

JARDÍN SEMILLERO DE ACEITE DE PALMA CIRAD-INRAB EN SURAMÉRICA

CIRAD-INRAB OIL PALM SEED GARDENS IN SOUTH AMERICA

AUTORES



Isaac Adjé, A. Omore

INRAB CRA-PP,
Station de Pobé,
BP 1 Pobé Benin
crapp@intnet.bj

B. Nouy, F. Potier,

P. Amblard, A. Flori

CIRAD, UPR Génétique Palmier
TA 80/01 Avenue Agropolis,
34398 Montpellier Cedex 5,
Francia

Palabras CLAVE

Jardín semillero,
Cirad-Inrab, producción de
semilla de palma de aceite.

Nursery, Cirad-Inrab,
production of oil palm seeds.

Traducido por Fedepalma.
Versión original en inglés
disponible en el Centro de
Documentación de Fedepalma.

RESUMEN



Con el fin de apoyar aún más el desarrollo del cultivo de la palma aceitera en Suramérica, el Cirad e Inrab montaron dos semilleros en Ecuador y Colombia en colaboración con dos empresas privadas, Danec y Promotora Herrera. Las plantas que se utilizarán como productor de semillas se escogieron de tal forma que garanticen la producción de semilla que reproduzca de manera precisa material de alta calidad comprobado en ensayos. Estos semilleros utilizarán plenamente los grandes bloques experimentales (más de 500 cruces en ensayos genéticos) establecidos entre 1995 y 2000, para evaluar el valor de 145 genitores Dura y 137 genitores Pisífera/Ténera de la estación experimental Pobé seleccionados con anterioridad sobre la base de características hereditarias. La propagación de los genitores más prometedores comenzó en 2002 utilizando datos de 3 a 5 años. Las primeras plantas se instalaron en 2004 y se espera iniciar la comercialización de la semilla en 2009. La selección definitiva de los genitores se llevará a cabo sobre la base de su producción a entre los 6 y 10 años, una edad en la cual el rendimiento de la palma aceitera es indicativo del potencial de producción a largo plazo. Estos nuevos semilleros harán disponibles varias categorías de semilla, incluyendo versiones mejoradas de tipos ya populares entre los cultivadores de Suramérica y nuevas semillas. El material que se reproducirá demostró, en las condiciones ecológicas del norte de Sumatra, un potencial medio de al menos 10,5 toneladas/ha/año de aceite en ensayos (33 t FFB/ha/año con 32% de aceite a racimo en el laboratorio). Es decir, 8,5 toneladas esperadas en condiciones industriales (31 t FFB/ha/año de racimos con una tasa de extracción de aceite de 27,5% en la planta). Las plantaciones en Suramérica bajo condiciones ecológicas favorables deberán poder obtener rendimientos comparables.

SUMMARY

In order to further support the development of oil palm cultivation in South America, Cirad and INRAB have set up two seed gardens in Ecuador and Colombia in collaboration with two private companies, DANEC and Promotera Herrera. The plant material to be used as seed-producers was chosen so as to ensure the production of seed that accurately reproduces trial-tested high-value material. These seed gardens will make full use of the large experimental blocks (over 500 crosses in genetic trials) established between 1995 and 2000 to assess the value of 145 dura genitors and 137 Pisifera/Tenera genitors from the Pobè experimental station previously selected on the basis of inheritable characteristics. The propagation of the most promising genitors began in 2002 making use of 3-5 years data. The first plants were installed in 2004 and seed commercialization is expected to begin in 2009. The final selection of the genitors will be carried out on the basis of their production at 6-10 years, an age at which the oil palm's yield is indicative of potential long-term production. These new seed gardens will make available several categories of seed, including improved versions of types already popular among South American planters and new ones. The material that will be reproduced has, in the ecological conditions of Northern Sumatra, exhibited a mean potential of at least 10.5 tons/ha/year of oil in trials (33t FFB/ha/yr with an Oil to Bunch of 32% in the laboratory), i.e. 8.5 tons expected in industrial conditions (31t FFB/ha/yr of bunches with an Oil Extraction Rate of 27.5 % in the oil mill). South American estates under favourable ecological conditions should be able to obtain comparable yields.



