),* mostraron índices de yodo generalmente superiores al 55%.

Al igual que en otros programas de investigación, se pretende la identificación de individuos elite, que además de mostrar adecuados atributos de producción y crecimiento, combinen una apropiada composición de ácidos grasos, que serían multiplicados clonalmente por la unidad de cultivo de tejidos del Programa de Investigación. En segunda instancia, y a pesar de la baja heredabilidad genética determinada para los diferentes ácidos grasos presentes en el aceite de palma, este nuevo componente de selección deberá ser considerado cuando se pretenda obtener las líneas parentales de las futuras generaciones de materiales comerciales.

Tabla 13. Variación en la composición química de los ácidos grasos de diferentes materiales de palma de aceite, porcentajes de la composición total de ácidos grasos determinados por cromatografía de gases.

Material	n 16:0[1]	Palmítico 18:0[1]	Esteárico 18:1[1]	Oleico 18:3[1]	Linoleico Insaturación	Total de	IY
E.o. x E.o	3	21,1	1,4	59,4	16,6	77,4	84,0
E.o. x OCP	2	33,9	1,8	40,9	13,2	63,8	71,2
E.o, x E. g.	3	32,9	2,0	50,0	13,6	64,1	67,3
(OCP x E. g.) x E. g.	4	46,8	2,7	37,9	11,0	49,3	59,2
OCP x E. g.	25	43,8	3,7	40,8	10,7	51,9	59,3
Deli x AVROS	6	43,7	4,6	39,2	11,2	51,0	53,8
TAN544	1	44,9	6,0	34,8	13,1	48,3	58,0
CAM240	1	38,9	6,2	47,9	5,3	53,7	62,0
CAM236	1	36,4	9,8	44,3	8,0	52,8	58,2
GHA648	1	47,1	5,4	31,8	13,7	46,1	55,6
OCP SELF	1	49,1	3,3	35,7	9,5	45,8	46,0
Pobè	2	44,7	5,8	36,2	10,2	46,9	49,0

número de moléculas de carbono: número de enlaces

REFERENCIAS

BARCELOS E. et al. 1985. Phenotipic variation in natural populations of CAIAUE, *Elaeia Oleífera,* H.B.K. Cortes, in the Brasilian Amazon. *In:* International Workshop on Oil Palm Germplaam and Utilizatation. ISOPB. Proceedings, PORIM and IBPGR, Banji, Malaysia.

BERCHOUX, C. DE; GASCON, J. P. 1963. L'arcure défolióe du palmier a huile Oleagineux (Francia) v.18, p.713-715.

BERMUDEZ, T. 1992. Relaciones hídricas y comportamiento de diferentes genotipos de palma aceitera, creciendo bajo condiciones de estrés hídrico, en la localidad de Santa Ana, Costa Rica. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. (Tesis Ing. Agrónomo),

BLAAK, G. 1970. Epistasis for crown disease in the oil palm *(Elaeís guineenais).* Euphytica (Holanda) v.19, p.22-24.

BREURE, C. J.; KONIMOR, J; ROSENQUIST, E. A. 1982. Oil palm selection and seed production at Dami Oil Palm Research Statior. Oil Palm News No 26

———;———. 1986. Parent selection for yield and buch index in the oil palm in West New Britain. Euphytica (Holanda) v.35, p.65-72.

CORLEY, R.H.V. 1976. Photosintesis and Productivity. *In:* R.H.V. Corley; J.J. Hardon; B.J. Wood. (Eds.). Devebpments in Crop Science. Oil Palm Research. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdan, Holland.

———. 1992. Future Prospects for oil palm breeding: New techniques, new strategies, new products. Symposium on the Science of Oil Palm Breeding, 7G,ISOPB/IRHO/PORIM/BUROTROP,Montpellier,France, 1-3July, 1992.

———; HARDON, J.J.;TAN,G. Y. 1971. Analysis of growth of the oil palm (Elaeis *guineensis)* 1. Estimation of growth parameters and application in breeding. Euphytica (Holanda) v.20, p.307-315

FRANQUEVILLE, H. DE. 1991. Former savannah or former forest: effect of pathogen isolates on performance of oil palm families with respect to Fusarium wilt. Oleagineux (Francia) v.46 no. 5, p,179-186.

