

Nuevos materiales comerciales de semilla de palma de aceite de ASD

New ASD commercial oil palm seed materials

Ricardo Escobar, Francisco Sterling y Francisco Peralta 1

RESUMEN

A partir de 1967, ASD inició un intercambio de materiales de palma de aceite con programas de mejoramiento genético de otros países. Los esfuerzos del programa de mejoramiento genético de ASD se han concentrado principalmente en el mejoramiento de las líneas Deli Dura introducidas de las cinco estaciones asiáticas antes mencionadas y de las fuentes de pisíferas AVROS, Ekona y Calabar. Esto ha resultado en progresos significativos principalmente con los materiales Deli Dura de Chemara y Dami, y con las fuentes de pisíferas Ekona y Calabar. El material de siembra Deli x AVROS de ASD se comenzó a sembrar comercialmente en Costa Rica a partir de 1976, mientras que semillas de los materiales Deli x Ghana (Calabar) y Deli x Ekona se comenzaron a exportar en 1991 y 1992 respectivamente. Recientemente, ASD ha entregado las variedades Deli x La Mé y Deli x Yangambi, las cuales prometen mejores rendimientos de aceite por hectárea. Finalmente, ASD ha puesto mucho esfuerzo en la posibilidad de ofrecer palmas compactas, que permitirían aumentar la densidad de siembra. Debido a que la mayoría de las plantaciones en Latinoamérica están ubicadas en regiones con ciertas restricciones climáticas y de suelo importantes para el cultivo de la palma de aceite, la producción comercial, en promedio está en un rango entre 20 y 30 toneladas de RFF por hectárea por año. Con la consolidación de la tecnología del cultivo de tejidos en Costa Rica, el uso de clones en un futuro cercano es una realidad latente y promete la disponibilidad de materiales de siembra con mayor potencial productivo que el de semillas.

SUMMARY

As of 1967, ASD initiated an exchange of oil palm materials with genetic improvement programs from other countries. The efforts of the ASD genetic improvement program have been concentrated mainly in the improvement of the Deli dura lines introduced from the five Asiatic stations mentioned before and from the AVROS pisiferas sources, Ekona and Calabar. This has resulted in the significant progresses, specially with the Deli dura materials from Chemara and Dami and with the pisíferas Ekon and Calabar sources. ASD's Deli x AVROS planting material began to be planted commercially in Costa Rica as of 1976, while seeds from the Deli x Ghana (Calabar) and Deli x Ekon materials began to be exported in 1991 and 1992 respectively. Lately, ASD has launched the Deli x La Me and Deli x Yangambi varieties, which promise better oil yields per hectare. Finally, ASD has put much effort in the possibility of offering compact palms, which will allow increasing the planting density. In view of the fact that the majority of the plantations in Latin America are located in regions with certain climatic and soil limitations which are important for the cultivation of the oil palm, the average commercial production ranges between 20 and 30 tons of FFB per hectare per year. With the consolidation of the tissue culture technology in Costa Rica, the use of clones in the near future is a latent reality and promises the availability of planting materials with greater productive potential than with the seeds.

Palabras claves: Palma de aceite. Mejoramiento genético. Recursos genéticos, Costa Rica.

1 ASD de Costa Rica (Agricultural Services & Development). San José de Costa Rica. Centroamérica.

INTRODUCCIÓN

ASD ha contribuido al desarrollo de la industria de la palma de aceite, al aportar variedades cuyo desempeño ha superado las expectativas de producción, tanto bajo condiciones de cultivo adecuadas como también en zonas marginales.

Para la creación continua de nuevas variedades altamente productivas es imperativo contar con una colección de germoplasma que tenga una base genética amplia. En este sentido, ASD ha logrado conformar recursos genéticos importantes, tanto de *Elaeis guineensis* Jacq. como de *E. oleífera* (H.B.K.) Cortez, los cuales constituyen una colección considerada como una de las más diversas del mundo.

Además de poseer los recursos genéticos necesarios, se debe también lograr progresos en la selección de las líneas parentales, las cuales dan origen a la semilla comercial. La respuesta a la selección lograda en Costa Rica ha sido notable, principalmente en las poblaciones no tradicionales, como Ekona, Calabar y Yangambi. Esta respuesta positiva ha permitido la entrega de nuevas variedades diferentes al Deli x AVROS clásico, que ha sido el material de preferencia en Malasia e Indonesia.

Al cumplir con su objetivo de ofrecer cada vez mejores materiales de palma de aceite para uso comercial, ASD también está involucrado en el desarrollo de palmas compactas, que permitirían sembrarlas a mayor densidad, logrando de esta manera un aumento substancial de la productividad. Finalmente, la posibilidad de utilizar clones, obtenidos por cultivo de tejidos, abre también nuevas posibilidades para el futuro de la industria.

ORIGEN DEL GERMOPLASMA DE COSTA RICA

La primera introducción de semillas de palma de aceite en América, oficialmente registrada, se remonta a 1926, cuando la División de la United Fruit Company, en Panamá, trajo las primeras semillas desde Malasia. En 1927, la Estación Experimental de Lancetilla, en Honduras, también

importó semillas desde Asia y África. Posteriormente se realizó otra introducción, cuando en 1929 la División de Guatemala importó 1,000 semillas de Sierra Leona (Richardson 1995).

A partir de 1936 se inició la distribución de semillas producto de la polinización abierta desde Lancetilla, Honduras, a las primeras plantaciones comerciales en Cuba, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Ecuador y Perú. A pesar de este desarrollo temprano de la palma de aceite en América, esta industria no ha crecido tanto como en Asia.

