

Plantaciones de palma africana (*Elaeis Guineensis* Jacq.) obtenidas mediante cultivo In Vitro en costa de Marfil

Resultados Iniciales (1)

T. Durand-Gasselin (2), V. Le Guen (2), K. Konan (2) y Y. Duval (3)

INTRODUCCION

La multiplicación vegetativa de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) fue realizada por primera vez hace 15 años (Jones, 1974). Más tarde otros grupos desarrollaron técnicas similares (Rabechault y Martin, 1976; Paranjothy y Othman, 1982; Nwanki y Krikorian, 1983). En todas estas técnicas se utilizó el proceso de embriogénesis somática en los callos.

Tras obtener las primeras plántulas in vitro (Rabechault y Martin, 1976), el primer grupo de estudio ORSTOM/IRHO modificó y simplificó el proceso (Pannetier y colaboradores, 1981). De 1981 en adelante, el IRHO estableció un nuevo laboratorio experimental en la estación de La Mé (Costa de Marfil) además del ya existente del grupo IRHO/ORSTOM. El laboratorio ha emprendido un programa de cultivo de clones y de ensayos de campo. También se ha encargado de optimizar el proceso en su etapa experimental. En una publicación anterior (Duval y colaboradores, 1988) se describió la actividad desarrollada por el grupo IRHO/ORSTOM, y ahora es de gran interés hacer un análisis de los primeros

resultados obtenidos.

Los primeros clones fueron obtenidos por Rabechault y Martin y sembrados en la estación de La Mé entre 1978 y 1981. Luego se obtuvieron otros 125 clones mediante el proceso modificado, los cuales se sembraron entre 1983 y 1989. A excepción de cuatro, todos los clones provienen de palmas adultas. Los resultados de las primeras observaciones fueron publicados por Duval y colaboradores en 1988. En la actualidad existen nuevos datos. Se han observado las inflorescencias masculinas y femeninas de más de 7.000 palmas. Se ha notado una baja tasa de anomalías morfológicas florales "ocultas". Por el momento los análisis de producción para las siembras de 1983 y 1984 son parciales y se refieren solamente a la etapa temprana del cultivo. El estudio de la variabilidad de los diferentes componentes de producción (peso del racimo, cantidad de racimos/año, porcentaje de mesocarpio/fruto, porcentaje de aceite/mesocarpio fresco) ilustra la mayor homogeneidad que se obtiene con el material clonal y constituye una validación inicial de las proyecciones teóricas (Meunier y colaboradores, 1987).

I. ESTABLECIMIENTO DE ENSAYOS

1.1. Objetivos

El método de selección de plantas madre para clo-

(1) Trabajo presentado durante la celebración del quincuagésimo aniversario del NIFOR, 21-25 de noviembre de 1989. Benin City, Nigeria.

(2) IRIHO-CIRAD. 13, B.P. 989 Abidjan 113.-Costa de Marfil.

(3) ORSTOM, B.P. 5045. 34032 Montpellier Cedex, Francia.

* Tomado de: Oléagineux. Vol 45 No. 1. Traducción de Fedepalma.

nización aparece descrito en un artículo anterior (Meunier y colaboradores, 1987). Tan pronto como se estableció el laboratorio para cultivos in vitro en 1981, se clonaron las mejores palmas de los mejores cruces de la primera selección. El proceso de selección y muestreo de los nuevos clones dentro de los mejores cruces del segundo ciclo de selección comenzó en 1988. A la fecha, se han tomado muestras de aproximadamente 300 palmas productivas seleccionadas en 60 cruces diferentes.

Después de tres años de cultivo, el 90% de las muestras ha producido embriones somáticos (Duval y colaboradores, 1988). Las plántulas producidas *in vitro* (Tabla I) se utilizan en ensayos clonales, pruebas de tolerancia a la marchitez y ensayos de campo.

El objetivo de estas pruebas es el siguiente:

- verificar que haya conformidad del material con el tipo;
- evaluar las características agronómicas de los clones y estudiar las interacciones entre los genotipos y los factores ambientales;
- medir los efectos de un tratamiento específico (v.g. crioconservación de embrioides) (Engelman y colaboradores, 1988).

TABLA I. Producción anual de plantas *in vitro*. Laboratorio de La Mé - Costa de Marfil.

Año	Número de Plántulas producidas	Número de Clones
1983	2.324	9
1984	12.408	28
1985	52.010	24
1986	70.962	46
1987	96.385	80
1988	98.957	97
Total 1983 - 1988	333.046	122 (1)

(1) Los clones se utilizan en distintos años.