HARDON, J. J.; WILLIAMS, C. N,; WATSON. I. 1969. Leaf area and yield in the oil palm in Malaya. Experimental Agriculture (Inglaterra) v.5, p.25-37.

HARDON, J. J. et al. 1976. Oil Palm breeding. Chap. 7. *In:* R.H.V. Corley; J.J. Hardon; B.J. Wood (Eds.). Developments inCrop Science. Oil Palm Research. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdan, Holland.

IRHO - CIRAD. 1992. Activity Report 1992. *Oleagineux* (Francia) v.47 no.6, p.290-326,

JAGOE, R. B. 1952. The dumpy oil palm. Malaysian Agricultural Journal (Malasia) v.35 no.12, p?.

LUBIS, A. U.; LUBIS, R. A.; AKIYAT, N. B.; NOIRET, J. M,. 1988. Preliminary results of the oil palm improvement programme using RRS at the Marihat Research Station (PPM) Indonesia. ISOPB Meeting, Marihat, November 1988 (tobepublished).

LUBIS, R.A., PAMIN, K.; LUBIS, A.U. 1987. Perspective of hybrids E *oleigerax E. guineensis* for breedings purpouses in Indonesia, *In:* 1987 Workshop on prospecta of interspecific hydrids. Kuala Lumpur. Malaysia. PORIM, Kuala Lumpur.

MEUNIER, J. 1975. Le palmier a huile american *Elaeis melanococca.* Oleagineux (Francia) v.30, p.51-61.

———;.VALLEJO, G.; BOUTIN, D. 1976. L'hybride E. *melanococcax* E *guineensis.* Oleagineux (Francia) v.22, p.661-664.

———; RENARD, J.L.;QUILLEC;G. 1979. Heredity of resistanceto Fusarium wilt inthe oil palm (E *gumeensis* Jacq.). Oleagineux (Francia) v.34 no.12. p.550-561.

NOIRET, J.M.; GASCON, J.P. 1967. Contribucion a l'etude de la hautet et de la croissance du stipe d'E *guineensis.* (Jacq.). Application a la selection du palmier a huile. Oleagineux (Francia) v.22, p.661-664.

———; WUIDART, W. 1976. Possibilities for improving the fatty acid composition of palm oil. Oleagineux (Francia) v.31 no.11, p.465-472.

NG, B.H.; CORLEY, R.H.V.; CLEAG, A.J. 1976. Variation in the fatty acid composition of palm oil. Oleagineux (Francia) v.31 no.11, p.1-6.

RAJANAIDU, N.; RAO, V. 1987. Oil palm genetic collections: their performance and use to the Industry. *In:* International Oil Palm/Palm Oil Conference, 29 June-1 Juty 1987. PORIM/ISP, Kuala Lumpur, Malaysia.

REFFYE et al. 1989. Modelisation de l'architecture des plantes. Application aux plantes agromiques perennes tropicales. Cas particulier des palmeea. Oleagineux (Francia) v.44 no.11, p.537-546

RENARD, J.L.; GASCON, J.P. ;BACHY. 1972. Research on vascular wilt disease of the oil palm. Oleagineux (Francia) v.27 no. 12, p.582-590.

———.; NOIRET, J.M.; MEUNIER, J. 1980. Sources et gammes de résistance a lafusarbse chez les palmiers a huile *Elaeis guineensis et Elaeia melanococca.* Oleagineux (Francia) v.35 noa.8-9, p.387-393.

———.; FRANQUEVILLE, H. DE. 1991. Intéret des techniques culturales dans dispositif de lutte intégrée contre la fusariose du palmier a huile. Oleagineux (Francia) v.46 no.7, p.255-268.

STERLING, F.; RICHARDSON, D.L.; CHAVES, C. 1987. Some phenotipic characteristics of the descendans of QP44:238, an exceptional hybrid of oil palm. 1987 PORIM IntemationalOil Palm Conference Progress and Prospects. PORIM, Kuala Lumpur. Malaysia. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur.

