

# El mejoramiento de la palma de aceite *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera* por el Cirad-CP

## *Elaeis Guineensis* and *Elaeis Oleifera* Oil Palm Breeding at Cirad-CP

**P. Amblard**<sup>1</sup>  
**N. Billotte**<sup>1</sup>  
**B. Cochard**<sup>1</sup>  
**T. Durand-Gasselin**<sup>1</sup>  
**J.C. Jacquemard**<sup>2</sup>  
**C. Louise**<sup>3</sup>  
**B. Nouy**<sup>1</sup>  
**F. Potier**<sup>1</sup>

### Resumen

El programa palma de aceite del Cirad-CP (ex IRHO) ha estado trabajando en un programa de mejoramiento de palma de aceite desde 1946 en cooperación con centros de investigación en La Mé, en Costa de Marfil, La Dibamba en Camerún, Pobé en Benin y con Soefindo en Indonesia. El programa de mejoramiento, del tipo de selección recurrente recíproca, alterna ciclos de valoración genética realizados paralelamente o de manera complementaria por los diferentes socios, todos los cuales tienen acceso a los resultados de la investigación. Una red experimental formada por 4.300 hectáreas (300 pruebas) se estableció así entre 1960 y 2002. Se aplicaron en ella estrictos criterios de selección, lo que después de nueve años de observación hizo posible determinar materiales de cultivo para lento desarrollo vertical y, en caso de hacerse necesario debido a condiciones locales, también resistencia a ciertas enfermedades tales como la marchitez vascular en África. Aparte de este programa de *Elaeis guineensis*, hay otro ya en camino para introgresar rasgos importantes de *Elaeis oleifera*, especialmente para dar a *Elaeis guineensis* resistencia contra las pudriciones en Latinoamérica. Cirad-CP y sus socios se han empeñado siempre en proporcionar cultivadores con material de cultivo siempre mejorado, lo cual trae consigo todo el progreso observado en las pruebas. Con tal fin, tan pronto como se establecen las pruebas, los padres estudiados se multiplicaron en semilleros. Las semillas comerciales sólo se obtienen de padres cuyo excelente potencial ya se haya demostrado en las pruebas

### Summary

The Cirad-CP (ex IRHO) Oil Palm Programme has been working on an oil palm breeding programme since 1946 in partnership with research stations at La Mé in Ivory Coast, La Dibamba in Cameroon, Pobe in Benin, and with Soefindo in Indonesia. The breeding programme, of the reciprocal recurrent selection type, alternates genetic evaluation cycles with recombination cycles, which are carried out jointly, or in a complementary way, by the different partners, who all have access to the research results. An experimental network of 4,300 ha (300 trials) was set up in this way between 1960 and 2002, in which strict selection criteria are applied, making it possible, after 9 years of observations, to select high-

### Palabras Clave

Palma de aceite,  
*Elaeis guineensis*,  
Material de siembra,  
Mejoramiento genético.

1. Cirad, TA 80/03, Avenue Agropolis, 34398, Montpellier Cedex 5, Francia.
  2. Cirad c/o Socfindo, Aek Loba, Pulau Raja 21273 Asahan, Sumatera Utara, Indonesia.
  3. Cirad c/o Palmeras del Ecuador, Shushufindi, Vía Limoncocha km 16, Ecuador.
- Nota: Editado por Fedepalma.



yielding planting materials with slow vertical growth and, when required by local conditions, resistance to certain diseases, such as vascular wilt in Africa. In addition to this *Elaeis guineensis* programme, a programme is also under way to introgress worthwhile traits of *Elaeis oleifera*, notably to introduce resistance to rot diseases in Latin America in *Elaeis guineensis*. Cirad-CP and its partners have always endeavoured to provide farmers with ever improved planting material, which benefit from all the genetic progress observed in the trials. To that end, as soon as trials are set up, the studied parents are multiplied in seed gardens. Commercial seeds are only produced from parents whose excellent potential has been proved in trials.

A continuación se presenta el programa de mejoramiento de las palmas aceiteras *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera* realizado por el Cirad-CP y sus socios.