Con el propósito de colaborar de forma más efectiva en el desarrollo del cultivo de la palma de aceite en Suramérica, Cirad e Inrab, junto con las compañías Palmeras de los Andes y Promotora Herrera Vargas, están desarrollando jardines semilleros en Ecuador y Colombia. El material vegetal que se utilizará como progenitor se ha seleccionado de tal forma que las semillas reproduzcan con precisión, los materiales de mayor calidad cuyo valor se ha probado en ensayos. En particular, los jardines semilleros serán el resultado comercial de grandes bloques experimentales (más de 500 cruces en pruebas genéticas), que se establecieron entre 1995 y 2000 para evaluar el valor de 145 progenitores Dura y 122 progenitores Pisifera/Ténera en la estación de Pobé, y que se seleccionaron de antemano por algunas características heredables. Según los datos del período de 3-5 años, en el año 2002 se inició la propagación de los progenitores más promisorios. Las primeras siembras se establecieron en 2004 y las primeras ventas de semillas podrían realizarse en 2009. La selección final de los progenitores se hará de acuerdo con la producción a los 6-9 años, que es un período representativo del potencial de producción, a largo plazo, de la palma de aceite. Estos nuevos jardines semilleros ofrecerán diferentes categorías de semillas, que incluyen versiones

mejoradas de categorías que ya se distribuyen y son apreciadas por los cultivadores de Suramérica, junto con nuevas categorías. Bajo las nuevas condiciones ecológicas del norte de Sumatra, el material que se producirá ha expresado un potencial promedio de unas 10,5 toneladas de aceite/ha/año en los ensayos (33 toneladas de racimos y una tasa de extracción de 32% en el laboratorio), es decir, se espera unas 8,5 toneladas bajo condiciones industriales (31 toneladas de racimos/ha/año y una tasa de extracción industrial de 27,5%). Las plantaciones de Suramérica, que se benefician de buenas condiciones ecológicas, deberían alcanzar niveles de producción similares.

INTRODUCCIÓN

Los últimos 10 años han estado marcados por un crecimiento del 50% en la demanda de grasas y aceites, que se ha podido satisfacer principalmente por el crecimiento al doble, en la producción de aceites de palma y palmiste. Esta producción alcanzó los 37 millones de toneladas en el año 2005 y representa casi una tercera parte de la producción mundial de aceites y grasas (Oil World, 2005). Los países del sureste asiático son el principal motor de este aumento, pero Suramérica, que se beneficia de



condiciones agroclimáticas muy apropiadas para el cultivo de la palma de aceite, está siguiendo la misma tendencia, que debería de continuar en los próximos años; además de un aumento en las necesidades de uso tradicional del aceite vegetal (alimentos, cosméticos, oleoquímica, etc.), los biocombustibles tendrán una fuerte demanda, ya que se adicionarán en proporciones crecientes a los combustibles fósiles. Será muy difícil, si no imposible, satisfacer estas necesidades sin un aumento sustancial en la producción de palma de aceite.

El aumento requerido en la producción de aceite de palma precisará de nuevas plantaciones y también de mejores rendimientos. Además, esto solo será posible si se garantiza la rentabilidad de las plantaciones de palma aceitera. En este contexto, un factor decisivo de éxito es el suministro a los cultivadores de material vegetal de calidad. Conscientes de ello, en los últimos 60 años Cirad e Inrab han estado desarrollando programas de mejoramiento genético a gran escala, para poder disponer y entregar oportunamente a los cultivadores los materiales comprobados que cumplan con sus necesidades (rendimientos muy altos, crecimiento vertical lento, etc.). Ante todo, la estrategia adoptada permite crear progenitores mediante un programa recíproco de selección recurrente adaptado a la palma de aceite, y posteriormente proceder a evaluar su calidad y seleccionar aquellos materiales que brinden el mayor avance genético. En la siguiente fase, los mejores progenitores se propagan en jardines semilleros y a partir de estos se realiza la producción comercial de semilla (Jacquemard *et al.*, 1981).