Richardson (1995) describe en detalle cómo los recursos genéticos de ASD fueron introducidos a Costa Rica para luego ser seleccionados y mejorados. La mayoría de las introducciones se obtuvieron mediante intercambios de *E. oleífera* de Centroamérica por *E. guineensis* de las estaciones de mejoramiento genético más importantes en África y el sudeste de Asia. En diciembre de 1967 se introdujeron los siguientes materiales provenientes de la Estación de Investigación de Chemara, en Malasia, con la colaboración de B. Gray, A. H. Green y J. J. Hardon:

- 6 cruces Deli x URT
- 6 cruces Deli x BM 119
- 2 cruces BM 119 x BM 119
- 1 cruce URTx URT
- 3 cruces Chemara Deli
- 3 cruces H&C Deli

Los programas de intercambio con Unilever (Camerún) comenzaron en julio de 1967, cuando se recibieron en Centramérica nueve lotes de semillas de palmas silvestres provenientes de las tierras altas de Bamenda. En mayo de 1969, G. Blaak envió 14 cruces, principalmente de material Ekona. Estos cruces incluían pisíferas excelentes en la accesión CAM 236 (2/2311T x 3AR/7239T).

En octubre de 1970, el Departamento de Investigación de SOCFIN (Société Financière de Caoutchomes) envió a Costa Rica polen de pisíferas de Sibiti, semillas Deli Dura y de cruces T x T Yangambi y La Mé. En 1975 se inició un

programa extensivo de cruces de oleíferas centroamericanas con polen del antiguo IRHO (Institutí de Recherches pour les Huiles et Oléagineux). Como resultado de este proyecto cooperativo, en 1979 se trajeron al programa de mejoramiento genético de la United Fruit Company, cinco accesiones de cruces TxT y TxP de cada uno de los orígenes La Mé, Yangambí y Nigeria.

Igualmente se efectuaron programas de intercambio de semillas con: a) S. C. Ooi de MARDI(Malasia), en 1977; b) Tam Tai Kin de Banting (Malasia), en 1977; c) E. A. Rosenquist de Dami(Papúa Nueva Guinea), en 1977 y d) J. B. Wonkyi-Appiah de Kade (Ghana), en 1977.

En 1978, G. Blaak colectó semillas de palma de aceite en el distrito de Kigoma, en Tanzania. Algunos de estos materiales se caracterizaban por tener un cuesco sumamente delgado, y la mayoría tenía una buena composición del racimo. Cinco accesiones de este origen fueron establecidas en la estación experimental de ASD en Coto. G. Blaak también colectó semillas de palmas silvestres en Mobai y Sierra Leona en julio de 1979 y las mismas también se establecieron en Coto. Más recientemente, colecciones de materiales de palma de aceite del Jardín Botánico de Entebbe (Uganda), Zambia y Malawi se han agregado a la colección de germoplasma de ASD. Las introducciones hechas a Costa Rica desde 1969 son resumidas en la Tabla 1.

POBLACIONES MEJORADAS POR ASD

Palmas madres Dura Deli

La trayectoria histórica de las diferentes fuentes de Dura Deli introducidas a Costa Rica y denominadas por Rosenquist (1986) como poblaciones de origen restringido, "Breeding populations of restricted origin, BPRO", fue descrita por Escobar et. al. (1999).

El origen de la líneas Deli costarricenses proviene de cuatro palmas originales sembradas en un jardín genético en Bogor, Java, en 1948. Semillas de estas palmas se sembraron en las orillas de los caminos de una plantación de tabaco en Deli, Indonesia. Las semillas para la primera plantación

comercial en Sumatra, Malasia y Honduras se originaron de estas palmas ornamentales.

Palmas seleccionadas en plantaciones comerciales fueron la base de la población de Duras Deli para posterior selección y mejoramiento en Sumatra (Bangun Bandar, SOCFIN), y Malasia Harrison & Crosfield (H&C), Chemara y MARD). H&C continuó con el mejoramiento de las líneas Deli en Papúa Nueva Guinea hasta 1996 (Rosenquist 1985; Breure et al. 1985). Materiales con mejoramiento avanzado de estos cinco programas se introdujeron a Costa Rica siguiendo diferentes vías según fue ilustrado por Escobar et. al. (1999).

Con las progenies Dura Deli introducidas originalmente, el Programa de Investigación en Palma de Aceite en Coto, Costa Rica, ha logrado grandes progresos en su mejoramiento. En la Tabla 2 se comparan las características del germoplasma originalmente recibido con las de las siguientes generaciones plantadas. Es importante notar cómo las generaciones siguientes muestran mejor composición del racimo y mayor potencial de producción que el material original.

Los materiales Dura de Chemara y Dami aparentemente aportaron mucho más variabilidad para el éxito del programa en Costa Rica, pues la selección alcanzada en ellos fue superior a la lograda con el germoplasma proveniente de Banting y SOCFIN. Es claro que este notable éxito no se habría alcanzado sin la población de Duras Deli, a pesar de su reducida base genética, según afirma Rosenquist (1986).

AVROS: una fuente excelente de pisíferas

Materiales AVROS de dos fuentes de se introdujeron a Costa Rica. Un grupo de cruces TxT vino del Programa de Banting (H&C) en Malasia, identificado como la serie BM 119, y un segundo grupo se originó en el Programa de MARDI.