1.2 Material de siembra

Se sembraron 125 clones en La Mé entre 1983 y 1989 (Tabla II). Provenían de palmas seleccionadas entre 34 cruces, lo cual aseguraba una base genética relativamente amplia para el material clonal.

- Al salir del laboratorio, las plantas se dejan aclimatar en las condiciones naturales (Konan y colaboradores, 1989) y las plántulas *in vitro* se trasladan al previvero y luego al vivero. Durante estas etapas, las anomalías observadas son idénticas a aquellas que aparecen en los cruces, las cuales fueron descritas por Wuidart (1976). Son fáciles de detectar y están presentes en un 10% ó 20% de las plantas, las cuales se eliminan antes de la siembra definitiva. Teniendo en cuenta los demás factores convencionales de eliminación (enfermedades, plagas, etc.), se puede adoptar el siguiente esquema:

100 98 85 72
laboratorio → separación → previvero → vivero → campo

- Cuando dicho proceso de eliminación se lleva a cabo correctamente, no se presentan anomalías vegetativas en el campo.

TABLA II. Siembras de clones, Estación de La Mé.

Año	Siembras de clones/ha		Número de clones	Area total Ensayos/ha
	Por año	Acumulado	Acumulado	Acumulado
1983	0,73	0,73	4 (2)	0,91
1984	7,49	8,22	17	12,08
1985	11,83	20,05	34	28,74
1986	7,52	27,57	42	37,76
1987	31,04	58,61	67	74,13
1988	50,33	108,94	89	131,68
1989	35,07	144,04	125 (3)	182,25

(1) Excluyendo los cruces testigo.

(2) No producidos por el laboratorio de La Mé.

(3) Incluyendo 77 en diseño estadístico.

1.3 Diseño estadístico

En 1983 y 1984 la cantidad tanto de clones como de plantas era bastante limitada y los ensayos se sembraban en hilera. De allí en adelante, se comenzó a utilizar un diseño estadístico de rejilla equilibrada o de bloques al azar con cinco o seis repeticiones. Dado que los clones en estudio tenían características vegetativas similares (crecimiento vertical), se programaron lotes de 4 x 4 = 16 palmas, con el fin de establecer un núcleo de 6 palmas (por lo menos 5 de las 6 palmas circundantes pertenecen al mismo clon). En el caso de clones con características muy distintas, será necesario trazar lotes elementales un poco más grandes, debido a los efectos de la competencia entre clones (Nouy, 1989). La densidad utilizada es de 143 palmas/hectárea, a excepción del ensayo sembrado en 1988, en el cual se compararon 4 clones de distinto desarrollo con 4 densidades distintas.

De 1985 en adelante, se han venido utilizando sistemáticamente un clon y dos cruces como testigos de los ensayos. Los cruces de los cuales se han seleccionado palmas madre para clonización se agregan cuando es posible.

Además, se han sembrado entre 5 y 25 hectáreas de lotes semicomerciales para estudiar los problemas que se presentan en el proceso de la cosecha de este

nuevo material bajo distintas condiciones ecológicas; se han sembrado 260 hectáreas en colaboración con Palmindustrië.

II. RESULTADOS DE LA OBSERVACION DE PALMAS JOVENES

11.1 Floración inicial

En los clones, las primeras inflorescencias no aparecen más temprano que en material producido sexualmente, pero hay diferencias marcadas entre clones y cruces.

Por otra parte, la floración es más sincronizada dentro de cada clon. En el ensayo LMGP 85 (Tabla III), 22 meses después de la siembra, la floración femenina inicial se observa en los tres testigos, pero en sólo 6 de los 15 clones. A los 27 meses, el 70% de los testigos y el 83% de los clones tenían flores femeninas, mientras 7 clones presentaban más del 90% de flores femeninas.

Bajo las condiciones pedoclimáticas reinantes en Costa de Marfil, la cosecha comienza a los dos años

y medio en suelos de turba con un nivel freático alto (0.5/metro) y a los tres años en tierra arenosa con un nivel freático profundo, como sucede con las palmas que se obtienen de la semilla.

11.2 Androginia

La androginia ha sido descrita en varias ocasiones (Hartley, 1967; Thomas y colaboradores, 1973; Corley y colaboradores 1986). Esta característica de las palmas jóvenes, bastante frecuente en material obtenido a partir de semillas, desaparece rápidamente. Una observación reciente sobre un ensayo sembrado en febrero de 1988 en suelos de turba en La Mé, ilustra las diferencias que pueden observarse entre un clon y otro (Tabla IV).