En el caso de una planta perenne como la palma de aceite, los ciclos de selección son largos y requieren grandes áreas experimentales. Entre 1995 y 2000, Cirad y el Centre de Recherches Agricoles sur Plantes Pérennes (CRA-PP) en Pobé tuvo la oportunidad de establecer un bloque experimental grande en Indonesia en Socfindo (Jacquemard *et al.*, 2001), junto con un bloque complementario en Benin. Actualmente, estos bloques ofrecen la posibilidad de seleccionar una nueva generación de progenitores con un muy alto potencial de rendimiento, que será la base de la producción de semilla en los futuros jardines semilleros. Con el fin de responder al fuerte desarrollo de la palma de aceite en Suramérica, dos jardines semi-

lleros se están estableciendo en Ecuador y Colombia, en colaboración con las compañías Palmeras de Los Andes y Promotora Herrera Vargas.

Este artículo describe la estrategia utilizada, los resultados observados en los ensayos del material vegetal que se somete a selección, junto con el potencial agronómico de la futura producción de semilla.

ESTRATEGIA

Se presenta una breve información de la metodología utilizada, no solamente para lograr avances sustanciales en aspectos genéticos, sino para lograr una rápida transferencia y, especialmente, para llegar a todos los cultivadores.

Sistema de selección

Las selecciones realizadas por Cirad e Inrab se basan en un sistema recíproco de selección recurrente que aprovecha la complementariedad existente entre los dos grupos de materiales (Meunier y Gascon, 1972); un material con un pequeño número de racimos grandes (o grupo A) y un material con un gran número de pequeños racimos (o grupo B). Solo se utiliza una población del grupo A: la población Deli. En el grupo B, se da prioridad a dos poblaciones africanas, que se combinan bien con las poblaciones Deli: La Mé y, en menor grado, Yangambi.

El sistema recíproco de selección recurrente permite, de una parte, aprovechar la amplia variabilidad que existe dentro de la población Deli y, de otra, dentro de las poblaciones La Mé y Yangambi. El sistema alterna fases de evaluación (en las pruebas de los cruces de AxB) y dentro de las fases de recombinación por grupo (AxA y BxB). Es posible lograr un gran mejoramiento de los híbridos de las poblaciones de Deli x La Mé o Deli por Yangambi, de forma continua.

Selección y evaluación de progenitores

En el caso de la palma de aceite, el conocimiento de las características agronómicas de las palmas progenitoras no es suficiente para predecir el valor de las progenies. Ese valor solamente puede establecerse en los ensayos. No obstante, las buenas características de heredabilidad de algunos componentes de producción (Corley y Tinker, 2003) significa, en una

etapa inicial, que puede hacerse una selección preliminar de los progenitores candidato, dentro de las mejores recombinaciones de cada grupo (generalmente autofecundaciones o cruces entre progenitores excelentes seleccionados al final del ciclo de selección anterior). Los mejores progenitores candidato de un grupo se cruzan con los progenitores candidato del otro grupo, para evaluar su capacidad combinatoria.

Evaluación de los progenitores por su valor inherente

Solamente es posible la selección de los progenitores sobre la base de su valor inherente, para los parámetros que se transmiten a sus progenies y que, por tanto, se caracterizan por una fuerte heredabilidad en sentido limitado. Algunas características satisfacen esas condiciones: tasa de crecimiento, porcentaje de mesocarpio/fruto y porcentaje de aceite/mesocarpio, siempre que para estas dos últimas se encuentre disponible un gran número de análisis para limitar los efectos ambientales. Al respecto, CRA-PP Pobé realizó al menos 10 análisis de racimos por progenitor candidato. Cuando existe una variabilidad sustancial, a veces se realiza una selección adicional de caracteres de menor heredabilidad, como el porcentaje de frutos/racimos y el número de racimos.

Esta evaluación permite la selección de los proge-

nitores candidato del grupo A (Deli) y los progenitores candidato de Ténera se seleccionan del grupo B (La Mé y Yangambi). Los progenitores candidatos para Pisífera solo se evalúan en relación con su tasa de crecimiento vertical.