Las pisíferas AVROS (Algemene Vereniging van Rubber-planters ter Oostkust van Sumatra) provienen del Jardín Botánico de Eala en Zaire, de la famosa palma 'Djongo' (la mejor). Varias progenies de esta palma se introdujeron en In-

Tabla 1. Introducciones de germoplasma de *E. guineensis* realizadas por ASD desde 1969

| Fuente | Tipo | Año de Siembra | Introducciones | Palmas | Código original |
|------------|----------------|----------------|----------------|--------|-----------------------------|
| Banting | Deli | 1969 | 3 | 179 | BM8, BM20 |
| Chemara | Deli | 1969 | 3 | 398 | UR404, UR424, UR427, UR435 |
| SOCFIN | Deli | 1971 | 3 | 147 | Johore Labis |
| Dami | Deli | 1979 | 13 | 1.604 | BM8, BM20, UR404, UR435 |
| MARDI | Deli | 1979 | 1 | 64 | 0,102, UR932 |
| S. Alejo | Deli (polen) | 1980 | 2 | 353 | Lancetilla, 1926 inrod. |
| Chemara | URT | 1969 | 1 | 92 | URT383 X 389 |
| MARDI | URT | 1979 | 1 | 97 | 0,99 |
| Banting | AVROS | 1969 | 2 | 164 | BM119 |
| MARDI | AVROS | 1979 | 3 | 302 | 0,79 |
| Banting | AVROS | 1979 | 4 | 312 | BM119 |
| Highlands | AVROS | 1982 | 2 | 130 | BM385, BM387 |
| SOCFIN | Yangambi | 1971 | 2 | 112 | Johore Labis |
| IRHO | Yangambi | 1980 | 5 | 371 | YA3, YA4, YA69 |
| Ghana | Yangambi | 1982 | 1 | 85 | IRHO A 43-2-4T |
| Highlands | Yangambi | 1982 | 1 | 19 | 126.4/7 P |
| Lobe | Ekona | 1970 | 14 | 813 | 2/2311/T, 3AR/7239T, others |
| SOCFIN | La Mé | 1971 | 1 | 57 | 21120 x 21131 |
| IRHO | La Mé | 1980 | 4 | 325 | L2T, L7T, others |
| Highlands | NIFOR | 1978 | 1 | 154 | EWS 81/11T x NIF22T |
| Ghana | NIFOR | 1979 | 6 | 288 | Calabar, Ufuma, Aba |
| IRHO | NIFOR | 1980 | 5 | 362 | WA 10, WA 11 |
| Ghana | NIFOR | 1981 | 2 | 120 | Calabar |
| NIFOR | NIFOR | 1982 | 2 | 305 | 46/387T, 46/1012P |
| Ghana | NIFOR | 1982 | 1 | 68 | 32.3005T |
| Ghana | Angola | 1979 | 2 | 96 | NIFOR, Angola |
| Ghana | Angola | 1981 | 1 | 60 | NIFOR, Angola |
| Ghana | Angola | 1982 | 3 | 288 | NIFOR, Angola |
| Lancetilla | W. África | 1969 | 6 | 118 | Introducciones viejas |
| S. Alejo | Deli-W. África | 1970 | 2 | 136 | San Alejo SP |
| MARDI | IRHO | 1979 | 1 | 97 | IRHO 1039 |
| Dami | Composite | 1979 | 17 | 1.235 | DM735, 736, 743, 774, 775 |
| Lobe | Bamenda | 1969 | 9 | 328 | Silvestre |
| Tanzania | Kigoma | 1978 | 5 | 275 | Silvestre |

donesia en 1922 para futuros trabajos de mejoramiento. Posteriormente se seleccionó la famosa palma pisífera SP540, a partir de la cual se desarrollaron líneas que fueron ampliamente utilizadas para la producción de semillas en Malasia e Indonesia.

Las pisíferas AVROS introducidas a Costa Rica tenían genes de otra fuente de germoplasma de África Occidental, la cual había sido introducida en Sumatra (Estado de Bangun), Indonesia, en 1922. Cruces obtenidos de diversos ciclos de selección, realizados en las plantaciones de

Tabla 2. Mejoramiento en la producción de aceite obtenido en la selección de vanas fuentes de Deli Dura introducidas a Costa Rica. Datos colectados de 15 experimentos durante el período de 4-6 años de edad.

| Origen | No. de Progenies | No. de palmas por progenie | kg RFF /palma /año | F/R** (%) | M/F (%) | A/M (%) | A/R (%) | kg aceite /palma /año | Acete t/ha/año | Incremento (%) |
|----------|------------------|----------------------------|--------------------|-----------|---------|---------|---------|-----------------------|----------------|----------------|
| Chemara* | 3 | 136 | 105,4 | 70,4 | 62,2 | 46,6 | 20,5 | 21,6 | 3,1 | |
| F1 | 12 | 150 | 108,4 | 71,9 | 69,2 | 48,8 | 24,5 | 26,5 | 3,8 | 22,6 |
| F2 | 5 | 110 | 103,0 | 73,1 | 70,4 | 50,1 | 25,8 | 26,6 | 3,8 | |
| SOCFIN* | 3 | 100 | 100,6 | 71,6 | 62,0 | 44,1 | 19,4 | 19,5 | 2,8 | |
| F1 | 3 | 100 | 89,7 | 67,1 | 66,2 | 50,0 | 23,0 | 20,6 | 3,0 | 7,1 |
| Banting* | 3 | 85 | 110,7 | 70,2 | 60,8 | 42,6 | 18,2 | 20,1 | 2,9 | |
| F1 | 14 | 114 | 106,3 | 69,6 | 68,4 | 45,9 | 21,7 | 23,1 | 3,3 | 13,8 |
| DAMI* | 13 | 100 | 108,2 | 71,2 | 66,3 | 44,6 | 20,3 | 23,3 | 3,2 | |
| F1 | 17 | 120 | 117,8 | 71,7 | 67,3 | 47,7 | 23,1 | 27,2 | 3,9 | 21,9 |

Material original introducido a Costa Rica.

