Programa de mejoramiento de palma de aceite de Unipalma

The Unipalma Oil Palm Breeding Programme

R.H.V. Corley[1]
Fernando Castro J.[2]

Resumen

El programa de mejoramiento de palma de aceite de Unipalma se derivó principalmente de los programas de Unilever en el Congo (anteriormente Zaire) y Camerún. Un programa cooperativo entre Unilever y Dami Oil Palm Research Station, conocido como el Programa de Mejoramiento Combinado (CBP por sus iniciales en inglés) se llevó a cabo en la década de 1980, y gran parte del material de este programa se sembró en Unipalma, y también en el Congo, Papua Nueva Guinea, Indonesia y Tailandia. La mayor parte del material del programa de Unipalma es original de Ekona y Yangambi. Se describe la ascendencia de este material, y se presentan los resultados de los ensayos y datos de rendimiento del material comercial, tanto en Colombia como en otros países. La selección de padres para producción de semilla en Unipalma se basa principalmente en rendimiento y composición de racimo, pero existen diferencias significativas entre familias en incidencia de PC, y se está investigando la posibilidad de lograr variedades resistentes a través del programa de mejoramiento. Los mismos cruces se sembraron en África. En los ensayos se evaluó la resistencia al marchitamiento por *Fusarium* y esta información permitirá producir material resistente en Colombia.

Palabras Clave

Palma de aceite,
Mejoramiento genético,
Material de siembra,
Material Ekona,
Unipalma.

Summary

The Unipalma oil palm breeding programme is derived mainly from the Unilever programmes in Congo (formerly Zaire) and Cameroun. A collaborative programme between Unilever and Dami Oil Palm Research Station, known as the Combined Breeding Programme (CBP), was undertaken in the 1980s, and much of the material from this programme was planted at Unipalma, as well as in Congo, Papua New Guinea, Indonesia and Thailand.Most material in the Unipalma programme is of Ekona or Yangambi origin. The ancestry of this material will be described, and results of trials and data on performance of commercial material, in Colombia and elsewhere, will be presented. Selection of parents for seed production at Unipalma is based primarily on yield and bunch composition, but there are significant differences between families in incidence of PC, and the possibility of breeding for resistance is being investigated. The same crosses have been planted in Africa; resistance to *Fusarium* wilt has been assessed in those trials, and this information allows resistant material to be produced in Colombia.

1 . Highlands, New Road, Great Barford, Bedford MK44 3LQ, UK.
2 . Gerente Departamento Servicios Agronómicos, Unipalma de Los Llanos, Villavicencio.
E-mail: Herewardc@aol.com - unipalma@col1.telecom.com.co
Nota: Traducido por Fedepalma.

Introducción

El Programa de Mejoramiento de Unipalma, establecido en la década de 1980, consiste principalmente de material del Programa de Mejoramiento Combinado (CBP - Rosenquist *et al.*, 1990). Este programa incluyó intercambios de semilla y polen entre Unilever y Harrisons & Crosfield, ambas importantes compañías palmeras internacionales en ese entonces. Después de que Unilever abandonara sus intereses en plantaciones colombianas, el programa Unipalma se suspendió por varios años, pero ahora se ha reactivado y se planea comenzar pronto la producción comercial de semilla. Mientras tanto, el registro de ensayos del programa de mejoramiento CBP en otros sitios ha continuado, y existe información disponible sobre los resultados y comportamiento del material de Unipalma en otros ambientes. Se espera que esta información mejore la confiabilidad de selección en Unipalma.

Las contribuciones de Unilever al CBP vinieron de Camerún y el Congo. El material de Camerún es en su mayoría de origen Ekona, descrito por Rosenquist (1986), y Rao y colaboradores (1999). El material del Congo es más diverso e incluye Djongo, Mongana y otros orígenes (Rosenquist, 1986). Cuando se estableció el CBP, el programa Dami en Papua Nueva Guinea consistía principalmente de material Deli y Avros, y estos orígenes, introgresados con material africano, forman una parte importante del conglomerado genético de Unipalma.

Este documento presenta una lista del material del programa de Unipalma y describe el desempeño de algunas familias de palma en Colombia y otros sitios. También describe planes para producción futura de semillas.

Materiales y métodos

Ensayos

Unipalma ha llevado a cabo más de 20 ensayos de progenie y mejoramiento, en aproximadamente 150 hectáreas. El ensayo más importante se ilustra en la Tabla 1. Todos los ensayos se realizaron con 143 palmas/ha. La descripción de CBPs individuales fue dada por Rosenquist y colaboradores (1990).

Tabla 1 Ensayos de mejoramiento de palma de aceite de Unipalma

Ensayo	Año	Sitio*	Área (ha)	No. de cruces	CBP**	Detalles de material sembrado
CPT1	1985	Ch	14,5	20	-	DxP, Deli x Avros ex-Papua
CPT2	1985	SB	1,0	4	1	TxT, resistente marchitez, Ekona, Ekona x Djongo
CPT3	1986	Ch	2,5	30	-	Colección de palmas silvestres de Camerún
CPT4	1986	Ch	10,0	256	-	Colección de palmas silvestres de Congo
CPT5A, B	1987	Ch	6,6	15	2A	TxT ex-Congo
CPT6	1988	Ch	17,5	26	2B	DxP, Dami Deli x Congo Pisífera
CPT7	1988	Ch	12,1	24	2C	DxT and TxT, Dami x Congo
CPT8	1988	Ch	1,7	5	2A	TxT ex-Congo
CPT9	1988	Ch	11,1	32	6	DxT y TxD, resistente marchitez, ex-Congo
CPT10	1988	Ch	14,1	42	-	DxP, Camerún
CPT11	1989	Cu	1,3	12	2A	TxT ex-Congo
CPT13	1991	Cu	5,7	16	-	DxP, Congo
CPT14	1991	Cu	12,0	34	10	TxT ex-Congo, 'Programa Alta Eficiencia'
CPT15A	1991	Cu	8,6	18	11	DxT, TxT, principalmente Ekona
CPT15B	1991	Cu	10,3	41	-	DxP, Camerún
CPT16B	1991	Cu	4,5	12	-	DxD, D selfs, Ds ex-Congo progenie probada
CPT17	1991	Cu	1,2	9	-	DxD, Gunung Melayu Deli, ex-Indonesia
CPT18	1991	Cu	1,1	12	-	*Elaeis oleifera*, Brasil, vía Congo
CPT19	1991	Cu	7,6	18	-	*E.oleifera* x *E. guineensis*, híbridos

* SB = Plantación Santa Bárbara; Ch = Chaparral; Cu = Cuernavaca
** CBP = Programa de Mejoramiento Combinado (ver Rosenquist *et al.*, 1990)

Los registros de rendimiento y los análisis de racimos se hicieron de acuerdo con métodos estándar, y se llevan registros de incidencia de PC (Pudrición de Cogollo, o *fatal yellowing*). El comportamiento de los cruces TxT son promedios para palmas Dura y Ténera únicamente.

Origen del material

La historia de los orígenes de Ekona y Djongo es bien conocida (Rosenquist, 1986; Rao *et al.*, 1999; Corley y Tinker, 2003). El origen de las familias provenientes del Congo, incluidas en CBP2, se describe en la Tabla 2. El comportamiento de estas familias en el Congo fue descrito por Rosenquist y colaboradores (1990). Todas las cinco familias fueron específicamente seleccionadas por su alta relación aceite/racimo. El material de CBP2 también se sembró en el Congo y Papua Nueva Guinea.