11.2 Anomalías en la floración

El pasar por una fase de cultivo no diferenciado de tejidos implica el riesgo de que las palmas puedan no estar de conformidad con el tipo; en efecto, tras los alentadores resultados iniciales (Corley y colaboradores, 1977, 1981), se observaron anomalías en los órganos reproductivos (Corley y colaborado

TABLA III. Observación del inicio de la floración. Ensayo LMGP85, mayo de 1987, siembras en suelos ferralíticos derivados de arenas terciarias. 6 replicaciones. 16 palmas por tratamiento.

Material de siembra		Porcentaje de palmas que han florecido					
		a 22 meses			a 27 meses		
		Total palmas en flor	Con flores femeninas con o sin flores masculinas	Sólo con flores masculinas	Total palmas en flor	Con flores femeninas con o sin flores masculinas	Sólo con flores masculinas
L 2 T x D 10D		65	17	48	78	69	9
(D115D x L 2 T) (1)		65	20	45	90	85	5
L 10T x D118D		40	5	35	69	55	14
Clon	LMC 22	6	0	6	71	69	2
—	LMC 26	13	0	13	75	71	4
—	LMC 37	17	0	17	97	88	9
—	LMC 43	93	7	86	98	90	8
—	LMC 51	24	0	24	89	76	13
—	LMC 52	9	0	9	80	76	4
—	LMC 55	6	0	6	96	91	5
—	LMC 61	53	10	43	98	98	0
—	LMC 72	98	19	79	99	97	2
—	LMC 73	33	0	33	90	80	10
—	LMC 74	50	6	44	74	60	14
—	LMC 87	63	0	63	96	93	3
—	LMC 88	95	12	83	98	91	7
—	LMC 90	23	0	23	78	68	10
—	LMC 103	47	1	46	99	96	3
Global		45	5	39	87	80	7

(1) D de la autofecundación D115D x P de la autofecundación 1.2T

TABLA IV. Observación de androginia en un ensayo clonal al comienzo de la floración - sólo se consideran tratamientos con más de 10 árboles en floración. Siembra de 1988, Estación de La Mé - Costa de Marfil.

Tratamientos	Número de árboles con inflorescencias andrógenas	
L 2T x D10D (Testigo)	14/43	33%
L10T x D28D	0/18	0%
LMC 68 (Clon)	70/79	89%
LMC 72	44/79	89%
LMC 77	1/84	1%
LMC 78	3/44	7%
LMC 107	16/26	62%
LMC 111	1/48	2%

res, 1986). En las inflorescencias femeninas, estas anomalías se caracterizan por la presencia de estaminoidea que se convierte en pseudocarpelos; a veces se presentan también abortos en el fruto. En las inflorescencias masculinas los estambres pueden convertirse en partes carnosas.

La observación de estos fenómenos en La Mé demuestran que:

- 1 las anomalías varían en su magnitud, desde unos pocos frutos anormales pero fértiles (sin efecto sobre la producción de aceite) hasta el aborto de racimos (anomalía grave);
- 2-las anomalías graves son escasas (3.1%, peso promedio, entre 6.132 palmas oleaginosas observadas durante el ciclo femenino);
- 3- este fenómeno no es irreversible. Se han visto casos de recuperación en La Mé, aún en palmas con anomalías graves;
- 4- se sembraron varios clones durante varios años sucesivos. Durante un período de 2 a 3 años, no se observó relación alguna entre el tiempo **in vitro** y el aumento de la tasa de anomalías.

III. RESULTADOS EN LA PRODUCCION DE PALMAS JOVENES

III.1 Producción de racimos

Los resultados de producción para los ensayos sembrados entre 1983 y 1985 se pueden observar en las tablas de la V a la X.

Los ensayos LMGP 49, 54, 55 y 63 están sembrados en suelos de turba y ya están disponibles las cifras de producción correspondientes a los prime-

ros tres años. Los ensayos LMGP 64, 65 y 73 se sembraron en gleys minerales humíferos.

El ensayo LMGP 70 está sembrada en arenas terciarias.

Todos los clones<BC>se obtuvieron a partir de plántulas del vivero principal, excepto el BC 156, el cual proviene de una palma adulta seleccionada. Todos los clones<LMC>se produjeron a partir de palmas adultas seleccionadas.