** F = Fruto; R = Racimo; M = Mesocarpio; A = Aceite

Polonia y Aek Pantjur, fueron importados a Malasia en 1957, donde se produjo la progenie BM 119 (Estación Experimental de Banting). Cruces de este origen fueron seleccionados por J. J. Hardon e introducidos a Costa Rica como la serie BM 119 en 1968 y 1980. Otro grupo de pisíferas BM119 vino del Programa de MARDI en 1979 (Escobar et al. 1999).

La evaluación fenotípica de teneras hermanas en progenies TxT para las siguientes generaciones de pisíferas se realiza sistemáticamente en el programa de mejoramiento de ASD. Del mejoramiento por selección obtenido en la generación F1 de progenies TxT, se ha demostrado el buen potencial de estas pisíferas para transmitir buenas características a sus progenies. En la Tabla 3 se muestra el resultado de la evaluación de las características del racimo de diferentes fuentes de pisíferas de ASD. Debe notarse que dentro de la población de AVROS se ha progresado poco en términos de la relación A/R (aceite a racimo) (ganancia 2,7%) en los ciclos de selección realizados en Costa Rica. Esto no es sor-

prendente puesto que las progenies AVROS son muy uniformes, como resultado de siete ciclos de auto cruzamientos, seis hechos en Indonesia y Malasia, y uno en Costa Rica. Por lo tanto, el progreso genético del germoplasma AVROS para el futuro es limitado.

Deli x AVROS es el material clásico ofrecido por ASD, y además el más conocido y más ampliamente cultivado en el mundo. Bajo buen manejo y adecuadas condiciones agroclimáticas, este material inicia su producción entre los 22 y 26 meses después de sembrado, y su producción a menudo supera las 30 t/ha/año en el sexto año. Produce racimos de buen tamaño, y con buenas practicas

Tabla 3. Mejoramiento en la producción de aceite obtenido en la selección de varias fuentes de polen tenera en 20 experimentos relacionados sembrados en Coto, Costa Rica. Datos colectados durante los años 4 a 6 después de la siembra.

| Origen | No. de Progenies | No. de palmas por progenie | F/R (%) | M/F (%) | A/M (%) | A/R (%) | Incremento |
|---------|------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|------------|
| AVROS | 10 | 100 | 64,1 | 85,5 | 47,5 | 26,0 | |
| F1 | 30 | 60 | 62,8 | 88,8 | 47,9 | 26,7 | 2,7 |
| Ekona | 14 | 65 | 76,0 | 81,7 | 50,4 | 27,5 | |
| F1 | 2 | 50 | 63,9 | 85,1 | 52,8 | 32,2 | 17,1 |
| Calabar | 10 | 50 | 64,3 | 83,1 | 47,8 | 26,6 | |
| F1 | 6 | 80 | 65,9 | 88,1 | 49,8 | 28,9 | 8,6 |
| La Mé | 4 | 75 | 62,9 | 82,7 | 48,9 | 26,5 | |

de cosecha y eficiente extracción se obtienen tasas de extracción de aceite de 24 a 26%.

Pisíferas Ekona y Calabar como una nueva alternativa

Las poblaciones Ekona fueron desarrolladas en el Programa de Mejoramiento de Unilever en Lobe, Camerún. Catorce progenies suministradas por G. Blaak se introdujeron a Costa Rica en 1970 (Escobar et al. 1999). Esta población fue mucho más variable que la AVROS, dado que se ha logrado un progreso considerable (17,1 % de ganancia en A/R) después de los ciclos de selección hechos en Costa Rica. Una característica de la población Ekona es su alto contenido de aceite en el racimo (Tabla 3).

En la Tabla 4 se muestran los resultados de las pruebas de progenie de diferentes fuentes de pisífera en Coto, Costa Rica, confirmándose la superioridad del material Ekona en términos de producción de aceite por hectárea.

El material Ekona tiene otras características atractivas tales como, un estípote moderadamente corto, racimos grandes y una alta producción temprana. Algunos cruces del material Deli x Ekona mostraron cierta tolerancia a la pudrición por *Fusarium* en un ensayo llevado a cabo en Brasil, y se han comportado bien en regiones con una estación con tres o cuatro meses moderadamente secos y frescos. El material Deli x Ekona fue primeramente usado en plantaciones comerciales en Costa Rica en 1989 y exportado a partir de 1992.

La población de Calabar se introdujo a Costa Rica desde Kade, Ghana, en 1977, con la colaboración

Tabla 4. Resultados de pruebas de progenie de diferentes fuentes de progenitores masculinos, Coto, Costa Rica

| Tipo | No. de Progenies | RF | F/R | M/F | A/M | A/R | Aceite | |
|---------|------------------|-------|------|------|------|------|--------------|----------|
| | | | | | | | kg/palma/año | l/ha/año |
| AVROS | 3 | 107,4 | 69,8 | 88,6 | 47,6 | 28,3 | 30,4 | 4,3 |
| Ekona | 4 | 116,2 | 72,6 | 87,8 | 52,2 | 33,0 | 38,3 | 5,4 |
| Calabar | 3 | 116,9 | 71,0 | 86,4 | 49,9 | 30,6 | 35,8 | 5,1 |
| La Mé | 4 | 121,8 | 72,9 | 80,3 | 50,1 | 29,4 | 35,8 | 5,1 |

En todos los casos se empleó madres Deli Dura.

