

Obtención de materiales de palma de aceite (*Elaeís guineensis* Jacq.) adaptados al trópico latinoamericano

Obtainment of materials of the oil palm (*Elaeís guineensis* Jacq.) adapted to the Latin American Tropics

SILVIO BASTIDAS P.¹; PASTOR FIGUEREDO V.²; RAFAEL REYES C.³

RESUMEN

Entre las limitaciones para la expansión y renovación del cultivo de palma de aceite se tiene la falta de material genético con un alto potencial de rendimiento, adaptado a las zonas productoras, resistente a las enfermedades y tolerante al medio biótico y abiótico. El trabajo presenta un historial sobre el mejoramiento genético de la palma de aceite en Colombia, el cual se inició en 1958 y aún continua. Se discuten los materiales usados y los métodos de selección empleados, desde la masal inicial hasta la recurrente, pasando por la combinada para la selección de progenitores. Se presentan los materiales obtenidos en el país a partir de las familias Dura y Tenera. También se hace mención de los trabajos con material noli (*Elaeís oleífera*), el cual presenta "prolificidad" de inflorescencias. Finalmente, se presentan las proyecciones para el futuro y el proyecto de mejoramiento de palma de aceite a desarrollar.

Palabras claves: Palma de aceite, Material genético, Mejoramiento, Métodos de selección, Palma noli, *Elaeís oleífera*, Colombia.

SUMMARY

A limitation to the expansion and replanting of oil palm crops is the lack of high yielding genetic material adapted to the oil palm areas. This material must be resistant to diseases and tolerant to the biotic and abiotic environment. This paper presents a history of genetic breeding of oil palm in Colombia, which started in 1958 and is still in progress. The materials used and the selection methods are discussed, including initial and recurrent selection, as well as the combined selection of parents. The materials obtained in Colombia from Dura and Tenera families are described. Works undertaken with noli material (*Elaeís oleífera*) are also mentioned. This material is «prolific» in inflorescence production. Finally, future projections are made and the oil palm breeding program is described.

1 y 2. I.A., M.Sc. Fitomejoramiento ICA, C.I. "El Mira". Apartado Aereo 161. Tumaco (Nar.) y C.I. "Caribia", Apartado Aéreo 654. Santa Marta. respectivamente.

3. I.A., M.Sc. Fisiología Vegetal ICA, C.I. "La Libertad". Apartado Aereo 2011 Villavicencio.

INTRODUCCION

La palma de aceite es un cultivo que ofrece ventajas para superar la deficiencia de grasas comestibles en los países tropicales de Latinoamérica que poseen condiciones ambientales aptas para el cultivo de esta especie.

Una de las limitaciones para la expansión y renovación del cultivo es la carencia de material genético de elevado potencial de rendimiento, adaptado a los ambientes de las zonas productoras, resistente a las enfermedades

más limitantes, tolerante a condiciones climáticas y edáficas adversas y eficiente en la utilización de luz, agua y elementos minerales.

En Colombia, el programa de mejoramiento genético de la palma de aceite fue iniciado por el Instituto de Fomento Algodonero "IFA" en 1958, y continuado por el Instituto Colombiano Agropecuario - "ICA" a partir de 1969. El objetivo inicial del programa fue la producción de materiales con alto potencial de rendimiento en aceite y de adaptación amplia, dada la diversidad climática y edáfica de las zonas productoras y potenciales del país.