La resistencia al marchitamiento por *Fusarium* fue uno de los principales criterios de selección en CBP1 y CBP6 (ensayos CPT2 y CPT9). Tres de los cuatro cruzamientos en CPT2 son Ekona pura, derivados de la palma Lb2/2311. En CPT9 se usó una mayor diversidad de padres. Los orígenes representados incluyen Yangambi, Brabanta, Mongana, Nifor y Deli Dura (Rosenquist *et al.*, 1990). El material de CBP6 también se sembró en el Congo, Tailandia e Indonesia.

El CBP10 se dirigió a desarrollar material con mayor índice de racimo (mayor proporción de producción fotosintética total hacia los racimos). Los orígenes incluidos en CPT14 son Yangambi, Brabanta, Mongana, Mayumbe, Nifor, Deli Dura y Pobe (Rosenquist *et al.*, 1990). El material de este programa también se sembró en el Congo, Tailandia e Indonesia.

El CBP11 fue una continuación del programa de mejoramiento que se inició en Camerún en la década de 1930 (Rosenquist, 1986). El programa incluye familias puras de Ekona, y también otros orígenes (Nifor, La Mé, Yangambi). La información sobre las familias de donde se seleccionaron los padres para CBP11 fue suministrada por Rosenquist y colaboradores (1990). El material de este programa también se sembró en Tailandia e Indonesia.

El origen de las Gunung Melayu Deli Duras se muestra en la Figura 1. Vale la pena anotar que esta población se ha mantenido separada del material Ulu Remis ampliamente usado por varias generaciones. La línea Serdang Avenue puede haberse separado hace un siglo. También se debe anotar que el material Gunung Melayu en Unipalma lleva sólo dos o tres generaciones de selección, comparado con cinco o seis del material Dami original (el cual ahora ha progresado aún más). Sería razonable asumir que puede haber mayor diversidad genética disponible para selección futura en esta población que en otras poblaciones de Deli. En el programa original en Gunung Melayu se hizo selección para rendimiento y bajo incremento de altura.

Tabla 2 Familias originarias de Congo incluidas en el Programa de Mejoramiento Combinado 2

Familia	Padres Palma	Origen	Abuelos Palma	Origen	Bisabuelos Palma	Origen
Bg30	155/II	Yangambi				
	4.868	NIFOR	2.1834	Aba		
			1.352	Aba		
Bg142	161Bi	Mongana				
	1080Bi	Mongana				
Bg143	312/3 selfed	Binga Y3	1342A	Yangambi	16R selfed	Djongo
			2379D	Yangambi	130R	Djongo
					219/5	N'gazi
Bg271	529/II	Yangambi				
	557/III	Deli x Yangambi				
Bg414	187/III	Deli x Yangambi				
	69MAB	Yangambi	36R	Djongo		
			68R	Djongo		

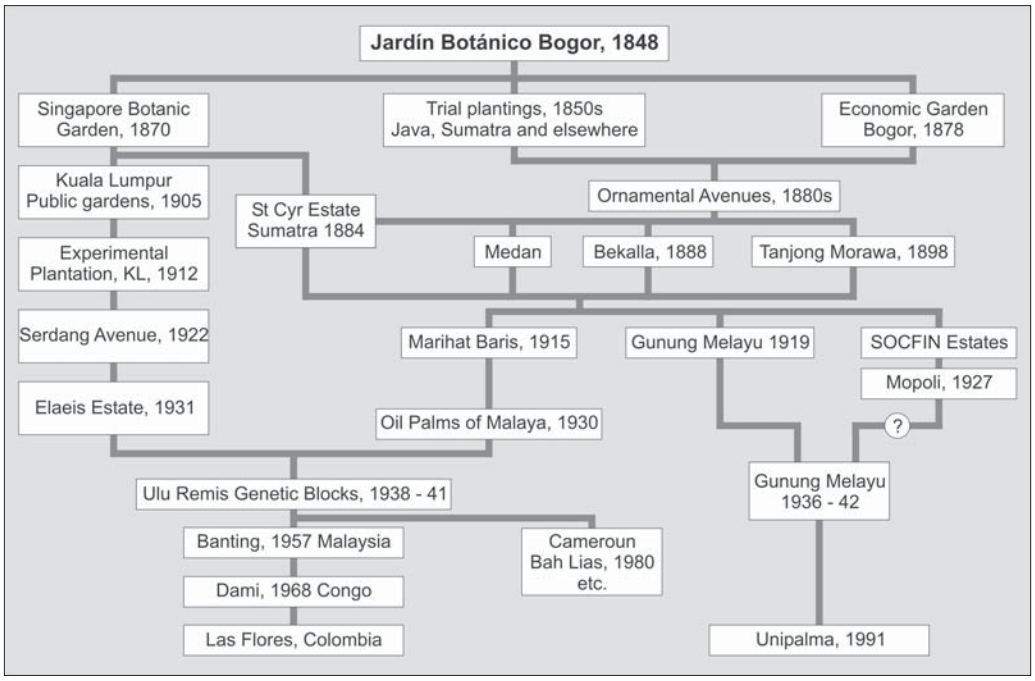

Figura 1 Posibles orígenes de poblaciones Dami y Gunung Melayu Deli Dura. Simplificado de Corley & Tinker (2003), con algunas adiciones

El material *Elaeis oleifera* de Unipalma también es interesante. Los padres de estos cruces se sembraron en Yaligimba, en el Congo, en 1956. Se cree que estos vienen originalmente de Brasil, ya sea directamente de una colección hecha en 1950 por de Blank (1952), o más probablemente, a través de Ineac de otra colección de 20 años atrás. Palmas de autopolinización y polinización cruzada de Yaligimba se sembraron en el ensayo CPT18, y los mismos padres *E. oleifera* se usaron para producir los híbridos en CPT19.

Resultados de los ensayos

Como se anotó en la introducción, los registros de los ensayos de Unipalma se suspendieron por varios años, así que para algunos ensayos no hay datos suficientes que valga la pena reportar aquí, sin embargo, se presenta cualquier información relevante de otros ensayos. Además de los principales ensayos de mejoramiento, existen varios ensayos de progenie DxP con material de diferentes orígenes. La mayoría de estos ensayos no tienen relación directa con el programa de producción de semilla, y no se discuten aquí.

CPT2

Este es un pequeño ensayo con sólo cuatro cruces de CBP1, pero el material será una fuente importante de Pisíferas para producción de semilla. El cruce 1598, en CPT5 (Tabla 3) también fue parte de CBP1. El ensayo CPT2 incluye una palma autopolinizada de Ekona 2/2311, dos palmas autopolinizadas de segunda generación de Camerún de la familia Lb158 (autopolinización 2/2311), y un cruce entre una palma en Lb158 y una palma Binga 312/3. Debido a que tres de los cuatro cruces son de autopolinización de primera o segunda generación, los rendimientos se ven afectados por la depresión endogámica, y no son muy útiles para efectos de selección. Sin embargo, la palma 2/2311 y sus descendientes han sido ampliamente probados. Las Pisíferas de Lb158 están siendo ensayadas en Colombia en CPT10, y se usaron para producir gran parte de la semilla comercial DxP sembrada por Unipalma y otros en Colombia. En general, tanto la palma Ekona como la palma 312/3 son fuentes adecuadas para resistencia al marchitamiento. En Yaligimba en el Congo, dos de los cuatro cruces no han sufrido pérdidas por marchitamiento durante los ocho años después de la siembra.

Tabla 3 Comportamiento de los cruces en CPT5A, en Unipalma y otros sitios

Los datos de Papua son para los años 3-7, de Dumortier (1996). Datos de Unipalma son para períodos de tres a seis años (temprano) y 14 a 15 años (tardío) después de la siembra. Incidencia de marchitez registrada 11 años después de la siembra en Congo. Todos los cruces son TxT.