Datos colectados durante los 3 a 5 años después de la siembra 80 palmas evaluadas por progenie.

de J.B. Wonkyi-Appiah. Este material tiene origen en el Programa de Investigación en Palma de Aceite de África del Oeste (WAIFOR), en Nigeria. El pedigrí de las progenies más importantes del material Calabar fue descrito por Escobar et. al. (1999). El progenitor original de GHA648 (32.3005T) también fue usado como progenitor masculino sobre madres Deli en los programas de mejoramiento de Sabah en Malasia (Rajanaidu et al. 1986; Chan et al.1985), Kade en Ghana (Wonkyi-Appiah, 1974), y NIFOR en Nigeria (Okwuagwu 1985; Van der Vossen 1974).

El germoplasma Calabar ha aportado gran variabilidad al programa de mejoramiento de ASD (8.6% de ganancia en A/R, Tabla 3), y en pruebas de progenie ha producido ligeramente mejor que el Deli x AVROS en términos de aceite por hectárea (Tabla 4). Este material de siembra, comercializado por ASD a partir de 1989, tiene estípote y hojas más cortos que Deli x AVROS, lo que permite reducir el espaciamiento entre plantas en el campo a sólo 8,5 x 8,5 m (160 plantas por hectárea). También muestra una alta producción inicial, pero sus racimos son pequeños. Su contenido de aceite en el racimo es mayor que el de Deli x AVROS. Además de tener buenas características de producción, este material de siembra se ha comportado bien en regiones con tres o cuatro meses de secos y con periodos de baja luminosidad. Al igual que la variedad Ekona, las primeras siembras comerciales con Deli x Ghana en Costa Rica se realizaron en 1989 y se ha exportado a partir de 1991.

Otros materiales genéticos

La población de La Mé fue desarrollada por el IRHO en Costa de Marfil, a partir de 21 teneras provenientes principalmente de la plantación de Bret. Semillas de la L2T, una línea muy conocida de esta población que transmite a sus

progenies características de alta productividad, estípites cortos y tolerancia a la sequía, han sido introducidas a Malasia, Indonesia, Costa Rica y otros países. Aunque las mejores líneas La Mé fueron introducidas a Costa Rica en 1980, no fue sino hasta 1991 cuando se iniciaron las pruebas de progenies con estos progenitores.

Además de las pisíferas AVROS, hay otros derivados de la población Yangambi en el banco de germoplasma de ASD. Estos son Yawenda, N'gasi e Isangi, derivados directos de la población D'jongo de Eala, los cuales se introdujeron a Costa Rica desde Costa del Marfil, Ghana y Malasia entre 1971 y 1982. Los nuevos cruces Deli x Yangambi son muy precoces, muestran un alto potencial de producción de racimos con un alto contenido de aceite, aunque se caracterizan por tener un crecimiento un tanto vigoroso (Tabla 5). Las primeras siembras comerciales con Deli x Yangambi se iniciaron en 1999 y las primeras semillas se exportaron en 2000.

Tabla 5. Comparación del potencial de rendimiento de pisífera de origen AVROS y Yangambi, con base a pruebas de progenie

| Origen (kg RFF/palma) | Rendimiento estípite (cm) | Altura del toiler (cm) | Longitud (%) | M/F (%) | A/M (%) | A/R |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------|------------|------------|------|
| AVROS | 149,1 | 104,4 | 600 | 85,2 | 47,8 | 27,8 |
| Yangambi | 138,4 | 94,5 | 590 | 86,8 | 52,5 | 31,5 |

En todos los casos se empleó madres Dell Dura
ios colectados durante los 3 a 5 después de la siembra

Una fuente de palmas de aceite relativamente desconocida fue identificada en el distrito Kigoma, de Tanzania, en 1978. Estas palmas fueron evaluadas como progenies de polinización abierta de origen silvestre, mostrando una excelente producción y una notable calidad del racimo, a pesar de ser materiales no seleccionados. Además, las líneas Kigoma mostraron los valores más altos de índice de yodo dentro de los materiales *E. guineensis* probados por ASD.

Las pruebas de progenies con materiales Kigoma se iniciaron en 1989. Al ser cruzados con madres Dura Deli, sus progenies muestran una alta producción inicial y un crecimiento vegetativo reducido. Además, debido a que estos materiales

fueron colectados a mayor elevación, es muy probable que sean tolerantes a bajas temperaturas. Pequeñas cantidades de semillas de Deli x Kigoma han sido suministradas principalmente para los programas de la FAO en las tierras altas de Camerún, Malawi, Tanzania, Zambia y Uganda.

POTENCIAL PRODUCTIVO DE LAS VARIETADES ASD

Tanto el potencial genético, como los factores climáticos y de suelo determinan, en gran medida, la producción de la palma de aceite (Ferwerda 1977; Ong 1982; Ochs y Daniel 1976; Olivin 1968; Ng 1968). Además, las prácticas de cultivo juegan un papel importante en los niveles de producción. Por lo tanto, el potencial de producción de un material de siembra en condiciones de explotación comercial, casi siempre se ve reducido en cierta forma si se compara con

los resultados obtenidos experimentalmente.