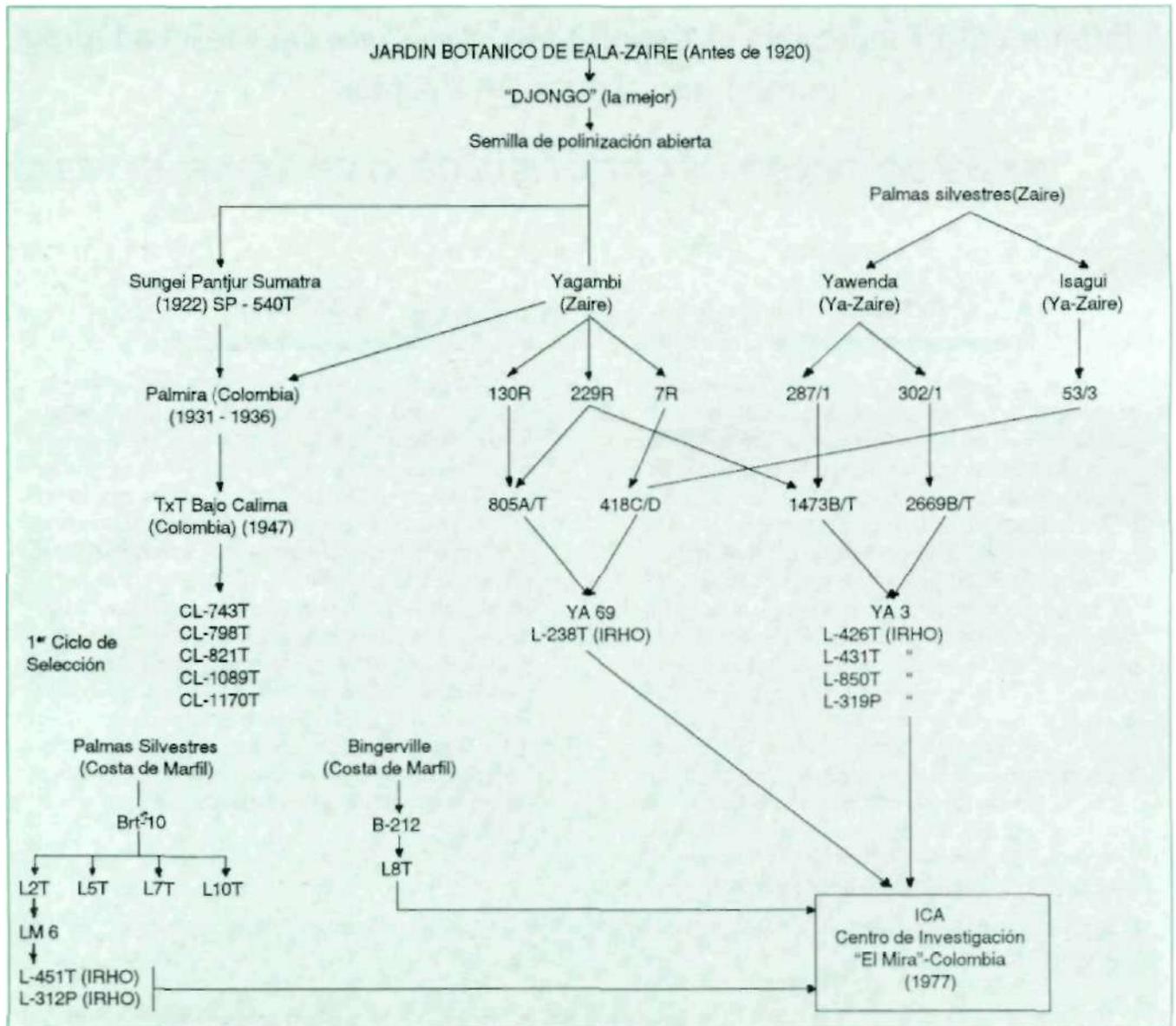


Figura 1. Origen genético del material africano introducido a Colombia (con adaptación al modelo de Rosenquist (1985)).

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO EN COLOMBIA

Materiales

El programa se inició con materiales de origen africano y asiático, los primeros procedentes de Zaire (Eala y Yangambi) (Fig. 1) y los segundos con ascendencia en Sumatra y Java (Fig. 2).