### Acción en el mundo

Este programa de mejoramiento, efectuado en consorcio, está dirigido a los tres continentes:

- En África
  - El CNRA de Costa de Marfil, y más específicamente las estaciones de La Mé y Dabou
  - El Inrab en Benin, con la estación de Pobé
  - El Irad en Camerún, con la estación de La Dibamba.
- En Asia
  - La Socfindo en Indonesia
- En América Latina
  - La Embrapa en Brasil, con la estación del Río Urubú, aunque la cooperación con el Cirad se encuentra en la actualidad paralizada
  - Palmeras de los Andes y Palmeras del Ecuador en Ecuador, en el marco del programa híbridos y retrocruces
  - La Cabaña e Indupalma en Colombia, de igual modo en el marco del programa híbridos y retrocruces.

Existen otros socios que intervienen en el perfeccionamiento de las herramientas de mejoramiento, pero no de manera directa dentro del programa de mejoramiento, tales como ASD, para el cultivo *in vitro*.

### Criterios de selección

Este programa de mejoramiento está basado en sólidos criterios de selección, para una visión a

largo plazo. Estos criterios están referidos a la productividad:

- Producción de racimos o árboles por hectárea
- La velocidad de crecimiento reducido
- La tasa de extracción
- Las características del aceite, en particular en el programa híbrido interespecífico.

Sin embargo, el programa está también enfocado a asegurar la inversión del palmicultor, particularmente en la investigación de la resistencia a las grandes endemias y al estrés.

El mejoramiento de la producción de aceite en lo que se refiere a la palma aceitera, está basado en la explotación de complementariedades entre dos grupos de población.

Este es el esquema de selección recurrente recíproca que fue adoptado y adaptado a la palma. Las complementariedades mencionadas están basadas en dos caracteres hereditarios: el número de racimos y el promedio del precio de los mismos.

### Ciclo de selección (SRR)

En cada ciclo, a través de ensayos comparativos, se evalúa a un padre con tres padres del otro grupo, en término medio. Los padres escogidos en cada grupo son cruzados entre sí para servir de base al siguiente ciclo. Estos cruces y la autofecundación de los mejores padres sirven de igual modo para la salida varietal.

En cada ciclo se pueden introducir nuevos padres, procedentes de otras poblaciones, ya sea nativa o de otros programas de mejoramiento, lo que corresponde a un intercambio de material mejorado.

Estudios realizados por el Cirad concluyen que existen dos grupos de selección según el número

de racimos y su tamaño: el grupo A constituido por los orígenes Angola y Deli, no indicados en este documento, con excepción del Deli Dabou. El grupo B conformado por las poblaciones actualmente difundidas por el Cirad. Las otras están aún en fase de evaluación o son conservadas únicamente como recursos genéticos, como el origen Pobé, por ejemplo.

Para lograr que el programa sea eficiente, es necesario poseer un dispositivo experimental adaptado con ensayos tipo látice o bloques; uno o varios testigos por ensayo para permitir las comparaciones entre ensayos; la observación de tres a nueve años de las producciones de racimos por palma y por turno de cosecha, así como una buena estimación de la tasa de extracción entre 5 a 6 años. Para evaluar un cruce se siembra media hectárea.

El primer ciclo se realizó entre 1959 y 1979. Se probaron 529 cruces en La Mé y Mondoni. El segundo ciclo se inició en 1976 y se terminará en 2010 con la explotación de los últimos ensayos sembrados en el bloque genético Aek Loba Timu en Indonesia y La Dibamba en Pobé.

En la actualidad la producción de semillas está basada en los resultados de los 1.300 cruces ya probados en este ciclo. Los progresos obtenidos gracias a este programa han continuado y pueden ser estimados en más de 42% de aumento en producción de aceite, con relación al inicio del primer ciclo.

La producción de aceite, en condiciones adecuadas, se estima en más de ocho toneladas por hectárea. Los resultados previstos para los últimos bloques genéticos son muy promisorios y permiten esperar un nuevo progreso genético. Varios de los cruces superan las ocho toneladas de aceite por hectárea en un promedio de seis a siete años, brindando al mismo tiempo una excelente producción con una alta tasa de extracción. En el futuro se pretende integrar la herramienta molecular a nuestro esquema de mejoramiento, es decir, poner en correlación todas las características agronómicas con los datos moleculares, como por ejemplo, el espesor del cuesco con los diferentes componentes de la producción.

En una primera etapa se realizó un mapa genético saturado donde se ha podido posicionar

un gran número de marcadores a lo largo del genoma y se llevan a cabo ensayos precisos para posicionar cada carácter agronómico con relación a estos marcadores.