	Padres					Unipalma			Papua (Dami) Marchitez		
	Hembra			Macho		Rend. RFF (kg/palm/año)			RFF	Aceite+K	Congo
Código	Código	Palma		Código	Palma	Temp.	Tard.	Prom.	kg/palma/año		%
-	Comercial D x P estándar				116	-	-	138	39,1	-	
Polinización cruzada y autopolinización											
1549	Bg414	E39/17	x	Bg414	E27/27	98	202	139	170	45,5	8,9
1608	Bg414	E39/17	x	Bg414	E11/10	175	193	182	-	-	30,6
1615	Bg414	E12/09	x	Bg414	E11/10	85	158	114	146	41,3	2,4
1645	Bg414	E39/17	x	Bg414	E80/27	103	152	123	142	41,1	4,4
1585	Bg30	D46/34	x	Bg30	D04/35	59	-	-	120	33,4	46,4
1595	Bg30	D46/34	x	Bg30	D47/33	80	144	105	149	41,9	14,7
1594	Bg143	A93/17	x	Bg143	A86/21	141	197	163	-	-	0
1604	Bg143	A113/08	x	Bg143	A86/21	114	196	147	160	46,3	3,0
1636	Bg143	A113/08	x	Bg143	A137/30	87	-	-	-	-	-
1646	Bg143	A113/08	x	Bg143	A121/34	102	-	-	-	-	6,2
1647	Bg143	A123/16	x	Bg143	A137/30	95	-	-	-	-	-
1651	Bg143	A137/30	x	Bg143	A86/21	98	197	138	152	42,6	9,7
1648	Bg143	A137/30		selfed		81	-	-	110	30,4	-
Promedio para material endogámico						**108**	**180**	**139**	**144**	**40,3**	**12,6**
Polinizaciones cruzadas											
1598	BgY3	312/3	x	Cwn 6	LB2/2311	118	212	156	-	-	17,6
1607	Bg271	E37/08	x	Bg414	E27/27	105	167	130	168	47,9	5,6
1640	Bg271	E37/08	x	Bg143	A137/30	144	199	166	173	51,8	5,6
Promedio para polinización cruzada					**122**	**193**	**151**	**170**	**49,8**	**9,6**	

CPT3, CPT4

Estos ensayos constan de material de polinización abierta recolectado de palmas silvestres en Camerún y en el Congo por el Dr Rajanaidu del Instituto de Investigación de Palma de Aceite de Malasia, con la colaboración de Unilever. Las mismas familias también fueron sembradas en Malasia, y el material fue descrito por Rajanaidu y Jalani (1994), y Rafii y colaboradores (2000). Se han hecho muy pocos registros en los ensayos de Unipalma y estos ensayos no serán discutidos aquí. Sin embargo, es posible usar registros de Malasia para identificar las familias más promisorias.

CPT5, CPT8, CPT11

Estos ensayos son parte del programa CBP2A e incluyen cruces TxT entre y dentro de las familias enumeradas en la Tabla 2. El ensayo principal en Unipalma es CPT5A, con material adicional en CPT5B, CPT8 y CPT11. Los resultados de CPT5A se muestran en la Tabla 3, junto con los datos de los mismos cruces en Papua Nueva Guinea y en el Congo.

El mejor cruzamiento para rendimiento de RFF en Colombia fue el 1608, que es un cruce dentro de Bg414. Sin embargo, este cruce fue susceptible a marchitamiento en el Congo. En Papua Nueva Guinea, el mejor cruzamiento para rendimiento de RFF y aceite de palmiste fue el 1640, que fue el segundo mejor para RFF en Unipalma, y fue resistente a marchitamiento en el Congo. El siguiente mejor cruzamiento en Unipalma fue el 1594. Este no fue probado en PNG, pero presentó alta resistencia al marchitamiento en el Congo. Otros cruces promisorios son: 1607, 1604 y 1549, los cuales superaron el rendimiento estándar en Papua (una mezcla de

cruces Dami DxP) en más del 10%. En Unipalma, el 1598 dio buen rendimiento en años posteriores. Se observó una variación considerable en susceptibilidad al marchitamiento en el Congo y, si se requiere, sería posible escoger cruces con alto grado de resistencia.

CPT6

Este ensayo, parte de CBP2B, consta de cruces DxP entre Pisíferas el Congo y Avros y Dami Deli Duras. Las Pisíferas del Congo provienen de las mismas cinco familias de las que provienen los padres de Ténera de CBP2A. Cruces similares (no siempre idénticos) se probaron en Papua Nueva Guinea e Indonesia. Los resultados de CPT6 y de otros ensayos se resumen en la Tabla 4.

De las familias del Congo, la mejor parece ser la Bg414. las Pisíferas de este cruce no fueron, en promedio, tan buenas como las de Avros en Indonesia y Papua Nueva Guinea, pero la mejor produjo rendimientos muy cercanos a Avros. En Colombia, Bg414 produjo los mejores resultados. La mejor Pisífera individual de Bg414 dio cuatro cruces con un rendimiento promedio de aceite + palmiste 14% por encima del promedio del ensayo. Tanto en Indonesia como en Papua Nueva Guinea, los cruces de Bg414 fueron menos vigorosos que Avros, y tuvieron un menor incremento anual de altura. También fue notable el muy bajo incremento de altura de Bg271 en PNG.

CPT7

Este ensayo es parte de CBP2C y consta de cruces DxT entre Dami Deli Duras y Congo Téneras, y cruces TxT entre Avros o Deli x Avros Téneras y Congo Téneras. Este material es de gran interés para programas de mejoramiento a largo plazo, como fuente posible de material Dura y Pisífera, pero hasta ahora, sólo se lleva un año de registros. De nueve cruces en Indonesia, sólo un cruce superó el rendimiento estándar de Deli x Avros, pero hay un amplio rango de cruces en Unipalma. En Papua Nueva Guinea ningún cruce superó el rendimiento estándar de Deli x Avros DxP, pero varias familias igualaron el promedio de todos los Deli x Avros DxP.

CPT9

Este ensayo es parte de CBP6, y es otro ensayo importante en el largo plazo. Debe posibilitar la producción de semilla resistente a marchitamiento por *Fusarium*. Existen 32 cruces, todos DxT o TxD. Hasta el momento, el ensayo de Unipalma tiene registros sólo de un año, pero hay información disponible de Indonesia para varios cruces (Tabla 5). Claramente existen algunos cruces promisorios en este programa en términos de rendimiento y altura. Algunos -no todos los cruces- parecen ser altamente resistentes a marchitamiento por *Fusarium*. De los 26 cruces sembrados en Binga (Congo), 12 han sufrido 10% o menos de marchitamiento 10 años después de la siembra.

CPT14

Este ensayo es parte de CBP10, conocido como el programa de 'alta eficiencia'. El objetivo de este ensayo es desarrollar material con mejor índice de racimo, incrementando la eficiencia en conversión fotosintética (cantidad de materia

Tabla 4 Comparación de Pisíferas Avros y Binga en ensayos de progenie DxP en varios sitios

Los rendimientos se expresan en porcentaje promedio de ensayo. Los datos de Papua Nueva Guinea son habilidades General de combinación, de Dumortier (2003). Los datos de Indonesia son de informes anuales del Centro de Investigación Bah Lias. Ps=número de Pisíferas ensayadas; A+K=rendimiento de aceite más palmiste.