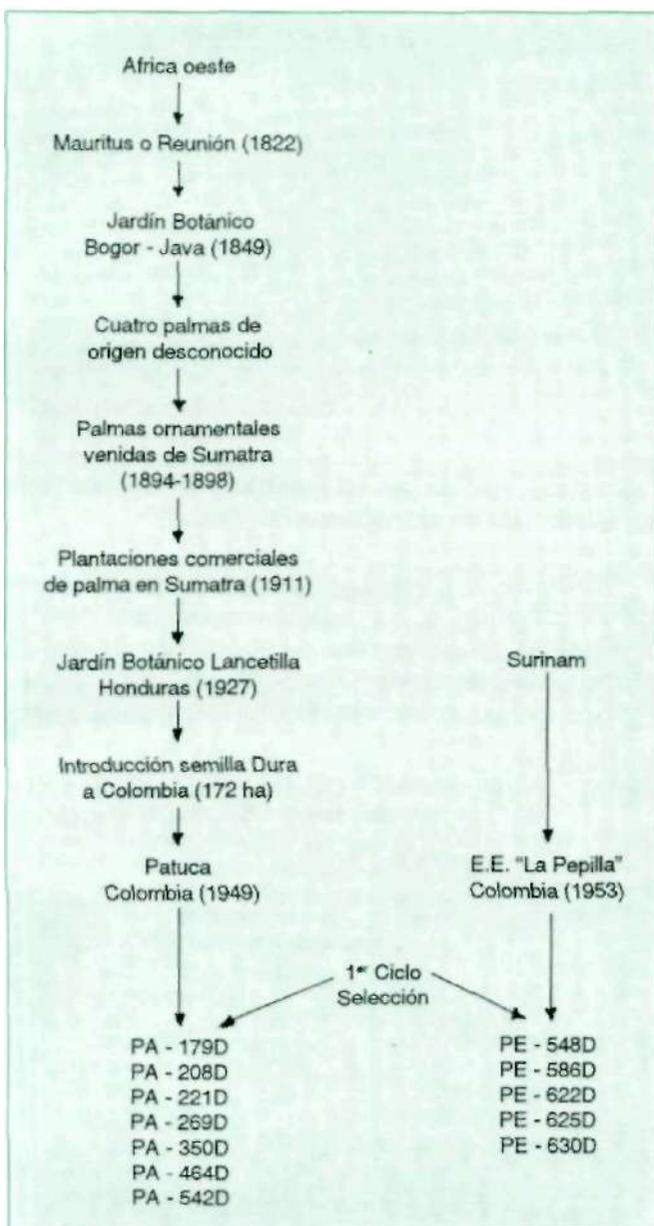


Figura 2. Origen genético del material asiático introducido a Colombia (con adaptación al modelo de Richardson, 1984).

Posteriormente se introdujeron materiales procedentes de Zaire, Camerúm, Costa de Marfil y Malasia, y más recientemente se incorporó la palma americana de aceite "Noli" (*Elaeis oleífera* (H.B.K.)Cortez) proveniente de poblaciones subespontáneas colombianas.

Métodos de selección

El proceso se inició en 1958, con la selección masal o fenotípica de los individuos sobresalientes de una población de palmas tipo Dura, establecida en la plantación "Patuca" a partir de semillas de origen asiático introducidas del Jardín Botánico de Lancetilla (Honduras). Estas selecciones fueron utilizadas inicialmente para la producción de semilla tipo Dura para el fomento del cultivo.

Posteriormente, para la selección de progenitores Dura para la producción de semilla Tenera se utilizó el método de selección combinada, el cual se basó en el comportamiento de las familias y de los individuos dentro de cada familia. Este método también fue utilizado para la selección de los progenitores Pisífera a partir de progenies T x T originarias de Zaire y establecidas en el Bajo Calima. Con los progenitores seleccionados se inició, en 1985, la producción comercial de semilla híbrida Tenera, la cual combina las características asiáticas de las Dura y las africanas de las Pisífera.

En 1990 se adoptó el método de selección recurrente (Fig. 3), el cual se basa en una serie de autofecundaciones y cruzamientos entre individuos seleccionados con el fin de concentrar la frecuencia de genes favorables de la población, para aumentar la probabilidad de obtener genotipos superiores. Además, se inició un proyecto de mejoramiento recíproco de las especies Palma de aceite (*E. guineensis*) y Noli (*E. oleífera*) (Fig. 4), con el fin de introducir características deseables del Noli a la Palma de aceite, y de esta al Noli.

RESULTADOS

Materiales obtenidos

Con 65 progenitores Dura seleccionados en "Patuca" se produjo inicialmente semilla de material tipo Dura en Aracataca (Mag.) (1960-1974). Posteriormente, con polen importado de Nigeria y utilizando las palmas Dura seleccionadas en "Patuca" se produjo semilla de material tipo Tenera en Aracataca (1973-1974) y en el Centro de Investigación del ICA "Caribia" en Sevilla-Ciénaga (Mag.)