LMGP 49 (Tabla V)

Este ensayo abarca 5 clones producidos a partir de plántulas de invernadero y de una planta testigo reproducida sexualmente. Estos clones fueron los primeros en obtenerse mediante el método descrito por Pannetier y colaboradores en 1981. No están sembrados de acuerdo con diseño estadístico alguno, debido a la escasez de plántulas **in vitro** disponibles para la mayoría de los clones. La producción inicial fue excelente y la de los siguientes cinco años, lo cual es sorprendente en Costa de Marfil, se ajusta a lo que se esperaba. Debe enfatizarse el aumento en la homogeneidad de los clones, en relación tanto con la cantidad de racimos como el peso total de los mismos.

LMGP 54, 55 y 63 (Tabla VI)

Se combinaron los resultados de estos tres ensayos, sembrados sin diseños estadísticos. Cubren los primeros 4 clones producidos a partir de palmas seleccionadas y 4 cruces testigo.

A pesar de que la siembra se hizo en distintas fechas, la productividad del clon LMC 33 parece ser superior a aquella del cruce L10T x D17D, del cual se seleccionó la planta madre.

Aunque la producción del BC 156 fue sorprendente a los cuatro años, aún está por verificarse con una mayor cantidad de palmas.

LMGP 64 y 65 (Tablas VII y VIII)

Estos fueron los primeros dos ensayos sembrados con diseño estadístico y dentro de los cuales se compararon 8 clones. Las cifras de producción están dadas a 2.5 años y a 3.5 años. En el ensayo LMGP 65, la baja cantidad de palmas por lote elemental significa que no se observan diferencias fundamentales entre tratamientos en cuanto a la pro-

TABLA V. Producción a 3, 4 y 5 años para el ensayo LMGP 49. Fecha de siembra: mayo y septiembre de 1983. Diseño estadístico: siembra en hileras. Suelos: suelos de turba. Material de siembra: Cuatro clones no seleccionados, más un cruce testigo. Período de observación: julio de 1986 a junio de 1989.

Material de siembra	Fecha de siembra	No. de palmas	No. de racimos	Julio/86 a junio/87	Julio/87 a junio/88	Julio/88 a junio/89	Promedio de julio/86 a junio/89			
				Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos y coeficientes de variación	Racimos de fruto fresco -kg/palma y coeficiente de variación
Testigo LM10881 (L2TXL5TXD115D) (1)	Mayo 1983	26	31,1	148,3	21,6	131,6	19,2	163,7	24,0 (11,6)	147,9 (10,7)
BC 15 (2)	Mayo 1983	10	30,7	143,9	26,0	140,0	23,8	169,4	26,8 (5,6)	151,1 (7,0)
BC 67 (3)	Mayo 1983	7	27,4	141,6	21,3	133,0	14,5	140,7	21,1 (5,3)	130,4 (7,1)
BC 67 (3)	Sept. 1983	24	30,7	122,0	24,5	127,9	16,8	142,7	24,0 (5,2)	130,9 (9,8)
BC 68 (3)	Mayo 1983	3	30,0	111,7	22,0	130,0	20,3	201,7	24,0 (5,8)	147,8 (2,5)
BC 81 (3)	Sept. 1983	57	30,3	106,9	25,7	112,4	19,7	150,4	25,3 (6,3)	123,2 (9,9)

(1) Cruce de D de la autofecundación D115D con P de L2T x L5T.

(2) Clon BC15 obtenido del cruce L2T x D10D.

(3) Clones BC67, BC 68. BC 81 obtenidos de D de la autofecundación D115D x P de la autofecundación L2T.

TABLA VI. Producción a 2, 3 y 4 años para los Ensayos LMGP 54, LMGP 55 y LMGP 63. Fecha de siembra: febrero, mayo y noviembre de 1984. Diseño estadístico: siembra en hileras. Suelos: suelos de turba. Material de siembra: 4 clones de palmas productivas y 4 cruces testigo. Período de observación: julio de 1986 a junio de 1989.