Estos ensayos deben permitirnos integrar una selección asistida por marcadores, es decir, poder seleccionar más eficaz y precozmente a los padres y así tener un mayor progreso genético por unidad de tiempo para una misma superficie experimental.

### Lucha contra las tres grandes endemias

El programa de mejoramiento que realiza el Cirad está de igual modo muy orientado hacia la lucha contra las tres principales enfermedades de la palma de aceite: la fusariosis (*Fusarium oxysporum*) en África, el Ganoderma (*Ganoderma boninense*) en Asia y las Pudriciones de Cogollo en América del Sur.

Estas tres endemias pueden, en cada continente, limitar muy fuertemente el interés por la palma de aceite en el marco del programa de resiembra, así como el desarrollo de nuevas plantaciones. Para la fusariosis, el programa es antiguo y se inició en 1970. Se han explotado las fuentes de resistencia presentes en las poblaciones de *E. guineensis*. Los tests precoces en previvero fueron perfeccionados y permiten calcular un índice de sensibilidad de los cruces de padres.

En cuanto a los progresos obtenidos con este programa de resistencia a la fusariosis, las cifras muestran que en Dabou, Costa de Marfil, donde constituyó durante los años sesenta un problema muy grave que provocó pérdidas considerables, ya no existe prácticamente fusariosis en resiembra desde comienzos de los años noventa.

Sin embargo, con el fin de mejorar el test precoz, que resulta difícil de establecer, se han emprendido investigaciones tanto en biología molecular como en producción para encontrar marcadores de resistencia a la fusariosis, lo que nos facilitaría la gestión de nuestras recombinaciones en cada ciclo de selección. Este trabajo, realizado con la colaboración del CNRA de La Mé, necesita evaluar 232 padres, para lo cual debe producir más de trescientas mil plántulas.

Para el Ganoderma existen pocos métodos disponibles de lucha y las técnicas tradicionales

tienen una eficiencia limitada. No existe un *test* precoz, pero sí fuentes de resistencia o de sensibilidad en el material *E. guineensis*.

Las investigaciones en curso consisten en perfeccionar un *test* precoz, como en el marco de la fusariosis, que permita evaluar la gama de sensibilidad ya observada en el campo. Al mismo tiempo, se evaluará en condiciones reales una amplia gama de materiales tanto en el germoplasma, en curso de evaluación, como en el material comercial.

### *Elaeis guineensis*

Para la o las Pudriciones de Cogollo (PC), el mayor problema de todas las plantaciones de los países de América, no existe un método de lucha agronómica eficaz; dentro de los orígenes *E. guineensis* existen fuentes de resistencia que corresponden a una evolución de la tasa de mortalidad más o menos rápida y la resistencia a la PC de la *E. oleifera* y de su híbrido con *E. guineensis* es prácticamente total.

Las investigaciones en curso han sido enfocadas a explorar las fuentes de menor sensibilidad en *E. guineensis*, encontrar los mejores híbridos F1 para la producción de aceite y transferir la resistencia a la PC de *E. oleifera* en *E. guineensis* productivos vía retrocruce.

Con respecto a las eventuales fuentes de resistencia en *E. guineensis*, se han sembrado tres ensayos con 48 cruces diferentes en Ecuador y un ensayo en Colombia, con los cuales se busca mejorar los conocimientos sobre la epidemiología de las PC.

Como en el caso de la fusariosis también se busca un marcador de la resistencia a la PC pero en ausencia de *tests* está obligado a multiplicar cada individuo mediante cultivo *in vitro*, con el fin de disponer de cincuenta palmas por cada clon. Se realizó, entonces, la clonación de doscientos embriones por cruce retrocruce y 50 palmas por clon que serán sembradas en zonas de PC. Se compararon los resultados de las observaciones de sensibilidad a la PC con los datos moleculares, con el propósito de buscar uno o varios marcadores de esta resistencia.

En efecto, la especie *E. oleifera* interviene de modo esencial en la lucha contra la PC en Latinoamérica, pero las otras características de *E. oleifera*

son asimismo importantes para el mejoramiento de la palma de aceite.

Los caracteres de interés son:

- El bajo crecimiento en altura
- La resistencia a la fusariosis
- Las características del aceite: contenido en ácidos grasos insaturados
- La indehiscencia en los frutos
- La reducción de la frecuencia de la cosecha.