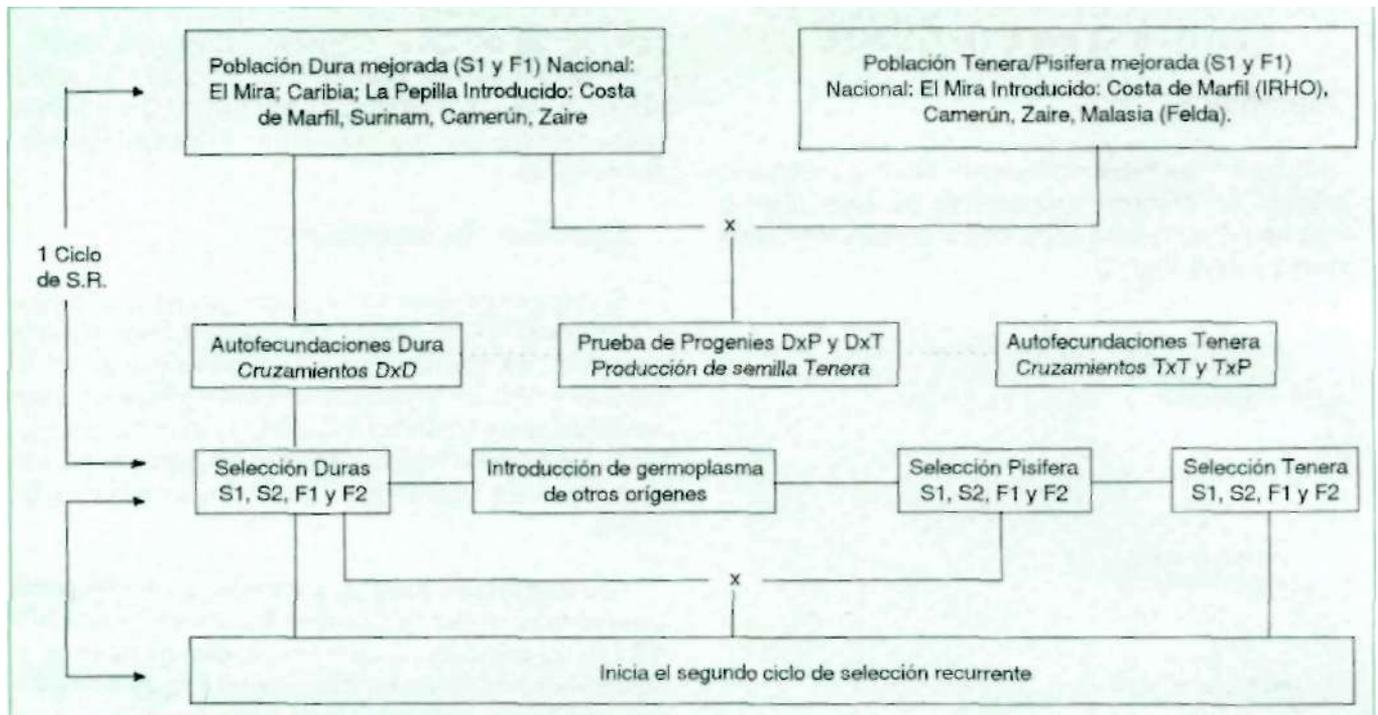


Figura 3. Esquema de selección para el mejoramiento de la palma de aceite PE - 665D (*Elaeis guineensis*) en Colombia. (Selección recurrente con modificaciones).

(1975-1982). A partir de 1983 se continuó con la producción de material Tenera en el C.I. "Caribia", con polen de las palmas Pisifera seleccionadas en el C.I. "El Mira" en Tumaco (Nar.).

En el C.I. "El Mira", con base en los resultados del primer ciclo de selección combinada, se escogieron 215 progenitores Dura (tipo Deli) y 15 Pisiferas (tipo Yangambi). De estas últimas, tres son de origen La Mé introducidas por el IRHO. De las 215 palmas Dura seleccionadas sólo se utilizan para producción de semilla comercial 132, las cuales presentan una producción de aceite entre 45 y 73 kg/palma/año. Algunas características de las familias Dura y Tenera que dieron origen a los progenitores seleccionados se presentan en las Tablas 1 y 2.

Con los progenitores seleccionados se inició en 1985, en el C.I. "El Mira", la producción de semilla comercial de material Tenera de amplia adaptación y alta producción de aceite, con la cual se han sembrado alrededor de 3.800 ha, de las 28.900 ha que se consideran sembradas con material nacional.

En cuanto al material de Noli (*E. oleífera*), se seleccionaron cuatro familias procedentes de autofecundaciones de Noli colombiano, y dentro de

estas, siete palmas por su fenotipo y producción; sus características se presentan en la Tabla 3.

Dentro de las familias de Noli seleccionadas se encuentran palmas que presentan "prolificidad" de inflorescencias. al producir dos, tres o más inflorescencias por hoja. Estudios recientes indican que esta característica se hereda en las progenies de Noli e híbridos inte-

Tabla 1. Registros de producción de las 11 familias Dura x Dura, dentro de las cuales fueron seleccionadas 132 palmas madre en el C.I. "El Mira" (Tumaco), para la producción de semilla Tenera. Promedio de 5 años.