———;———. 1988. Comportamiento de los híbridos interespecíficos en la Localidad de Coto, Costa Rica. Boletín Técnico OPO-CBv2no.4,p.143-155.

SULLIVAN, CH. Y. 1983. Genetic variability in physiological mechanisms of drought resistance. Iowa State Journal Research (Estados Unidos) v.57, p.423-439.

TAN, G. Y.; RAJARATNAM, J. A. 1978. Genetic variability of leaf nutrient concentration in oil palm. Crop Science (Estados Unidos) v.18, p 548-550.

VILLALOBOS, E.; STERLING, F. 1988. Asociación de algunas caraterísticas fisiológicas y morfológicas con la producción de racimos en palma de aceite. Estudio Preliminar. *In:* Mesa Redonda de la Red Latinoamericana de Palma de aceite. 5a., Santo Domingo de toa Colorados, Ecuador, 1988. Proceedings. p 37-43.

———.; UMAÑA, C.; STERLING, F. 1990a. Determinación del contenido relativo de agua en la palma de aceite *(Elaeis gu'tneesis),* durante la epoca seca en Quepos, Costa Rica. Agronomía Costarricense (Costa Rica) v. 14, p.?.

———.;———.; CHINCHILLA, C. 1990b. Déficit hídrico en palma de aceite en Costa Rica IS. Estudio de la hidratación en respuesta a la sequía.

———. 1992a. Task Force 1992, Evaluación Técnica de la División Quepos. Informe Interno.

VILLALOBOS, R. 1992b. Estudio sobre algunas características relacionadas con la eficiencia fotosintética de la Palma de aceite. *En:* Informe Anual de Labores 1991. Departamento de Mejoramiento Genético, Compañía Palma Tica.

WIDAR, W.; GASCON, J.P. 1975. Study of composition of *Elaeis guineensis* oil.Possibilities for improvement. Oleagineux (Francia) v.30 no,10, p.406-409.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. 1938. The analisis of group of experiments. Journal of Agricultural Science (Inglaterra) v. 28, p.556-580.

PANEL

P: Ricardo Pérez
Palmongas - Venezuela

Señor Sterling, en su presentación habla sobre algunos trabajos que se están haciendo para desarrollar resistencia a algunas enfermedades. Sin embargo, no se observa ninguno de estos trabajos dirigido a desarrollar resistencia en cuanto a la enfermedad que ha tenido relativa importancia en Costa Rica y en otras partes de América como es el anillo rojo; me gustaría conocer las razones para esto.

R/ Bueno, en este caso estábamos hablando de enfermedades que podrían tener alguna solución desde el punto de vista del mejoramiento genético. Según lo que hemos observado en nuestra colección, no existen diferencias en cuanto a susceptibilidad al anillo rojo. El anillo rojo ha sido una de las enfermedades para las que hemos buscado otro enfoque para su control, en este caso, reducir los sitios de cría y buscar métodos eficientes de trampeo del insecto vector para eliminar la enfermedad.

Particularmente, hoy hablábamos de cómo solucionar los problemas fitosanitarios pero desde un enfoque más bien de mejoramiento genético. Evidentemente habrá muchas enfermedades que no caben en esta categoría.

P: Pedro León Gómez
CENIPALMA- Colombia

Me gustaría conocer si se están utilizando métodos no convencionales para agilizar la selección en su programa de mejoramiento.

R/ Sí, actualmente, como es sabido, existen nuevas herramientas más bien relacionadas con el área de la tecnología que podrían agilizar los métodos tradicionales de mejoramiento, en éstos hablamos de Finger Print o RFLP como algunos de los métodos más actuales, sin embargo, en el caso particular de nuestro grupo todavía no hemos llegado a esa fase de la tecnología y los primeros intentos que hemos hecho es a través de universidades europeas que nos han brindado el servicio pero nosotros no estamos involucrados en esa área de investigación.

En cuanto al área de cultivo de tejidos si contamos con una unidad que está orientada casi que exclusivamente a propagar aquellos materiales de interés para el programa de mejoramiento.