Material de siembra	Fecha de siembra	No. de palmas	No. de racimos	Julio/86 a junio/87	Julio/87 a junio/88	Julio/88 a junio/89	Promedio de Julio/86 a junio/89			
				Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos y coeficientes de variación	Racimos de fruto fresco -kg/palma y coeficiente de variación
Testigo L 2 TXD10D	Mayo 1984	127	24,6	53,6	27,2	93,7	22,8	160,3	25,0 (14,0)	103,2 (17,1)
— L10 TXD17D	Mayo 1984	52	27,8	54,3	30,5	114,3	25,4	151,1	27,8 (11,1)	105,6 (15,2)
— D115DXL 2T	Nov. 1984	26	16,3	31,5	31,2	79,3	27,7	162,2	25,0 (12,0)	91,0 (12,2)
— D 8 DXL 9T	Nov. 1984	47	24,1	48,4	33,1	105,8	23,0	167,1	26,5 (12,2)	107,2 (15,7)
Clon LMC 33 (1)	Feb. 1984	279	28,1	71,3	28,1	126,2	26,0	191,8	27,4 (5,7)	140,0 (10,0)
— LMC 36	Nov. 1984	12	14,7	13,7	29,8	106,1	25,5	147,5	23,0 (13,7)	88,7 (15,5)
— LMC 44 (1)	Nov. 1984	215	27,2	21,6	29,6	90,3	27,9	143,4	25,0 (8,1)	85,3 (10,9)
— BC 156	Nov. 1984	15	12,1	17,1	30,2	96,6	27,8	172,9	23,4 (9,3)	95,8 (14,5)
Global testigos	—	252							(12,8)	(16,1)
Global clones	—	521							(7,0)	(10,7)

(1) Clon de palma productiva L10T x D17D.

Nota: Las variaciones se calcularon para cada mitad de hilera.

ducción de racimos se refiere. Vale la pena mencionar la alta cantidad de racimos producidos por el clon LMC 7.

LMGP 70 y 73 (Tablas IX y X)

Estos dos ensayos se sembraron en 1985 y el objetivo era la comparación de 12 clones. Los resultados abarcan la producción del primer año. En el ensayo LMGP 70, sembrado en suelos ferralíticos producidos por arenas terciarias, la producción media para los clones fue de 9.9 toneladas de racimos por hectárea en tres años. En el LMGP 73, la producción

fue de 8.4 toneladas, pero a los dos años y medio. En esta edad, las diferencias no son muy significativas. Sin embargo, vale la pena anotar la buena producción de clones LMC 36 y LMC 63.

111.2 Características de los racimos y del fruto

La composición de racimos (%o fruto/racimo, % mesocarpio fresco/fruto, % aceite/mesocarpio fresco, etc.) se desarrolla rápidamente hasta que la palma llega a los cinco años. Nuestras pruebas comenzaron muy recientemente, pero a través de un corto período de uno o dos meses, la variación es

TABLA VII. Producción a 2.5 y 3.5 años para las plántulas in vitro del Ensayo LMGP 64. Fecha de siembra: diciembre de 1984. Diseño estadístico: bloques de fisher (8 repeticiones de 8 palmas). Suelos: gleys minerales humíferos. Material de siembra: 4 clones, uno con 2 repeticiones más un cruce testigo. Período de observación: julio de 1987 a junio de 1989.

Material de siembra	Julio/87 a junio/88			Julio/88 a junio/89		Promedio anual de julio/87 a junio/89		Grupos Homogéneos	
	No. de palmas	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)
Testigo D8DXL9T	60	19,72	33,6	19,49	79,00	19,61	56,31	B	B
Clon LMC 24	64	7,41	18,1	25,17	109,68	16,29	63,88	C	B
- LMC 25	64	20,45	25,8	25,83	102,61	23,14	64,21	A	B
- LMC 44 (a)	64	19,73	28,1	24,06	92,12	21,89	60,11	A	B
- LMC 44 (b)	64	19,13	26,9	24,05	93,35	21,59	60,14	AB	B
- LMC 56	64	19,25	39,5	23,63	115,57	21,44	77,53	AB	A

(1) Test de Duncan=5%.

TABLA VIII. Producción a 2.5 y 3.5 años para las plántulas in vitro del Ensayo LMGP 65. Fecha de siembra: diciembre de 1984. Diseño estadístico: bloques de fisher (6 repeticiones de 4 palmas). Suelos: gleys minerales humíferos. Material de siembra: 6 clones, uno con 2 repeticiones más 2 cruce testigo. Período de observación: julio de 1987 a junio de 1989.-