Cruzamiento o familia	Producción	
	Racimo/palma/año (kg)	Aceite/palma/año (kg)
PA-179D x PA-350D	240,4	60,7
PA-350D x PA-179D	228,6	59,1
PA-179D x PA-542D	256,6	61,6
PA-208D x PA-350D	223,3	58,5
PA-350D x PA-208D	205,7	53,5
PA-208D x PA-542D	214,6	55,7
PA-542D x PA-208D	207,4	55,3
PA-350D x PA-269D	211,1	51,1
PA-464D x PA-350D	191,0	47,7
PA-542D x PA-464D	215,1	49,5
PA-221D x PA-179D	220,7	55,0

PA: Patuca

D: Dura

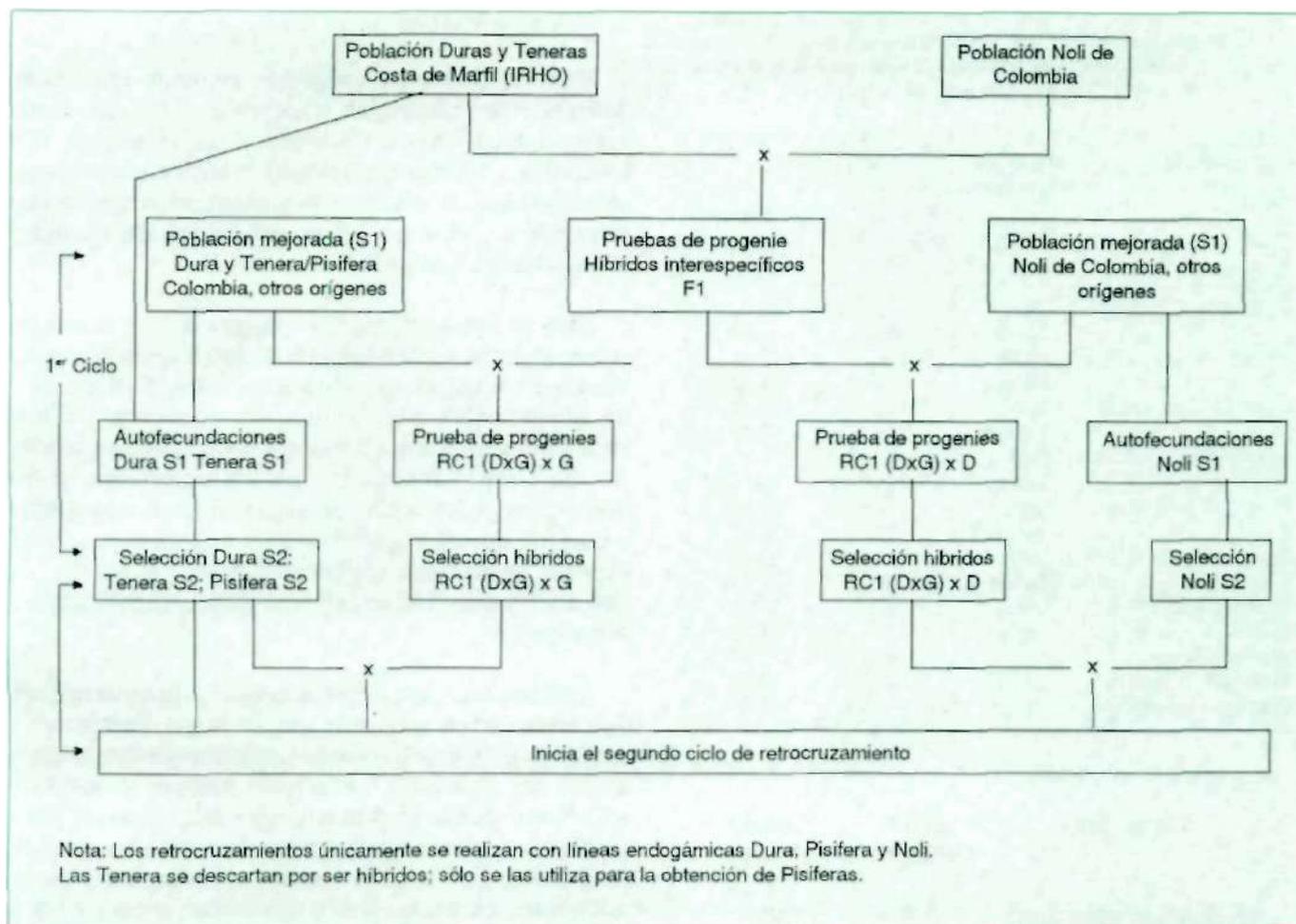


Figura 4. Esquema de selección para el mejoramiento de las especies aceiteras *E. guineensis* y *E. oleifera*. (Introgresión recíproca).

respecíficos de Noli x Palma de aceite, lo que indica que se puede utilizar en el mejoramiento de las dos especies.

Progreso Genético

Al analizar las cuatro poblaciones involucradas en el primer ciclo de selección de madres Dura y padres Pisifera se obtuvieron los siguientes resultados:

La presión de selección resultante, con base en el sistema de selección combinada, fue de 3,0% en los materiales Dura y de 1,0% en los Pisifera.

La producción de aceite de los progenitores Dura seleccionados superan el promedio de la población original en 9,1 kg de aceite/palma/año, y sus progenies DxD en 7,6 kg de aceite/palma/año.