Fuente	Unipalma (4 años)				Papua (10 años)					Indonesia (8 años)				
	Ps	RFF	A/R	A+K	Ps	RFF	A/R	A+K	Alt	Ps	RFF	A/R	A+K	Alt
Bg143	2	104	89	94	4	93	96	98	93	-	-	-	-	-
Bg142	3	96	104	99	7	88	98	92	99	2	96	99	96	97
Bg30	2	92	103	96	4	92	97	98	92	-	-	-	-	-
Bg271	-	-	-	-	2	91	103	98	74	-	-	-	-	-
Bg414	3	104	106	109	6	102	103	104	100	2	98	98	96	92
Avros	2	109	98	105	10	108	106	109	104	2	103	101	104	106

Tabla 5 Comportamiento de cruces CBP6 en Indonesia y Congo

Los rendimientos son de 6 años, expresados en porcentaje de Deli x Avros DxP cruzamiento estándar, de Indonesia (Informes anuales del centro de Investigación Bah Lias). Los datos de marchitamiento son de Binga, nueve años después de siembra. Todos los cruzamientos son DxT o TxD.

	Padres			Origen*		Rend. en % DxP			Altura March %	
Cruce	Hembra		Macho	Hembra	Macho	RFF	A/R	A+K	% std	(Congo)
1873	A137/30	x	F09/10	Djongo	De.Ybi x Dj	100	94	95	83	4,2
1905	D37/08	x	B66/27	Ybi x De.Ybi	Ybi x NIFOR	103	100	103	108	8,5
1955	E27/27	x	A148/10	Bg414**	Bg143**	103	102	105	81	1,4
1999	A148/10	x	G27/40	Bg143**	Ybi x Brabanta	103	102	103	86	7,0
2079	D37/08	x	A127/31	Ybi x De.Ybi	Dj x Ybi	103	98	104	84	61,9
2080	D32/37	x	A127/31	Ybi x De.Ybi	Dj x Ybi	101	96	98	80	-

* Ybi = Yangambi; De.Ybi = Deli x Yangambi; Dj = Djongo.
** Ver Tabla 2 para origen de estas familias.

seca producida por unidad de radiación solar recibida). Rosenquist y colaboradores (1990) describió el procedimiento de selección, que incluye una corrección para el efecto de altura de palma en la interceptación de radiación solar. El ensayo de Unipalma incluye 34 cruces, pero no se han hecho registros. Diez de los cruces también se sembraron en Indonesia; los resultados de ese ensayo se resumen en la Tabla 6.

Aunque los rendimientos en Indonesia son más bajos que los de Deli x Avros DxP, el menor vigor vegetativo es notable en términos de altura y área y peso de hoja seca. El cruce 2194, por ejemplo, tiene un rendimiento de aceite + palmiste dentro del 6% del estándar de DxP, pero un incremento de altura 30% más bajo, y área y peso de hoja 10% menor. No se ha calculado el índice de cosecha en el ensayo de Indonesia, pero es claro que debe ser alto en algunos cruces. La menor área de hoja permitiría una mayor densidad de siembra, lo cual mejoraría el rendimiento por hectárea.

También se sembraron 10 cruces en Tailandia (diferentes de los 10 sembrados en Indonesia). Ese ensayo incluyó tres diferentes densidades de siembra. Los resultados, a 143 palmas por

Tabla 6 Comportamiento de cruces CBP10 en Indonesia

Los rendimientos y características vegetativas (incremento anual de altura, peso seco de hoja, área de hoja) se expresan en porcentaje de cruces estándar Deli x Avros (informes anuales del Centro de Investigación Bah Lias). Ensayo sembrado a una densidad de 135 palmas/ha; registro de rendimiento de seis años. Todos los cruces son TxT.

	Padres			Origen**		Rend. en % DxP				Vegetativo	
Cruce	Hembra		Macho	Hembra	Macho	RFF	A/R	A+K	Alt	P/hoja	Área hoja
2148*	F103/26	x	B98/17	De.Ybi x Mon	De.Ybi x May	71	104	73	68	87	88
2194	E27/27	x	B98/17	De.Ybi x Dj	De.Ybi x May	93	104	94	71	89	87
2670	A137/30	x	B98/17	Djongo	De.Ybi x May	89	97	88	68	83	95
2801	B79/24	x	C18/08	De.Ybi x May	Ybi x NIFOR	87	94	82	70	78	76
2966	A137/30		selfed	Djongo (Bg143)		67	96	65	73	77	82
3070	E60/33	x	B79/24	Yangambi	De.Ybi x May	94	86	81	68	72	78
3119	B115/05	x	C50/28	De.Ybi x Mon	Ybi x NIFOR	98	90	90	64	86	88
3161*	C50/28	x	B104/08	Ybi x NIFOR	Ybi x Ekona	85	90	77	73	81	85
3344	H148/08	x	B115/05	Pobe	De.Ybi x Mon	84	88	75	59	72	75
3758	B66/07	x	E104/08	De.Ybi x May	Brabanta x Deli	89	99	88	65	89	91

* Los cruzamientos en Unipalma son recíprocos a los mostrados.
** Ybi = Yangambi; De.Ybi = Deli x Yangambi; Dj = Djongo; May = Mayumbe; Mon = Mongana.

Tabla 7 Comportamiento de cruzamientos CBP10 en Tailandia

Los rendimientos y características vegetativas (altura después de ocho años, peso de hoja seca, área de hoja) se expresan como porcentaje de un DxP comercial estándar. Los datos son de Univanich Palm Oil Co. Ltd., de un ensayo de 143 palmas/ha. Rendimientos registrados de seis años. Todos los cruces son TxT.

	Padres			Origen*		Rend. en % DxP				Vegetativo	
Cruce	Hembra		Macho	Hembra	Macho	RFF	A/R	A+K	Alt	P/hoja	Área/hoja
2194	E27/27	x	B98/17	De.Ybi x Dj	De.Ybi x May	90	108	97	85	89	95
2670	A137/30	x	B98/17	Djongo	De.Ybi x May	92	106	105	103	99	101
2801	B79/24	x	C18/08	De.Ybi x May	Ybi x NIFOR	95	97	102	85	83	85
2966	A137/30		selfed	Djongo (Bg143 - ver Tabla 2)		72	97	73	80	89	91
3070	E60/33	x	B79/24	Yangambi	De.Ybi x May	88	82	76	86	85	93
3119	B115/05	x	C50/28	De.Ybi x Mon	Ybi x NIFOR	92	96	89	87	83	97
2666	H148/08	x	D60/15	Pobe	Djongo	86	86	77	82	77	89
3087	E17/09	x	F103/26	Yangambi	De.Ybi x Mon	103	104	108	108	89	90
3099	B98/17	x	F50/12	De.Ybi x May	Yangambi	94	103	98	102	99	98

* Ybi = Yangambi; De.Ybi = Deli x Yangambi; Dj = Djongo; May = Mayumbe; Mon = Mongana.

hectárea, se resumen en la Tabla 7 y fueron muy similares a los de Indonesia. En general, los rendimientos son más bajos que el estándar DxP, pero el vigor vegetativo también se ve reducido. Este ensayo incluye tres densidades de siembra diferentes, permitiendo la evaluación de los beneficios de un menor vigor vegetativo. Por ejemplo, la Figura 2 muestra que en el cruce 2801, aunque con menor rendimiento de RFF que el material comercial DxP a la densidad normal de 143 palmas/ha, los rendimientos mejoran significativamente cuando se siembra a mayor densidad.