La utilización de *E. oleifera* es indispensable para las zonas infestadas con PC, pero sirve también para introducir los genes de interés de *E. oleifera* en el *guineensis*. En el programa de híbridos interespecíficos ya se han probado más de 500 combinaciones híbridas F1 y se continúa con esta evaluación con nuevas poblaciones de *E. oleifera* provenientes de la cuenca amazónica de Perú y Ecuador. Las poblaciones de origen brasileño se revelan las mejores en hibridación específica, en particular las de origen *E. guineensis* La Mé.

El programa de introducción de los genes de interés es realizado entre todos los socios del Cirad con una prioridad para la resistencia a la PC en Ecuador y Colombia, pero los otros caracteres de interés son igualmente introducidos.

Los tipos de combinación son muy numerosos, tanto desde el punto de vista del híbrido F1 inicial como de *E. guineensis*. Respecto a *E. guineensis*, sólo los mejores padres son utilizados, pero los orígenes *E. oleifera* se han diversificado al máximo con el fin de conservar la mayor diversidad posible, porque cada origen tiene características interesantes entre las cuales se pueden citar:

- Las del aceite del material Sinú
- La resistencia a la fusariosis presente en ciertas poblaciones de Centroamérica
- El crecimiento muy bajo del origen Surinam.

Como en el caso de *E. guineensis*, se efectuará un ensayo complementario además del aplicado para el estudio de la resistencia a la PC, con el fin de buscar marcadores moleculares de estos caracteres de interés. El ensayo es preparado en la actualidad en Indonesia, con cuatro retrocruces de orígenes *E. oleifera* diferentes.

Todos los progresos obtenidos en el programa son explotados comercialmente en la actualidad en producción de semillas, pero se prosiguen las investigaciones sobre el cultivo *in vitro*. Para el *E. guineensis*, el cultivo *in vitro* permitiría explotar la variabilidad presente con los mejores cruces y difundir así clones superiores a la semilla que se produjo.

El programa de introducción de genes de caracteres de interés de *E. oleifera* en *E. guineensis* permitiría difundir los árboles rápidamente, acumulando un máximo de genes de interés pero siempre conservando la producción de los mejores *E. guineensis*.

Por el momento, se continúa con el perfeccionamiento de tecnologías para la micropropagación conforme a la palma de aceite, aumentando nuestros conocimientos sobre el estado embrionario y sobre el estado adulto, con el fin de reducir al máximo el riesgo de mutaciones y en particular la anomalía floral *mantled* durante el cultivo *in vitro*.

De manera paralela, se desean instalar ensayos metodológicos con el fin de evaluar con precisión el progreso genético obtenido con esta clonación y definir la mejor estrategia para la selección clonal de *E. guineensis*. Se quiere verificar que las elecciones fenotípicas sobre los datos individuales son eficaces o si es preferible clonar directamente los embriones del mejor cruce y probar todos los clones provenientes del mismo.

El Cirad desea en el futuro:

- Integrar la herramienta molecular en el programa de mejoramiento

- Utilizar la herramienta de cultivo *in vitro* con el fin de explotar al máximo la variabilidad detectada y utilizarla para los ensayos metodológicos.

#### Pudrición de Cogollo

Como se indicó, el segundo ciclo se terminará en 2010 y se prepara el tercero que se empieza a instalar. Se aspira a que los ensayos de introducción de nuevas poblaciones permitan ampliar la base genética de las variedades difundidas hoy en día.

En América, los importantes programas en curso sobre la Pudrición de Cogollo tanto en Ecuador como en Colombia, han permitido aumentar los conocimientos sobre esta enfermedad y obtener material resistente y productivo. La situación es similar para el Ganoderma en Asia.

#### Transferencia de procesos genéticos

Los resultados de la transferencia de los progresos genéticos en las plantaciones del grupo Socfindo, en Indonesia de 1971 a 2001, señalan que la producción de aceite por hectárea pasó de tres toneladas en los años setenta a cinco y seis en los noventa. Ese progreso es debido al aumento de la producción de racimos por hectárea, pero asimismo al de la tasa de extracción de la materia en fábrica, que pasó del 18,8% en 1972 a 24,2% en 2001. Estos datos anuales son obtenidos con base en cerca de 7.000 hectáreas correspondientes a una edad promedio de las plantaciones de quince años. ☼