Por su parte, las hermanas Tenera, de las Pisifera seleccionadas como progenitoras, producen 55,0 kg

más de racimos/palma/año que la población original, y sus progenies Tenera lo hacen en 66,5 kg de racimos/palma/año, equivalentes a 11,0 y 13,3 kg de aceite/palma/año, respectivamente.

De los 28 cruzamientos DxD evaluados, la mayoría presenta heterosis significativa para las características: número de racimos/palma/año, frutos totales/racimo, aceite/pulpa fresca y aceite/palma/año. Respecto a las progenies TxT evaluadas, la mayoría mostró heterosis significativa para los caracteres: peso/racimo, producción de racimos/palma/año, pulpa/fruto y almendra/fruto.

Los estimativos de la heredabilidad individual (h^2 ind.) de varios caracteres que se presentan a continuación, calculados con base en el análisis de varianza efectuado a las progenies DxD y TxT aplicando el diseño Carolina 2, indican que varios caracteres presentan alta heredabilidad en el material Dura.

Tabla 2. Registros de producción de las palmas Dura y Tenera, hermanas de las Pisifera seleccionadas como progenitoras padre en el C.I. "El Mira", para la producción de semilla Tenera. Promedio de 3 años.

Cruzamiento o familia	Progenie Segregante	Producción	
		Racimos/palma/año (kg)	Aceite/palma/año (kg)
CL-798T x CL-1089T	Dura	165	37,43
	Tenera	155	49,07
CL-821T x CL-1089T	Dura	136	23,33
	Tenera	154	44,64
CL-821T x CL-1170T	Dura	150	30,43
	Tenera	164	30,52
CL-1089T x CL-821T	Dura	166	-
	Tenera	155	45,10
CL-1170T x CL-798T	Dura	146	28,90
	Tenera	132	34,87
CL-1170T x CL-821T	Dura	114	24,14
	Tenera	168	26,71
CL-798T x CL-798T	Dura	122	22,50
	Tenera	141	27,28
Promedio Dura		142,71	27,79
Promedio Tenera		152,71	36,88
Promedio General		147,71	32,69

CL: Calima T: Tenera

Caracteres	Dura h ² Indiv.	Tenera h ² Indiv.
No. racimos/palma/año	0,92	0,00
Peso/racimo	0,32	0,10
Prod/palma/año	0,54	0,15
Frutos totales/racimo	0,26	0,00
Pulpa/fruto	0,06	0,00
Aceite/racimo	0,18	0,03
Aceite/palma/año	0,60	0,21

Componentes de racimos y frutos

Un estudio comparativo preliminar de los componentes de los racimos y frutos de tres materiales Tenera comerciales, de tres y medio años de edad, sembrados en una plantación de Tumaco (Nar.) y sometidos a un manejo agronómico similar, mostró mayores valores y diferencias significativas para los componentes frutos totales/racimo (FT/R) y aceite/racimo (AC/RAC) para el material ICA colombiano, respecto a los materiales Papuay Costa Rica (Tabla 4). Esto se debe en gran parte a que el material ICA ha sido seleccionado por adaptación a las condiciones ecológicas de la región.

Proyecciones

Para el futuro se pretende obtener materiales genéticos de adaptación específica a las diferentes zonas productoras de Colombia y Latinoamérica, con tolerancia a condiciones bióticas y abióticas adversas, con baja tasa de crecimiento y producción económica competitiva, con base en un alto índice de racimo y buena calidad del aceite.

Esto se considera posible porque el ICA posee un núcleo Dura de origen Deli y un núcleo Tenera de origen Yangambi, adaptados y con características de producción de aceite sobresaliente que los convierte en una importante fuente de producción de semilla y de selección, ya que han transmitido esa característica a su descendencia. Así como, recursos humanos capacitados y Centros de Investigación donde se trabaja con esta especie, ubicados en el trópico húmedo ("El Mira" y "La Libertad") y en el trópico seco ("Caribia" y "La Pepilla" en Aracataca).

Además, las zonas productoras y potenciales de Colombia están ubicadas en diversas condiciones climáticas (trópico muy húmedo, trópico húmedo y trópico seco), con presencia de factores bióticos y abióticos adversos al cultivo en algunas regiones, lo que las hace similares a las condiciones donde se cultiva la palma en América Latina. Todo lo anterior permitirá seleccionar materiales sobresalientes de adaptación específica que podrán ser evaluados mediante pruebas de progenies nacionales e internacionales.

Tabla 3. Características de producción de las siete palmas Noli (*Elaeis oleifera*) seleccionadas en el C.I. "El Mira" como progenitoras para la introgresión de genes hacia la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Promedio de 3 años de registros.