A pesar de que una extensa área ha sido sembrada con materiales de ASD en Latinoamérica (casi 225.000 hectáreas), no muchas plantaciones están en capacidad de ofrecer datos de producción fidedignos a largo plazo. Algunos lotes y pequeñas plantaciones bajo buenas condiciones de clima

y adecuado manejo han alcanzado producciones de alrededor de 40 toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) en los años pico, un hecho que refleja el alto potencial de producción del material Deli x AVROS de ASD. Sin embargo, debido a los factores antes mencionados, los resultados de producción obtenidos en extensas áreas de varios países son por lo normal menores y muy variables, según se muestra en la Tabla 6.

A continuación se describen las condiciones agroecológicas de regiones donde se están desarrollando algunas plantaciones sembradas con las variedades de ASD:

Monte Plata, República Dominicana: Está localizada a 18° N y tiene una estación seca y fría

Tabla 6. Comparación del rendimiento del material Deli x AVROS entre plantaciones comerciales en Latinoamérica y plantaciones comerciales en Malasia.

| Ubicación | IRFF/ha/año | | | Años registrados | Área (hectáreas) |
|--|-------------|-------|--------|------------------|------------------|
| | Fuente | Media | Máximo | | |
| Malasia (Región interior) | local* | 24,1 | 31,4 | 4-15 | 2.337 |
| Malasia (Región costera) | local* | 28,7 | 32,7 | 4-15 | 5.119 |
| Guatemala – Tecum Uman | ASD | 29,4 | 40,1 | 4-10 | 4.355 |
| Colombia – Santa Marta | ASD | 26,8 | 38,4 | 5-15 | 525 |
| Costa Rica – Laurel (pequeños productores) | ASD | 17,5 | 32,5 | 4-6 | 3.500 |
| Costa Rica – Quepos | ASD | 22,7 | 36,2 | 4-17 | 3.535 |
| Costa Rica – Coto | ASD | 21,7 | 31,4 | 4-16 | 3.876 |
| Costa Rica – Palmar | ASD | 23,5 | 26,2 | 4-8 | 555 |

Fuente. Lee Y Toh. 1991. Yield performance of Golden Hope OPRS DxP planting materials The Planter (Malasia) v.47, p.317-324.

de tres meses. Durante ese tiempo, la lluvia es menor a los 40 mm por mes y las temperaturas mínimas caen por debajo de los 16°C. Los suelos son latosoles arcillosos y rojizos, de poco a moderadamente profundos, de muy baja fertilidad, sobre pendientes onduladas.

Quepos, Costa Rica: Está localizada a una latitud de 9° 30' N. Esta zona tiene una estación seca de 3 a 5 meses, con un déficit hídrico anual promedio de unos 325 mm. Los suelos son principalmente aluviales, de poco profundos a profundos, franco limosos, de algo pobremente drenados a moderadamente bien drenados, con contenidos altos de calcio y magnesio, sobre tierras bajas y planas.

Coto, Costa Rica: Esta zona está a 8° 30' N. Tiene una estación seca moderada con un déficit hídrico anual promedio menor a los 100 mm. Sin embargo, debido a una alta nubosidad, la luminosidad es de baja a muy baja durante la mayor parte del año. Los suelos son mayormente aluviales, profundos, de francos a arcillosos, de pobremente drenados a moderadamente bien drenados, con un alto contenido de calcio, en tierras bajas y planas. No obstante, existe una área importante con suelos volcánicos (andisoles) que son poco profundos, francos y moderadamente bien drenados, de baja fertilidad y alta capacidad de fijación de fósforo, sobre tierras planas a ligeramente inclinadas.

Quinindé, Ecuador: En esta región, a 0° de latitud, existe una estación seca y fría que se

prolonga por 4 ó 5 meses. Aunque llueve abajo de 50 mm por mes durante esa época, la luminosidad promedio es menos de 50 horas por mes debido a una nubosidad persistente, y las temperaturas mínimas caen abajo de 17°C. Los suelos son volcánicos

(andisoles), profundos, francos, bien drenados, de mediana a baja fertilidad y alta capacidad de fijación de fósforo, sobre tierras onduladas.

Tecun Uman, Guatemala: Esta zona, localizada a 14° 30' N, tiene una estación seca de 4 a 6 meses de duración, con un déficit hídrico anual promedio de alrededor de 500 mm, lo que hace posible el cultivo de palma de aceite sólo bajo riego. Los suelos son volcánicos y aluviales, de moderadamente profundos a profundos, bien drenados, de franco arenosos a ligeramente arcillosos, moderadamente fértiles, sobre una pendiente de ondulada a ligeramente inclinada.

Tiquisate, Guatemala: Esta zona, localizada a 14° 15' N, tiene una estación seca de 4 a 6 meses, con un déficit hídrico anual promedio de 500 mm, lo que hace posible el cultivo de palma de aceite sólo con riego. Los suelos son aluviales, profundos, de francos a franco arenosos, bien drenados, muy fértiles, sobre relieve plano.

Santa Marta, Colombia: Esta región, localizada a 11° N, tiene una estación seca de 5 a 6 meses, por lo que la palma de aceite puede sólo ser cultivada con riego. Los suelos son predominantemente aluviales, profundos, moderadamente bien drenados, francos a franco-arcillosos, ligeramente alcalinos, sobre una topografía plana.

Aun cuando en todas las áreas antes descritas existen restricciones importantes de orden climático y edáfico para el cultivo de la palma

de aceite, el promedio de la producción de RFF de las plantaciones con materiales de siembra de ASD, son muy buenas. Es también claro que factores restrictivos como el déficit hídrico severo y las bajas temperaturas no sólo bajan la producción, sino que también causan variaciones anuales en la producción de RFF. Otros factores restrictivos como la baja radiación solar durante algunos meses y el drenaje pobre, también disminuyen significativamente la producción. Sin embargo, el impacto negativo de tales factores adversos puede reducirse parcialmente con buen manejo, como en el caso de Tecun Uman en Guatemala, donde se han alcanzado producciones hasta de 40 t de RFF /ha/año en plantaciones con 10 años de edad y que están bajo riego.