Material de siembra	Julio/87 a junio/88			Julio/88 a junio/89		Promedio anual de julio/87 a junio/89		Grupos Homogéneos	
	No. de palmas	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)
Testigo D8DXL9T	22	25,6	49,6	20,3	101,0	23,2	75,3	EF	AB
- D115DXL2T	24	24,9	40,7	28,2	126,3	26,5	83,5	B	AB
Clon LMC 007	23	29,4	42,1	30,1	119,2	29,8	80,7	A	AB
- LMC 44 (a)	23	24,9	40,1	25,3	122,8	25,1	81,5	BC	AB
- LMC 44 (b)	24	25,8	42,7	25,5	125,7	25,7	84,2	BCD	A
- LMC 54	23	25,5	56,2	21,4	118,4	23,4	87,3	DE	A
- LMC 55	23	16,9	33,5	16,4	110,1	16,7	71,8	G	B
- LMC 56	20	26,0	47,8	23,1	122,0	24,5	84,9	CDE	A
- LMC 57	24	23,0	45,2	19,6	108,9	21,3	77,0	F	AB

(1) Test de Duncan $\alpha = 5\%$.

TABLA IX. Producción a 3 años correspondiente al Ensayo LMGP 70. Fecha de siembra: mayo de 1985. Diseño estadístico: bloques de fisher (6 repeticiones de 8 palmas). Suelos: suelos ferralíticos derivados de arenas terciarias. Material de siembra: 5 clones y 3 cruces testigo. Período de observación: julio de 1988 a junio de 1989.

Material de siembra	Julio/88 a junio/89		Grupos Homogéneos	
	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)
Testigo T2T x D B D	24,22	72,19	A	B
- T2T x L269D	20,82	76,16	BCD	AB
- L2T x D 10D	19,04	53,69	CD	C
Clon LMC 24	16,04	75,65	E	AB
- LMC 25	21,23	64,71	BC	B
- LMC 36	26,51	85,39	BCDE	A
- LMC 51	23,58	65,58	AB	B
- LMC 57	18,02	75,20	ABC	AB

(1) Test de Newman y Keul $\alpha = 5\%$.

lo suficientemente baja como para poder llevar a cabo análisis de los racimos, tendientes a comparar las características en la producción tanto de los racimos como del fruto.

La Tabla XI contiene una comparación de los valores obtenidos para clones con sus respectivas plantas madres. Los resultados indican un porcentaje favorable de mesocarpio (salvo para el clon LMC 033, donde no hay suficientes análisis de las plantas madres). Este resultado se esperaba, pues los fuertes rasgos hereditarios de este fruto son bien conocidos.

III.3 Estudio de variaciones y factor hereditario

Es de especial interés la comparación de la homo-

geneidad del material clonal versus el material producido sexualmente, en cuanto a sus aspectos de producción y sus características de racimos y frutos.

Se han observado significativas diferencias en cuanto al número de racimos producidos (Tabla XII). El peso total de los racimos también es más homogéneo en los clones que en los cruces. Se evaluó el factor hereditario de estos dos aspectos, encontrándose que el de la cantidad de racimos llegaba a un 0,60 y el del peso de los mismos a por lo menos 0,40. Estos dos valores son más altos de lo esperado. Mientras se logra conocer el valor exacto de los clones, se puede calcular el proceso genético promedio mediante la clonización de las mejores palmas. Si se escoge un 10% de las palmas de un

TABLA X. Producción a 3 años correspondiente al Ensayo LMGP 73. Fecha de siembra: diciembre de 1985. Diseño estadístico: rejilla equilibrada (5 repeticiones de 9 palmas). Suelos: gleys minerales humíferos. Material de siembra: 11 clones y 4 cruces testigo. Período de observación: julio de 1988 a junio de 1989.

Material de siembra		Julio/88 a junio/89		Grupos Homogéneos	
		No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)	No. de racimos	Racimos de fruto fresco (kg/palma)
D115D x L 2 T		27,7	70,9	ABC	BC
L 2 T x D 8 D		26,9	66,5	ABCD	BCD
L 2 T x D10 D		24,2	62,4	CDE	CDE
L 2 T x L404D		24,4	45,0	BCDE	FG
Clon	LMC 9	22,0	46,0	EF	EFG
-	LMC 20	29,0	56,2	AB	CDEF
-	LMC 25	26,8	49,3	ABCD	EFG
-	LMC 43	27,0	51,6	ABCD	DEFG
-	LMC 47	26,3	39,2	ABCDE	G
-	LMC 51 (a)	26,8	70,1	ABCD	BC
-	LMC 51 (b)	30,5	82,5	A	AB
-	LMC 55	19,3	67,7	F	BCD
-	LMC 57	22,5	67,9	DEF	BCD
-	LMC 63	26,8	88,5	ABCD	A
-	LMC 70	25,6	58,7	BCDE	CDEF
-	LMC 79	27,6	73,1	ABC	ABC

TABLA XI. Comparación entre clones y plántulas in vitro respecto de sus características de racimo y fruto.