CPT15A

Este ensayo es parte de CBP11. Aunque no hay registros sobre este ensayo, tres cruces se sembraron en Indonesia y ocho en Tailandia. Los resultados de estos ensayos se resumen en la Tabla 8. En general, la relación aceite/racimo de este material es buena. La palma Ekona es bien conocida por esta característica (Sterling y Alvarado, 1995; Rao *et al.*, 1999). La mayoría de los cruces fueron inferiores al estándar DxP. El cruce de mayor rendimiento fue el código 4 (Ekona cruzado con una palma del cruce estándar IRHO), pero la progenie fue relativamente vigorosa.

CPT16B

Este ensayo incluye 12 cruces basados en cuatro Duras del Congo seleccionadas con base en los resultados del ensayo de progenie. El comportamiento de las Duras, sus orígenes y progenie se muestran en la Tabla 9. El ensayo incluye tres Duras autopolinizadas y también cruces entre ellas y Duras seleccionadas por fenotipo en el código Bg143 (Tabla 2). De las cuatro Duras del ensayo, A16/38 es la menos interesante, con un rendimiento moderadamente bueno y sin resistencia a marchitamiento; aunque produjo las progenies más cortas. Las progenies de B25/30 produjeron los rendimientos más altos, con buena resistencia al marchitamiento pero muy altas. B42/29 y B24/35 dieron un rendimiento intermedio y buena resistencia a marchitamiento, pero las progenies de B24/35 fueron muy altas.

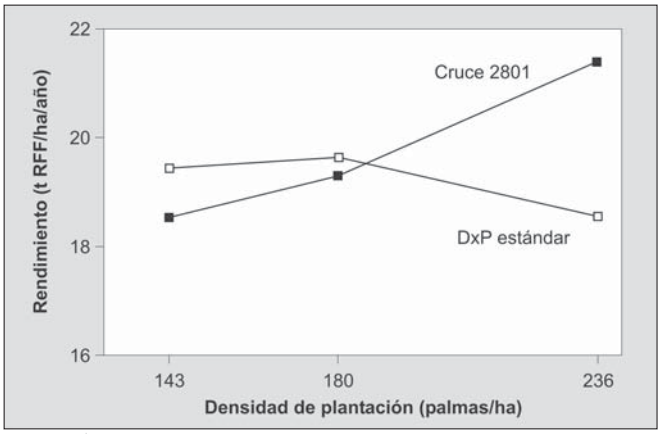

Figura 2 Respuesta a la densidad de siembra del cruce 2801 y DxP estándar. Datos de Univanich Palm Oil Co. Ltd, Thailand. Los rendimientos son promedios de seis años

Tabla 8 Comportamiento del material CBP11 en Indonesia y Tailandia

Los datos se expresan como porcentajes de DxP estándar; rendimientos registrados para seis años en Tailandia (Univanich Palm Oil Co. Ltd.), y cinco años en Indonesia (Centro de Investigación Bah Lias). Altura medida ocho años después de la siembra en Tailandia.

	Padres			Origen		Tailandia				Indonesia		
Cruce	Hembra		Macho	Hembra	Macho	RFF	A/R	A+K	Alt	RFF	A/R	A+K
1	12/0719 D	x	12/12440 P	Ekona x Deli	Ekona	71	112	73	70	-	-	-
4	13/2959 T	x	52/1239 D	Ekona	L2T x D10D	107	121	120	108	-	-	-
5	52/1533 D	x	13/1572 T	Ekona x Deli	Ekona x Ybi	95	100	94	82	-	-	-
9/16	13/0837 T	x	52/0230 T	Ekona x Ybi	Ekona	82	101	83	89	103	103	105
14	52/0635 T	x	13/2548 D	Ekona x Deli	Yangambi	98	113	106	94	-	-	-
20	52/1533 D	x	13/1302 T	Ekona x Deli	Ekona	79	109	82	90	-	-	-
22	13/2065 T	x	13/3021 D	Ekona	Ekona x Deli	105	91	101	82	107	103	110
23/28	13/2065 T	x	12/10516 T	Ekona	NIFOR	117	90	116	92	96	103	104

En palmas autopolinizadas, los registros de rendimiento no son muy útiles para objetos de selección debido a la depresión endogámica. La composición del racimo se ve menos afectada por la endogamia (Corley y Tinker, 2003), así que en las tres familias autopolinizadas, los datos de análisis de racimo se usarán para seleccionar padres potenciales. En los cruces, se están llevando registros de rendimiento y análisis de racimo pero hasta ahora sólo se han recolectado datos de dos años.

CPT17

Este ensayo incluye nueve cruces de Deli puro de origen Gunung Melayu. Aún no se han hecho registros de este ensayo. Hasta donde sabemos, estos mismos cruces no se han sembrado en otra parte, aunque material estrechamente relacionado se ha sembrado en Indonesia.

CPT18, CPT19

Estos ensayos, con híbridos *E. oleifera* y *E. oleífera* x *guineensis*, tienen interés debido a la probable tolerancia de *E. oleifera* a la PC. Se cree que las palmas *E. oleifera* son originarias de Brasil, así que deben ser algo diferentes al material generalmente disponible en Colombia. En últimas, la tasa de extracción de aceite y el rendimiento determinarán si el material es útil, pero aún no se han hecho registros de este ensayo.

Tolerancia a PC

Como una alternativa a los híbridos interespecíficos, se ha sugerido la posibilidad de producir *E. guineensis* con mayor tolerancia a PC. Con esto en la mente, se está investigando la incidencia de PC en los ensayos de Unipalma. La incidencia es generalmente alta pero

Tabla 9 Padres de cruces en CPT16 — comportamiento en ensayos de progenie DxP en Congo

Los datos son valores GCA de ensayos de progenie DxP en Congo (Dumortier *et al.*, 1990).

		Padres			Origen		Comportamiento progenie				
Palma	Código	Hembra		Macho	Hembra	Macho	RFF	A/R	A+K	Alt	Marchi.
B42/29	Bg79N	2/2319	x	31.4958	Ekona	Djongo.Ngazi	124	95	120	95	64
B24/35	Bg47N	12/57	x	27/506	Brabanta	Brabanta	113	108	122	122	49
B25/30	Bg46N	E14/1306	x	21/468	Brabanta	Brabanta	117	122	135	125	61
A16/38	Bg81N	2/5710	x	14/6710	Ekona.Deli	Ekona	110	100	111	90	101

usualmente hay recuperación y rara vez ocurre la muerte de la palma. En dos de tres ensayos examinados hasta ahora, se observan diferencias significativas en incidencia de PC (Tabla 10).

La Figura 3 muestra datos de parcelas de material de Unilever (en este caso, principalmente de Camerún) y Deli x Avros, sembrado aproximadamente al mismo tiempo en el mismo sitio. Todas las parcelas presentaron alta incidencia, pero la incidencia acumulada hasta 2002 fue menor en el material de Unilever (73%) que en el material Deli x Avros (90%). La Figura 2 muestra que a mayor incidencia de PC, hay mayor reducción de rendimiento en el año siguiente. La reducción de rendimiento fue algo menor en las parcelas de Unilever: la enfermedad fue más severa entre 1995 y 1997, y el promedio de rendimiento para 1996-1998 fue 20,1 t/ha para material de Unilever y 16,6 para Deli x Avros. Sin embargo, de 1992 a 2002, el promedio de rendimiento fue el mismo para los dos materiales, de tal manera que en los años en los que la incidencia de PC fue baja, el material de Unilever tuvo menor rendimiento (23,4 t/ha, comparado con 24,8 t/ha para Deli x Avros). Por tanto, el material de Unilever tuvo mayor estabilidad en rendimiento cuando PC fue un problema, pero a expensas de rendimientos ligeramente más bajos en otras circunstancias.