CALIDAD DE LOS MATERIALES DE SIEMBRA

Cuando se habla de la calidad de las semillas, la misma puede evaluarse en dos formas; desde el

punto de vista físico y desde el punto de vista genético. El programa de mejoramiento genético debe garantizar que el material reúna las características de producción esperadas por el palmicultor. La calidad física puede asegurarse al tener las precauciones necesarias para que el producto reúna los estándares fitosanitarios exigidos y tenga una excelente apariencia.

El significado de calidad genética involucra la garantía de pureza, también expresada como legitimidad de las semillas. Para ASD, este aspecto es de máxima prioridad, porque esto significa estrictamente lograr reproducir, a escala comercial, los resultados observados en los experimentos de mejoramiento. Las semillas de ASD tienen una garantía de 99,9% de pureza genética como material tenera. La calidad es sistemáticamente evaluada a través de la producción de semillas. En un muestreo aleatorio en 100 hectáreas de siembra comercial en 1987 se encontraron sólo siete duras (99,9% de pureza). En un segundo muestreo, en 1991, en

Tabla 7. Rendimiento (toneladas de RFF/ha/año) de otras variedades nuevas de ASD comparado con Deli x AVROS.

| País | Localidad | Material | Años después de la siembra en el campo | | | | | | |
|--------------|----------------------------------|--------------|--|------|------|------|------|------|------|
| | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Costa Rica | Coto | Deli x AVROS | 7,1 | 14,1 | 19,9 | 20,8 | 20,2 | 19,1 | 23,2 |
| | | Deli x Ekona | 8,2 | 19,0 | 22,3 | 21,1 | 22,3 | 27,6 | |
| | | Deli x Ghana | 9,5 | 18,0 | 19,8 | 19,2 | 22,2 | 20,8 | 23,7 |
| | Quepos | Deli x AVROS | 6,6 | 12,9 | 18,7 | 18,4 | | | |
| | | Deli x Ekona | 3,5 | 10,6 | 21,3 | 24,3 | | | |
| | Palmar | Deli x AVROS | 12,0 | 18,9 | 24,5 | 25,5 | 22,3 | 26,2 | 26,0 |
| Deli x Ekona | | 11,8 | 21,8 | 24,8 | 20,9 | 25,7 | 23,7 | 23,3 | |
| Guatemala | Tiquisate | Deli x AVROS | 9,6 | 23,4 | 29,2 | 28,3 | 30,0 | | |
| | | Deli x Ekona | 8,1 | 23,6 | 27,7 | 25,2 | 29,8 | | |
| | | Deli x La Mé | 5,3 | 21,2 | 31,8 | | | | |
| | | Deli x Ghana | 6,5 | 22,5 | 30,2 | 33,4 | 27,9 | | |
| Ecuador | Quinindé | Deli x AVROS | 4,0 | 7,5 | 17,8 | 32,0 | | | |
| | | Deli x Ghana | 5,1 | 9,0 | 22,1 | 32,0 | | | |
| | | Deli x Ekona | 1,0 | 7,1 | 16,3 | 31,9 | | | |
| | | Deli x La Mé | 2,2 | 7,0 | 22,4 | 34,3 | | | |
| Indonesia | Burnai Timur (Sur de Sumatra) | Deli x AVROS | 13,1 | 24,7 | | | | | |
| | | Deli x Ekona | 16,9 | 27,8 | | | | | |
| | | Deli x Ghana | 16,7 | 25,4 | | | | | |
| | Kisaram (Norte de Sumatra) | Deli x Ekona | 8,5 | 20,7 | | | | | |
| | | Deli x Ghana | 7,8 | 20,2 | | | | | |
| | | Deli x AVROS | 8,4 | 20,4 | | | | | |

300 hectáreas no se encontró ninguna Dura, y ese mismo resultado se obtuvo nuevamente en 1995 en una evaluación de 400 hectáreas.

Para mantener un alto estándar en la calidad de las semillas, los costos de producción son generalmente altos. Las técnicas de polinización requieren de materiales costosos y una alta inversión en mano de obra, si se quiere lograr como meta una calidad indiscutible. ASD emplea una metodología estándar, establecida en 1976 en cooperación con el IRHO. Debido a que no se ha encontrado un abastecedor local que ofrezca la calidad requerida, las bolsas para la polinización controlada se importan desde Europa a un costo muy alto, con el fin de garantizar una pureza de teneras en los materiales de 99,9%.

El material de siembra "Compacto", promesa del nuevo milenio

La hibridación entre las especies de palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*) y americana (*E. oleifera*) ha sido, por más de 50 años, una de las principales metas del mejoramiento genético de la palma de aceite. Sin embargo, a pesar de numerosos intentos, los mejoradores en palma de aceite no habían logrado transferir a la descendencia de los factores de elevada producción de aceite que caracterizan a la especie africana, sin el excesivo tamaño de hojas típico de los materiales híbridos (Meunier y Hardon 1976). Sin embargo, el programa de mejoramiento genético de ASD ha logrado crear un material de siembra híbrido de alto potencial productivo, el cual tiene longitud de hojas muy inferior a cualquiera de las dos especies originales. Este material, denominado "Compacto" por su muy reducido tamaño, será entregado comercialmente en el año 2003.