Tratamientos			No. de Análisis	% F/R	% M/F	% A/M	% A/R
L10TXD17D	Plantación	1962 (siembra)	65	60,5	80,6	52,3	25,5
L10TXD17D	-	1984	18	61,9	80,5	56,8	28,3
Plántula in vitro LMC 033	-	1962 (L10TXD17D)	2	63,5	74,1	51,2	24,1
LMC 033	-	1984	71	55,2	80,3	52,7	23,4
Plántula in vitro LMC 044	-	1962 (L10TXD17D)	11	61,4	85,7	51,7	27,2
LMC 044	-	1984	61	56,1	88,7	55,0	27,4
L2TXD5D	-	1964	38	63,9	76,7	49,6	24,3
Plántula in vitro BC 156	-	1964 (L 2TXD 5D)	4	67,3	77,0	52,0	26,9
BC 156	-	1984	19	60,2	78,0	56,4	26,5
L10TXD118D	-	1962	57	61,6	79,4	53,9	26,4
Plántula in vitro LMC 036	-	1962 (L10TXD118D)	12	61,1	81,1	51,1	25,3
LMC 036	-	1984	16	62,8	80,7	54,1	27,4

TABLA XII. Comparación de variaciones entre clones y cruces, y heredabilidad del peso total del racimo y del número de racimos en las siembras de 1984.

Característica	Ensayo	Período medido (años)	cruces/clones	I.s.d.	Heredabilidad
Peso total del racimo	LMGP49	3 a 5	1.77*	(25, 96)	0,4
	LMGP54 a 63	2 a 4	2.02***	(232,492)	0,50
	LMGP64	4	1.69*	(52,280)	0,41
	LMGP65	4	1.37	(34,118)	0,27
Número de racimos	LMGP49	3 a 5	2.64***	(25, 96)	0,62
	LMGP54 a 63	2 a 4	3.25***	(232,492)	0,69
	LMGP64	4	3.22***	(36,200)	0,69
	LMGP65	4	1.93**	(34,118)	0,48

cruce y como coeficiente de variación para estos cruces se toma el 20%, entonces tendremos que la producción de racimos habrá mejorado en un 14% (Meunier y colaboradores, 1987).

En los Ensayos LMGP54, 55 y 63, la comparación de las variaciones observadas en las características del fruto y de la producción de racimos no subraya de nuevo la mayor homogeneidad entre los clones (Tabla XIII). En cuanto se refiere a las proporciones mesocarpio/fruto y aceite/mesocarpio, se observa un significativo aumento en la homogeneidad y en el factor hereditario (Tabla XIII), el cual supera aún los pronósticos anteriores. Por lo tanto, podemos deducir que el aumento en la tasa de extracción será también significativo comparado con la del material producido sexualmente.

TABLA XIII. Comparación de variaciones entre clones y cruces y heredabilidad de las características de racimo y fruto.

Característica	Clon/testigo	Heredabilidad
% fruto/racimo	1 N.S	—
% mesocarpio fresco/fruto	3,90***	0,74
% aceite/mesocarpio fresco	2,95***	0,66
% aceite/racimo	1,36 N.S	0,26

CONCLUSION

Los estudios realizados en Francia y en Costa de Marfil durante más de veinte años han permitido el desarrollo de un proceso de multiplicación vegetativa *in vitro* de la palma de aceite (Duval y colaboradores, 1988).

Las operaciones de previvero y vivero han sido es-

tudiadas con más de 300.000 plántulas y están funcionando actualmente sin tropiezos.

Esta producción se utilizó sobre todo en 180 hectáreas de siembras de ensayo establecidas entre 1983 y 1989, con el fin de estimar el valor de cada clon.

Las observaciones de la floración inicial demuestran que el proceso de la primera floración de los clones es mucho más sincronizado que en los cruces testigo. Se observan anomalías morfogenéticas de la flor en las plantas cultivadas *in vitro*, las cuales pueden conducir a que la palma sea improductiva, pero su incidencia es muy baja (3.1%). Además, esta tasa no varía mucho respecto de la proporción de palmas improductivas obtenidas a partir de semillas. Esta anomalía, la cual es reversible, está siendo estudiada por nuestros grupos de investigación con miras a identificar y a encontrar la forma de combatir su causa.