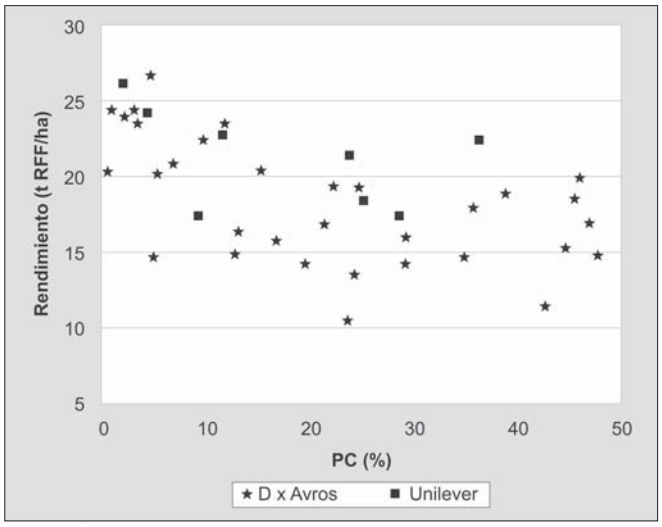

Figura 3 Incidencia de PC en parcelas de Deli x Avros y material de Unilever (Camerún), y rendimiento en el año siguiente (parcelas sembradas entre 1985 y 1989, datos de Guaicaramo S.A.)

Discusión

El hecho de que muchos de los cruces en el programa de Unipalma también se sembraron y registraron en otras partes, permite identificar relativamente fácil las mejores familias. Se sabe que ocurren interacciones significativas genotipo x ambiente en la palma de aceite (Corley y Tinker, 2003), y esto puede ser un factor que complica el uso de datos de otras partes para selección. En la práctica, existen correlaciones importantes entre los rendimientos en Unipalma y otros sitios (por ejemplo, con Dami en la Tabla 3, r=0,74*), de tal manera que la información de otros sitios debe ser una adición útil a los registros locales. Sin embargo, cuando se trata de producción de semillas, los atajos no son posibles: se debe identificar palmas individuales con base en registros de rendimiento y composición de racimo, y esto sólo se puede hacer en el sitio. A continuación se discuten los planes de Unipalma para futura producción de semilla.

Tabla 10 Variación en incidencia de PC en ensayos de mejoramiento de Unipalma

Las pruebas Chi-cuadrado para independencia se basaron en todos los cruces, no sólo en los mostrados en la tabla.

		Rango de incidencia de PC						Importancia de diferencias	
		Más bajo			Más alto				
Ensayo	Cruces estudiados	Cruce	Origen*	% PC	Cruce	Origen*	% PC	Chi^2	Prob.
CPT5A	11	1608	De.Ybi x Djongo	49	1594	Djongo	94	28,77	0,001
CPT8	5	1598	Djongo x Ekona	61	1648	Djongo	89	10,45	0,033
CPT16	3	2376	Brabanta	60	1924	Ekona x Dj.Ng	82	3,65	ns

* De.Ybi = Deli x Yangambi; Dj.Ng = Djongo x Ngazi.

Selección de padres Dura

Las selecciones iniciales serán de CBP2A (CPT5, 8 y 11), y también de CPT16. El rendimiento de RFF se ha venido registrando desde hace cinco años en CPT5A (dividido en dos períodos siete años aparte). Actualmente se está llevando a cabo análisis de racimo, y ya se han seleccionado algunas Duras buenas. La segunda fuente de Duras que se explotará es la CPT16. Tres de las familias en ese ensayo son de autopolinización de palmas sobresalientes. Los registros de rendimiento no son muy útiles para selección debido a la depresión endogámica, de tal manera que dentro de estas tres familias la selección de padres se basará sólo en composición de racimo. En la actualidad se están llevando registros de rendimiento para familias no endogámicas.

Un punto importante para destacar aquí es que no hay material puro de Deli Dura en CPT5A. Muchos productores de semilla prefieren restringir la producción a Deli Dura, pero Van der Vossen (1974) y Hartley (1988) dicen que esto es innecesario y que padres igualmente buenos se pueden encontrar en otras poblaciones. Rao y Corley (no publicado) no encontraron mucho de dónde escoger entre las mejores Duras de Deli y otros orígenes. En el Congo se ha producido semilla por muchos años usando Duras de origen africano (Porter, 1989), y ese material es particularmente útil cuando se requiere resistencia a marchitamiento por *Fusarium*. Santacruz y colaboradores (2000) anotan que generalmente el material africano tiene menor incidencia de PC que el material asiático, y esto se confirma en la Figura 3. Por tanto, consideramos que el uso de Deli Duras como padres no representa una desventaja.

Otras fuentes de Duras serán los cruces DxT en CPT9 (Tabla 6) y CPT15A. De nuevo, existe un amplio rango de orígenes disponibles, pero se requieren más registros en estos ensayos antes de que los padres puedan ser seleccionados.

Después de realizar algunos registros, el material Gunung Melayu Deli Dura se puede incorporar en el programa. La población de Gunung Melayu (GM) se ha destacado por su bajo incremento de altura. Rosenquist (1986) mencionó que las palmas sembradas en 1936 (Fig. 1) todavía alcanzan rendimientos de 18 toneladas RFF/ha/año después de 42 años. Sin embargo, Lee y Pang (2000) encontraron poca diferencia en incremento de altura entre GM x Avros y otros cruces Deli x Avros. Algunos trabajos sugieren que el potencial de rendimiento del material Gunung Melayu puede ser relativamente bajo (Anon, 1990), pero Lee y Pang (2000) encontraron que los rendimientos de las mejores GM Duras x Avros fueron similares a otros cruces Deli x Avros. Obviamente, debemos ser cuidadosos en la explotación de este material. Infortunadamente, CPT17 no incluye cruces estándar, así que no podemos evaluar los cruces GM de Unipalma con relación a otro material. Si existe información que indique un riesgo de bajo rendimiento, la progenie de los padres debe ser probada antes de usarlos extensivamente. El mejor uso para esta población puede ser en cruces con otros orígenes para producir la siguiente generación de padres de semilla.

Selección de padres Pisífera

Inicialmente, se usarán Pisíferas Ekona puras de CPT2. La autopolinización de la palma 2/2311 se ha usado para producción de semilla en Camerún, con excelentes resultados. En Costa Rica (Sterling y Alvarado, 1995) y en Malasia (Rao *et al.*, 1999) Pisíferas de origen Ekona, con 2/2311 como uno de los padres, han dado cruces DxP con rendimientos comparables o mayores que Pisíferas Avros. La primera prueba de progenie de Pisíferas de CPT2 ya está programada.

A largo plazo, habrá disponibilidad de Pisíferas de muchos otros orígenes. CBP2A consta de cruces TxT, así que las Pisíferas se pueden seleccionar de éstas. Siempre y cuando se evite la endogamia, no hay problema en usar Duras y Pisíferas del mismo ensayo. La Tabla 4 muestra que aun en la generación anterior, se puede identificar las Pisíferas que estuvieron cercanas a Avros en términos de rendimiento. En CBP2A el material lleva una generación más de selección, de tal manera que el potencial de rendimiento debe haber mejorado. CBP10 también es una fuente posible de Pisíferas. Este programa se discute más adelante.

Rendimiento esperado de semillas de Unipalma

Cuando Unipalma inicie la producción de semilla, el material producido tendrá un linaje similar al del material producido por Unilever en el Congo,

y comercializado bajo la marca de Unipalm. Por tanto, el rendimiento de ese material nos puede indicar lo que se puede esperar del programa de Unipalma. La producción de semilla de Unilever en los últimos 20 años se puede considerar en tres tres fases, que se detallan a continuación.