Debido a sus características morfológicas y origen genético, el potencial de producción de aceite del material "Compacto" supera las 9 toneladas de aceite por hectárea por año, a una densidad de siembra de entre 160 y 180 plantas por

hectárea. Así mismo, por su reducida tasa de crecimiento del estípote, la vida útil de este variará entre 30 y 35 años, en comparación con los 20 a 25 años de los materiales *E. guineensis* tradicionales. Sin lugar a dudas, el desarrollo de este material de siembra constituye uno de los avances más significativos en el cultivo de la palma de aceite desde la introducción de los materiales tenera hace cinco décadas.

Clones, una nueva perspectiva

El ideal en el mejoramiento genético de la palma de aceite sería producir copias idénticas de palmas superiores. En otras palabras, identificar una palma con las características sobresalientes deseadas y fijar su potencial genético, ya que en las semillas existe una segregación y recombinación de genes no gobernable por el mejorador de plantas. Lógicamente, siempre se requerirá de los cruzamientos para producir variabilidad, y sólo las palmas genéticamente superiores serían reproducidas.

El cultivo de tejidos en palma de aceite no es nuevo. La posibilidad de producir clones provocó grandes expectativas a inicios de la década de 1980, cuando se creyó que reemplazarían a las plantas provenientes de semillas como material de siembra. Lamentablemente, la aparición de anormalidades en los frutos (Corley et al. 1986; Rao y Donough 1990) afectó negativamente el desarrollo de la tecnología de producción de clones durante casi una década. No obstante, la tecnología del cultivo de tejidos ha avanzado notablemente durante los últimos años y en Costa Rica ha sido posible consolidar una técnica prometedora, en la cual se usan inflorescencias como explantes y hasta el momento ha sido posible producir clones sin anormalidades. En septiembre de 2000 se inauguró en ese país un moderno laboratorio piloto con capacidad para producir 250.000 ramets por año. Con estas nuevas instalaciones, ASD pretende aprender a producir clones de alta productividad en escala comercial.

BIBLIOGRAFIA

- BREURE, C. J.; ROSENQUIST, E. A.; KONIMOR, J.; POWELL, M. S. 1986. Oil palm introductions to Papua New Guinea and the formation of selection methods at Dami Oil Palm Research Station, in: International Workshop on Oil Palm Germplasm and Utilization. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p 189-197.
- CHAN, K. W.; ONG, E. C; TAN, K. S.; LEE, C. H.; LAW, I. H. 1986. The performance of oil palm genetic laboratory (OPGL) germplasm material, in: International Workshop on Oil Palm Germplasm and Utilization. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p 162-175.
- CORLEY, R.H.V.; LEE, C.H.; LAW, I.H.; WONG, C.Y. 1986. Abnormal flower development in oil palm clones. The Planter (Malasia) v.62 no. 273, p.233-240.
- ESCOBAR, R.; STERLING, F. & PERALTA, F. 1999. Oil palm planting materials by ASD de Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica) no. 14, p.1-12.
- FERWERDA, J. D. 1977. Oil palm, in: P. Alvim; T T Kozłowski (Eds.). Ecophysiology of Tropical Crops. Academic Press Inc., New York. p. 351-380.
- MEUNIER, J.; HARDON, J.J. 1976. Interspecific hybrids between *Elaeis guineensis* and *Elaeis oleifera*. In: R.H.V. Corley; J.J. Hardon; B.J. Wood (Eds.). Development in Crop Science. I. Oil Palm Research, Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam. p 127-138.
- NG, S. K. 1968. Soil suitability for oil palms in West Malasia. in: Turner, PD. Editor, Oil Palm Developments in Malasia. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malasia. pp. 11-17.
- OCHS, R., DANIEL, C., 1976. Research on techniques adapted to dry regions, in: R.H.V. Corley et al. (Eds.). Oil Palm Research. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam, p. 315-330.
- OKWUAGWU, C. O. 1986. The genetic base of the NIFOR oil palm breeding program, in: International Workshop on Oil Palm Germplasm and Utilization. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p 228-241.
- OUVIN, J. 1968. Etude pour la localisation d'un bloc industriel de palmiers a huile. Oleagineux (Francia) v.23 no. 8-9, p. 499-504.
- ONG, H.T. 1982. System approach to the climatology of oil palm. II. Identification of temperature and sunshine aspects. Oleagineux (Francia) v.37 no. 10, p. 443-450.
- RAJANAIDU, N.; TAN, Y. P; ONG, E. C; LEE, C. H. 1986. The performance of inter-origin commercial DxP planting material. in: International Workshop on Oil Palm Germplasm and Utilization. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p. 155-162.
- RAO, V.; DONOUGH, C.R. 1990. Preliminary evidence of a genetic cause for the floral abnormalities in some oil palm ramets. *Elaeis* (Malasia) v.2, p. 199-207.
- RICHARDSON, D.L. 1995. The history of oil palm breeding in the United Fruit Company. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica) no. 11, p. 1-22.
- ROSENQUIST, E. A. 1986. The genetic base of oil palm breeding populations, in: International Workshop on Oil Palm Germplasm and Utilization. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur, p. 27-59.
- VAN DER VOSSSEN. 1974. Towards more efficient selection for oil yield in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. The Netherlands. 107p.
- WONKI-APPIAH, J.B. 1974. Prediction of yield and fruit qualities in the oil palm *Elaeis guineensis* Jacq. Ghana Journal of Agriculture Science v.7 no.3, p. 209-213.