Identificación	Familia	Palma No.	Racimos/palma No.	Peso x de racimos/palma (kg)	Producción de racimos/palma-año(kg)
C-25N x C-25N		0306	16,00	13,28	212,48
		0761	16,00	13,87	221,92
C-32N x C-32N		069	17,67	12,68	224,06
C-40N x C-40N		0219	15,67	13,31	208,57
		0223	20,00	11,47	229,40
C-13N x C-13N		049	18,00	11,61	208,98
		085	18,33	12,23	224,18

Tabla 4. Valores promedio de componentes de racimos y frutos de palmas de aceite de tres y medio años de edad, de los materiales Tenera ICA, Papua y Costa Rica. C.I. "El Mira" (Tumaco). 1990.

Material	PPF** g	FT/R %	P/F %	C/F %	A/F %	AC/PF %	AC/PS %	AC/RAC %
Tenera ICA	8,58a*	73,21a	76,02a	13,62a	8,28ab	40,22a	77,31a	21,77a
Tenera Papua	9,16a	67,25b	75,66a	14,70a	9,63a	29,88b	70,71b	15,42b
Tenera Costa Rica	8,99a	56,79c	78,72a	14,59a	6,67b	35,14ab	72,98ab	15,45b

* En cada columna promedios seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

"PPF: Peso promedio por fruto P/F: Pulpa en fruto A/F: Almendra en fruto AC/PS: Aceite en pulpa seca
FT/R: Frutos totales por racimo C/F: Cuesco en fruto AC/PF: Aceite en pulpa fresca AC/RAC: Aceite en racimo

Para el logro de lo propuesto se continuará con la ejecución de un proyecto de mejoramiento que involucrará la utilización de métodos de análisis bioquímicos y moleculares para la caracterización, evaluación, identificación y multiplicación rápida de materiales promisorios. También se persigue desarrollar metodologías para la obtención rápida de generaciones avanzadas, con el fin de disminuir el tiempo requerido en diversas etapas del método tradicional de mejoramiento de la palma de aceite. Una breve descripción del proyecto se presenta a continuación.

PROYECTO DE MEJORAMIENTO

Objetivos

- A Corto Plazo:

Entregar materiales "*mejorados de amplia adaptación*" a partir de los progenitores ya seleccionados, para satisfacer las necesidades inmediatas de material de siembra.

- A Mediano y Largo Plazo:

Desarrollo de materiales "*certificados con adaptación específica*" y obtención de poblaciones que generen progenies con características deseables.

Fases del proyecto A

Introducción y Colección de Materiales:

Para incrementar las fuentes de variación y ampliar la base genética, se prevee la introducción de materiales de palma de aceite con características genéticas y fenotípicas deseables, provenientes de colecciones, materiales mejorados o líneas en estado avanzado de endocria de programas de mejoramiento de otros países. Se seleccionarán, además, palmas sobresalientes por adaptación y producción en plantaciones comerciales y

se identificarán fuentes de resistencia a enfermedades en palmas sobrevivientes en lotes de plantaciones que han sido afectadas por enfermedades.

Se pretende, además, efectuar colecciones de "Noli" (*E. oleífera*) en la Amazonia y otras regiones de Colombia, e introducir materiales de Brasil, Perú, Surinam, Costa Rica y Venezuela.

- Caracterización y Selección de Materiales:

El germoplasma obtenido y el existente serán sometidos al registro de sus características morfológicas y fisiológicas, composición bioquímica y comportamiento ante factores adversos, producción y calidad de aceite, para seleccionar los materiales que presenten características deseables y complementarias a las de los materiales preexistentes.

- Cruzamientos:

Realización de cruzamientos entre materiales heterocigóticos y de autofecundaciones para la producción de líneas endocriadas de palma de aceite y Noli.

Cruzamientos intra e intervarietales de líneas endocriadas de palma de aceite. Cruzamientos interespecíficos entre Noli y Palma de aceite y retrocruzamientos hacia las dos especies.

- Evaluación de Progenies e Identificación de Genotipos Superiores:

En adición a los métodos convencionales, se establecerán las relaciones entre las características de las plantas adultas con las de plantas jóvenes, mediante el uso de métodos bioquímicos y moleculares.

- Propagación:

De parentales y materiales mejorados en forma sexual y vegetativa una vez estandarizada la técnica.

- Metas:

Continuar con la producción de material Tenera proveniente de madres con rendimientos que varían entre 45 y 73 kg de aceite/palma/año, cruzadas con padres Pisifera de origen Yangambi y La Mé adaptados a las condiciones del país, hasta obtener como mínimo una producción de 600.000 semillas por año.