Comienzos de la década de 1980

En ese entonces, aparentemente el material del Congo y Camerún tenía más bajo potencial de rendimiento que el Deli x Avros. En Tailandia se compararon pequeñas parcelas en campos adyacentes de plantaciones de 1985: el material Deli x Avros superó en casi 20% el rendimiento del material del Congo, con un rendimiento de aceite de 5,9 t/ha/año, comparado con 5 t/ha/año. En Unipalma se sembró un ensayo en 1985 para probar las últimas progenies de Deli x Avros de Papua. Unos pocos cruces de Camerún (no derivados de 2/2311) también se incluyeron en el ensayo. El rendimiento promedio de aceite de los cruces Deli x Avros fue 5,1 t/ha/año, donde el mejor de los cruces de Camerún tuvo un rendimiento de sólo 4,1 t/ha/año.

Finales de la década de 1980

Al tiempo con el Programa de Mejoramiento Combinado, se seleccionó una nueva generación de padres en los programas de producción de semilla de Unilever, y el rendimiento se mejoró sustancialmente. La Tabla 4 muestra que a finales de la década de 1980, era difícill escoger entre las mejores Pisíferas del Congo y Pisíferas Avros. En Tailandia, el material del Congo sembrado en 1987 produjo un rendimiento promedio de 26,6 toneladas RFF y 6,25 t/aceite/ha/año bajo riego (Palat *et al.*, 2000). En años individuales, se obtuvieron rendimientos de 34 t/RFF/ha. En Ghana se sembraron parcelas adyacentes con material del Congo y Deli x La Mé. No existen datos de rendimiento de aceite, pero el rendimiento de RFF fue comparable, a aproximadamente 13 t/ha/año. Estos rendimientos son bajos debido a la estación seca de cuatro meses en ese ambiente, y a que las palmas crecieron sin riego. Sin embargo, los resultados muestran que el material del Congo es relativamente tolerante a la sequía. En Colombia, a 1989 siembras de material de Camerún por Guaicaramo S.A. produjo un rendimiento de 8% menos de RFF (en tres años, de 1993 a 1995) que las parcelas adyacentes del material Deli x Avros.

Finales de la década de 1990

Durante la década de 1990, la producción de semilla en el Congo se trasladó de Binga a Yaligimba, y ahora se basa principalmente en el mismo material CBP sembrado en Unipalma. Existen pocas comparaciones con otros orígenes, pero en Tailandia un ensayo sembrado en 1999 incluyó material del Congo y Deli x Avros. Durante los primeros 19 meses de producción, el material del Congo produjo 10,6 t/RFF/ha/año y 2,46 t/aceite/ha, comparado con 9,4 t/RFF y 1,93 t/aceite de Deli x Avros. Por tanto, al parecer los últimos cruces DxP del Congo son por lo menos tan buenos como los cruces Deli x Avros y tal vez mejores, por lo menos sin riego. Esperamos que la semilla de Unipalma sea tan buena como la del Congo, y tal vez mejor adaptada a los ambientes colombianos.

Resistencia a enfermedades

Se cree que los híbridos interespecíficos entre *E. oleifera* y *E. guineensis* son en general tolerantes a PC, y por esta razón se han sembrado comercialmente en Colombia (Turner, 1981). Sin embargo, el rendimiento de aceite de estos híbridos usualmente es bajo debido a la pobre relación aceite/racimo, y se necesitará un considerable esfuerzo de mejoramiento por varias generaciones para llevar a los híbridos al nivel de los mejores *E. guineensis*. Informes recientes de variación en tolerancia a PC entre diferentes líneas de *E. guineensis* (Santacruz *et al.*, 2000; de Franqueville, 2001) sugieren la posibilidad de mejoramiento genético de tolerancia dentro de esa especie, y nuestros datos (Tabla 10) confirman que existen esas diferencias. Este enfoque debería dar mejores resultados que los híbridos, en términos de rendimiento.

Normalmente, PC no es una enfermedad mortal, por lo menos en los Llanos Orientales de Colombia, pero el rendimiento de las parcelas afectadas se puede ver reducido por varios años (Santacruz *et al.*, 2000; Acevedo *et al.*, 2000). Un mal drenaje parece ser un factor en la ocurrencia de la enfermedad (Alvarado *et al.*, 1997; Munévar *et al.*, 2001), y podría decirse que no vale la pena un programa de mejoramiento para tolerancia a una enfermedad que puede ser controlada con un mejor manejo. Sin embargo, la enfermedad se ha extendido ampliamente y sería muy útil poder seleccionar un material con mayor tolerancia sin

sacrificar rendimiento. En este contexto, vale la pena anotar que la familia CPT5A (1608) de mayor rendimiento también presenta la menor incidencia de PC. Los primeros registros muestran que la enfermedad no se había desarrollado, por tanto, el mayor rendimiento no es simplemente una consecuencia de menor incidencia.

Otra enfermedad importante para la que se puede producir material resistente o tolerante es el marchitamiento por *Fusarium*. Este es un problema principalmente en África, pero también se ha presentado en Brasil y Ecuador. Todavía no se ha detectado en Colombia, pero existe el riesgo de que aparezca. Como se mostró anteriormente, en el programa de Unipalma es posible identificar las familias más resistentes, porque la mayoría de las familias también se sembraron en sitios altamente infestados (Binga, en el Congo). Si se requiere, se podrían seleccionar por resistencia padres individuales usando la prueba de pecíolo desarrollada por Mepsted y colaboradores (1995). Esta prueba se hace *in vitro*, de tal manera que puede ser aplicada sin riesgo de introducir la enfermedad en el campo.

Mejoramiento genético a largo plazo

En la actualidad, la semilla comercial producida en el mundo es predominantemente Deli x Avros (Rajanaidu y Jalani, 1999), siendo las principales excepciones varios programas africanos (Amblard *et al.*, 2000; Okwuagwu, 1989; Porter, 1989; Wonkyi-Appiah, 1999). Sin embargo, es comúnmente aceptado que la diversidad genética se está volviendo muy restringida en las poblaciones de Deli Dura y Avros. En Papua Nueva Guinea, una generación de selección en la población de Avros produjo un mejoramiento en rendimiento de menos de 3% en aceite+palmiste de progenies DxP (Dumortier, 2003). La introgresión de otro material en programas de producción se semilla es altamente aconsejable, y fue el principal objetivo del Programa de Mejoramiento Combinado. La diversidad de orígenes disponibles en el programa de Unipalma significa que hay una amplia variación genética disponible para futuros programas de mejoramiento.

Las medidas del crecimiento vegetativo se vienen usando cada vez más en programas de mejoramiento de palma de aceite. Uno de los objetivos es reducir la altura de la palma, extendiendo la vida productiva de la plantación y disminuyendo el problema de cosechar palmas altas. El segundo objetivo, más general, es aumentar el rendimiento mejorando el índice de racimo. Estos objetivos tienen puntos comunes ya que palmas con alto índice de racimo tienden a ser más bajas. Squire (1986) encontró que el rendimiento está relacionado con el coeficiente de conversión fotosintética, mientras que Breure (1986) indicó que la selección para alta proporción de área de hoja (mayor área fotosintética por unidad de materia seca) debe ser útil. A largo plazo, si nos enfocamos en el potencial teórico de rendimiento de 17-18 t/aceite/ha (Corley, 1998), debemos comenzar a considerar estos aspectos fisiológicos en programas de mejoramiento. El Programa de Mejoramiento Combinado 10 fue específicamente dirigido a mejorar el índice de racimo, con énfasis en selección de mayor área de hoja y mayor conversión fotosintética de radiación. Aunque este programa puede ser menos importante que otros para producción inmediata de semilla, esperamos que el material derivado de CBP10 sea usado extensamente en futuros programas de mejoramiento.