La producción de los primeros ensayos indica que algunos de los clones son especialmente prometedores. En cada ensayo, el mejor tratamiento es siempre un clon.

Una comparación de la variación entre clones y cruces revela la alta homogeneidad del material clonal, que es mucho más alta de lo esperado. De un estimativo de la heredabilidad, se puede deducir un 14% de aumento en la producción de racimos en los clones extraídos de las mejores palmas, junto con un aumento en la tasa de extracción. Las pruebas clonales que se adelantan actualmente facilitarán la identificación de los mejores clones, con una optimización significativa en el material producido sexualmente.

BIBLIOGRAFIA

1. CORLEY R. H. V., BARRET J. N. and JONES L. H. (1977). Vegetative propagation of oil palm via tissue culture. *Oil Palm News*, 22, 2-7.
2. CORLEY R. H. V., WONG C. Y., WOOL K. C. and JONES L. H. (1981). Early results from the first oil palm clone trials, The oil palm in agriculture in the eighties, Vol. 1 (Ed. E. Pusparajah and P. S. (Chew), p. 173-196, Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters.
3. CORLEY R. H. V., LEE C. H., LAW L. H. and WONG C. Y. (1986). Abnormal flower development in oil palm clones. *Planter*, 62, 233-240
4. DUVAL Y., DURAND-GASELIN T., KONAN K., PANNETIER C. (1988) Multiplication végétative du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) par culture *in vitro*, stratégie et résultats. *Oléagineux*, 43 (2), 39-47.
5. ENGELMANN F., DUVAL Y., PANNETIER C. (1988). Utilisation des techniques de cryoconservation pour la création de banques d'embryons somatiques de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Oléagineux*. 43 (8-9). 323-328.
6. HARTLEY C. W. S. (1967). The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Longmans, London, 706 p.
7. JONES L. H. (1974). Propagation of clonal oil palm by tissue culture. *Oil Palm News*, 17, 1-8.
8. NOUY B., ASMADY et LUBIS R. Effets de compétition à nord-Sumatra dans des essais génétiques sur palmier à huile. Conséquences sur l'évaluation du matériel végétal. (*Oléagineux* à paraître).
9. MEUNIER J., BAUDOIN L., NOUY B. et NOIRET J.M. (1987). The expected value of oil palm clones. Communication présentée aux "1987 International oil palm/palm oil conferences; progress and prospects", 23-26 juin 1987 à Kuala Lumpur (Malaisie).
10. NWANKO B. A. and KRICKORIAN A. D. (1983). Morphogenetic potential of embryo and seedling. Derived callus of *Elaeis guineensis* Jacq. var. *Pisifera* Becc. *Annals of Botany*, 51, 65-76.
11. PANNETIER C., ARTHUIS P. et LIEVOUX D. (1981). Néof ormation de jeunes plantes de *Elaeis guineensis* à partir de cals primaires obtenus sur fragments foliaires cultivés *in vitro* (trilingue fr.-angl.-esp.). *Oléagineux*, 36 (3), 119-122.
12. PARANJOTHY K. and OTHMAN R. (1982). *In vitro* propagation of oil palm. Proc. 5th Intl. Cong. Plant Tissue and Cell Culture (ed. Fujiwara A), p. 747-748. Tokyo, Japanese Association for Plant Tissue Culture.
13. RABECHAUULT H. et MARTIN J.P. (1976). Multiplication végétative du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) à l'aide de tissus foliaires. *C. R. Acad. Sci. Paris*. 238, Sér. D. 1735-1737.
14. THOMAS R. L., SETH A. K., CHAN K. W. and OOI S. C. (1973). Induced parthenocarpy in the oil palm. *Annals of Botany*. 37, 447-452.
15. WUIDART W. (1976). Palmier à huile. Choix des plantules en pépinière. *Oléagineux*. 31 (71), 317-320.
16. WUIDART W. et BOUTIN D. (1976). Palmier à huile. Choix des plants de pépinière. *Oléagineux*, 31 (8-9). 371-374.

RIEGO

Asesorías, suministros montajes

Goteo, aspersión, microaspersión, nebulización

TUBERIAS

PVC, polietileno, aluminio

Geomembranas, impermeabilización de reservorios

norventas

NORVENTAS COMERCIAL S. A.

Cra. 50 No. 16-95, Conm. 2906100, fax 2610039,
télax 42275, Norve Co.