A medida que se vayan obteniendo los resultados de las pruebas de progenies, entregar material certificado con adaptación específica. Sin embargo, si durante el

transcurso del proceso de mejoramiento se obtienen materiales de características sobresalientes, éstos serán multiplicados en forma sexual o vegetativa y distribuidos.

- Costos:

Para la ejecución de la primera etapa del proyecto descrito, estimada en 8 años de duración, y al final de la cual se prevee haber entregado ya material certificado, se estima que tiene un costo aproximado de US\$2.000.000.

BIBLIOGRAFIA

BASTIDAS P., S. 1989. Sistema de mejoramiento en palma de aceite en El Miratunaco, Colombia. En: Metodología para la producción de semilla comercial de palma aceitera africana. XI Curso Corto. IICA, BID, ICA, PROCIANDINO. Pasto, Nariño, Colombia, p. 19-47.

—; HURTADO C, L. 1992. Palmas prolíficas en la especie *Elaeis oleífera*, una mutación afortunada. Palmas (Colombia) v.13 no. 3, p. 55-60.

HARDON, J.J.; HASHIN, M.; OOI, S.C. 1972. Oil palm breeding: a review. International OIL Palm Conference. PORIM. Kuala Lumpur, Malasia. (Reprint).

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1978. Palma africana de aceite. ICA, Palmira, Colombia. 256 p. (Manual de Asistencia Técnica ND 22).

—. SECCION OLEAGINOSAS. 1991. Plan operativo de investigación en oleaginosas 1991-1995. ICA, Villavicencio, Colombia. 244 p.

—. 1992. Informe anual de actividades. Grupo Multidisciplinario de Oleaginosas Perennes. C.I. La Libertad. ICA. Villavicencio, Colombia. 16 p. (Mecanografiado).

MEUNIER, J.; GASCON, J. P. 1972. Le schéma general d'amélioration du palmier à huile à l'IRHO. Oleagineux (Francia) v.27 no 1. p. 1-12

OLAGNIER, M.; OLIVIN, J. 1986. Efectos de la nutrición sobre la productividad, progreso genético y efectos de la nutrición sobre la calidad del aceite de palma. Palmas (Colombia) v.7 no. 2, p.27-25.

OOI, S.C. 1975. Variability in the Deli Dura breeding population of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). II. Within bunch components of oilyield. Malaysian Agricultural Journal (Malasia) v. 50 no. 1, p.20-30.

OWEN, E.J. 1992. Requerimientos ecológicos de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) y algunas características de las regiones cultivadas y áreas potenciales en Colombia. ICA, Villavicencio, Colombia. 48p. (Mecanografiado).

PATÍÑO, V.M. 1945. Información preliminar sobre la palma de aceite en Colombia. VI. Secretaría de Agricultura y Ganadería del Valle. Buenaventura. 77p.

VALLEJO, R.G.; CASSALETT, D.C. 1975. Perspectivas del cultivo de los híbridos interespecíficos de Noli (*Elaeis oleífera* (H.B.K.) Cortez) x Palma africana de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. ICA. Palmira Colombia. 32p. (Mecanografiado).

PANEL

P: Jaime Gómez
Palmas de Tumaco - Colombia

Yo tengo una pregunta para el doctor Bastidas en relación con los cruces de *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleífera*, qué resultados económicos se pueden esperar? Inclusive yo iría más lejos en la pregunta a las otras personas que han intervenido en esta charla de selección de semillas, o los que intervienen más adelante, si alguno de ellos tiene algún comentario en cuanto a la posibilidad de obtener unas producciones económicas y una buena calidad de aceite en el híbrido.

R/ Sí señor, ésta es una proyección a largo plazo. Realmente ayer se fijó, como prioritario, un proyecto de mejoramiento que incluya la especie *Elaeis oleífera*; es un proyecto que se va a realizar. pero en realidad eso no es en la primera generación de retrocruzamiento. Para que una característica se fije son necesarias por lo menos siete generaciones de autofecundación. Nosotros creemos o consideramos que tres son suficientes para lograr una buena característica. Nuestro proyecto contempla eso: aportar varios ciclos

y lo primero que vamos a hacer es retrocruzar, ganar con retrocruzas para luego optar por el sistema convencional, es decir una retrocruza tipo 3, para seleccionar Duras o Teneras o *pisifera* con características del noli o viceversa.

El futuro es muy bueno, las producciones que se obtienen con híbridos y con noli son elevadas; lo difícil es el porcentaje o la tasa de extracción, el cual es difícil de aumentar, pero las expectativas son buenas.