Conclusión

El programa de mejoramiento de Unipalma se estableció porque en la década de 1980, el Grupo de Plantaciones Unilever vio en Colombia un centro importante para desarrollos futuros en la industria de la palma. Los autores de este documento creen que esto sigue siendo cierto y la diversa colección de material genético en Unipalma será una buena base tanto para la inmediata producción comercial de semilla como para programas de mejoramiento a largo plazo.

Agradecimientos

Agradecemos a Unipalma por permitirnos presentar este documento y por apoyar la asistencia de RHVC a la conferencia. Univanich Palm Oil Co. Ltd., Bah Lias Research Station, Benso Oil Palm Plantations y Guaicaramo S.A. autorizaron la publicación de sus datos de rendimiento y resultados.

Bibliografía

ACEVEDO, J.A.; BURITICÁ, P.; GARCÍA, J.A.; GALVIS, N. 2000. Valoración económica de las pérdidas en aceite generadas por la pudrición Pudrición de Cogollo en los Llanos Orientales de Colombia. Palmas, Colombia, 21 (2), p.53-62.

ALVARADO, A.; CHINCHILLA, C.M.; BULGARELLI, J.; STERLING, F. 1997. Agronomic factors associated to common spear rot/crown disease in oil palm. ASD Oil Palm Papers 15, p.8-28.

AMBLARD, P.; BERTHAUD, A.; DURAND-GASSELIN, T. 2000. Las semillas de palma de aceite comercializadas por el CIRAD. Palmas, Colombia, 21 no. especial, Tomo 2, p.300-308.

ANON. 1990. Notes on field trials visited at Bah Lias Research Station. In: Proc. Workshop Progress of oil palm breeding populations, Palm Oil Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur, p.131-148.

BREURE, C.J. 1986. Parent selection for yield and bunch index in the oil palm in West New Britain. Euphytica 35, p.65-72.

CORLEY, R.H.V. 1998. Productividad de la palma de aceite - Aspectos fisiológicos. Palmas, Colombia, 19, p.162-168.

CORLEY, R.H.V.; TINKER, P.B. 2003. The oil palm. 4th edition, Blackwell Science, Oxford, 562p.

DE BLANK, S. 1952. A reconnaissance of the American oil palm. Tropical Agriculture 29, p.1-14.

DE FRANQUEVILLE, H. 2001. Oil palm bud rot in Latin America - preliminary review of established facts and achievements. Burotrop: http://www.burotrop.org/palmrot.htm, 33p.

DUMORTIER, F. 1996. Oil palm breeding at Dami - report on research, 1993-1995, Dami Oil Palm Research Station, Papua New Guinea.

DUMORTIER, F. 2003. Breeding for high yielding progenies at Dami OPRS. Paper presented at PORIM Int. Palm Oil Congr., Kuala Lumpur, August 25-27.

DUMORTIER, F.; VAN AMSTEL, H.; CORLEY, R.H.V. 1992. Oil palm breeding at Binga, Zaire, 1970 - 1990, Unilever Plantations, London, 146p.

HARTLEY, C.W.S. 1988. The oil palm. Longman, London & New York, 761p.

LEE, C.H.; PANG, T.Y. 2000. Breeding for short height increment in oil palm. Paper presented at Int. Symp. Oil palm genetic resources and utilization, Kuala Lumpur, 8-10 June.

MEPSTED, R.; FLOOD, J.; PAUL, T.; AIREDE, C.; COOPER, R.M. 1995. A model system for rapid selection for resistance and investigation of resistance mechanisms in *Fusarium* wilt of oil palm. Pl. Pathol. 44, p.749-755.

MUNÉVAR, F.; ACOSTA, A.; GÓMEZ, P.L. 2001. Factores edáficos asociados con la pudrición de cogollo de la palma de aceite en Colombia. Palmas, Colombia, 22, p.9-19.

OKWUAGWU, C.O. 1989. The developments from the comprehensive oil palm breeding programme of the Nigerian Institute for Oil Palm Research (NIFOR) and future breeding strategy. Paper presented at Int. Conf. Palms and palm products. Benin City, 21-25 Nov.

PALAT, T.; SMITH, B.G.; CORLEY, R.H.V. 2000. Riego de las palmas de aceite en el sur de Tailandia. Palmas, Colombia, 21 no. Especial, Tomo 2,p.233-241.

PORTER, R. 1989. Development of high yielding oil palm planting material resistant to vascular wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp.elaeidis. Paper presented at Int. Conf. Palms and palm products, Benin City, 21-25 Nov.

RAFII, M.Y.; RAJANAIDU, N.; KUSHAIRI, A.; JALANI, B.S.; DIN, M.A. 2000. Evaluation of Cameroon and Zaire genetic materials. Paper presented at Int. Symp. Oil palm genetic resources and utilization, Kuala Lumpur, 8-10 June.

RAJANAIDU, N.; JALANI, B.S. 1994. Oil palm genetic resources - collection, evaluation, utilisation and conservation. Paper presented at Colloquium Oil palm genetic resources, Bangi, Malaysia.

RAJANAIDU, N.; JALANI, B.S. 1999. World-wide production, performance and issues related to oil palm planting materials. In: Proc. 1996 Seminar Sourcing of oil palm planting materials for local and overseas joint ventures, Ed. N. Rajanaidu and B.S. Jalani, Palm Oil Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur, p.28-70.

RAO, V.; LAW, I.H.; ZURAINI SHAHARUDIN; CHIA, C.C. 1999. Ekona and AVROS - a tale of two pisiferas. Paper presented at PORIM Int. Palm Oil Congr., Kuala Lumpur.

ROSENQUIST, E.A. 1986. The genetic base of oil palm breeding populations. In: Proc. Int. Workshop Oil palm germplasm & utilisation, Palm Oil Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur, p.27-56.

ROSENQUIST, E.A.; CORLEY, R.H.V.; DE GREEF, W. 1990. Improvement of tenera populations using germplasm from breeding programmes in Cameroon and Zaire. In: Proc. Workshop Progress of oil palm breeding populations, Palm Oil Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur, p.37-69.

SANTACRUZ, L.; ZAMBRANO, J.; ÁVILA, M.; CALVO, F. 2000. El Complejo Pudrición de Cogollo en la Zona Oriental de Colombia. Ponencia presantada en la Conferencia “Competitividad y prospectiva de la palma de aceite”, Cartagena, Colombia, Sept 6-8 de 2000.

SQUIRE, G.R. 1986. A physiological analysis for oil palm trials. Palm Oil Res. Inst. Malaysia, Bull. 12, p.12-31.

STERLING, F.; ALVARADO, A. 1995. Ekona and Calabar as alternative sources of male parents in the commercial production of the oil palm seed. ASD Oil Palm Papers 11, p.23-32.

TURNER, P.D. 1981. Oil palm diseases and disorders. Oxford University Press, Kuala Lumpur, 297p.

VAN DER VOSSEN, H.A.M. 1974. Towards more efficient selection for oil yield in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacquin). Thesis, Wageningen University, 108p.

WONKYI-APPIAH, J.B. 1999. Oil palm breeding in Ghana. In: Proc. Seminar Science of oil palm breeding (Montpellier, 1992), Ed. N. Rajanaidu and B.S. Jalani, Palm Oil Res. Inst. Malaysia, Kuala Lumpur.