Evaluación de los progenitores en relación con su habilidad combinatoria

En esta etapa, se trata de evaluar el valor promedio de cada progenitor cuando se cruza con todos los progenitores del otro grupo. Al respecto, los progenitores candidato que se han seleccionado por su valor inherente, se cruzan al menos con tres progenitores del grupo complementario: así, cada progenitor Dura del grupo A se cruza con tres progenitores Ténera o Pisífera del grupo B, seleccionados, cuando sea posible, de recombinaciones diferentes; así mismo, cada progenitor Pisífera o Ténera del grupo B, se cruza con tres progenitores Dura del grupo A, seleccionados también de diferentes recombinaciones. Los diseños de apareamiento se realizan de forma tal que se puedan comparar los progenitores del mismo grupo con cada uno de los otros (ver modelo de la Tabla 1).

Posteriormente, todos los cruces se evalúan en los ensayos genéticos, sobre la base de los siguientes principios:

Tabla 1. Diseño de apareamiento para el estudio de habilidad combinatoria general

		Grupo B progenitores													
		Origen B1				Origen B2				...		Origen Bm			
		B11	B12	...	B1n	B21	B22	...	B2n	...	Bm1	Bm2	...	Bmn	
Grupo A progenitores	Origen A1	A11	•							•					
		A11		•			•					•			
		...													
		A1n				•									•
	Origen A2	A21				•	•					•			
		A22	•				•				•				
		...													
		A2n		•											•
	Origen Am	Am1				•		•					•		
		Am2		•											•
		...													
		Amn	•					•				•			



- Ensayos de rejilla de 4 x 4 x 5 ó 5 x 5 x 6, o bloques de Fisher con 6 réplicas y con parcelas elementales al menos con 12 palmas;
- inclusión sistemática de cruces comunes entre ensayos;
- registro individual de peso del racimo y número de racimos tan pronto como las palmas empiezan a producir (generalmente a los tres años) hasta los nueve o diez años; en los cruces DxT, solo los datos compilados de las palmas Ténera se tienen en cuenta para analizar los resultados;
- análisis de la composición del racimo en una muestra de 40 palmas Ténera en cada tratamiento; dos racimos cosechados por palma de cinco a seis años. El resultado final se multiplica por 0,855 para considerar la tasa de extracción industrial y tomar en cuenta el sesgo del muestreo y los rendimientos de la planta;
- cálculo del rendimiento de aceite basado en el 95% de palmas que producen por hectárea, es decir, 135 palmas que se utilizan para una densidad real de 143;
- resumen de los rendimientos en dos períodos independientes: el período de 3-5 años de aumento en rendimiento; el período de 6-9 años que representa la meseta de producción.

Estas observaciones permiten:

- Evaluar, con precisión, el valor agronómico de los cruces en cada ensayo y comparar a escala global los cruces dentro de los ensayos y entre estos;
- Comparar el valor de los progenitores, dentro del mismo grupo, mediante la evaluación de las habilidades combinatorias.

Por tanto, permiten identificar claramente los mejores cruces que se obtendrán o los mejores progenitores que se propagarán en los jardines semilleros.

Propagación y difusión de los mejores cruces

Una vez que se identifican los progenitores con características específicas dentro de cada grupo, se procede a la autofecundación o cruce con los demás. Así:

- Para el grupo A, se establecen jardines semilleros Deli Dura que comprenden autofecundaciones Di

x Di o cruces Di x Dj. Las palmas en estos jardines semilleros se utilizarán como progenitores femeninos para la producción de semilla.

- Para el grupo B, se establecen jardines semilleros que comprenden autofecundaciones Ti x Ti o cruces Ti x Tj o inclusive Ti x Pk. Los progenitores Pisífera en estos jardines semilleros se utilizarán como progenitores masculinos para la producción de semilla.

IMPLEMENTACIÓN

Selección de los progenitores candidato

Al principio de los años noventa, Inrab y Cirad decidieron lanzar un ciclo de mejoramiento genético con el material vegetal disponible, en los campos parentales en la Pobé. El ciclo tenía dos objetivos:

- Crear un material vegetal con alto rendimiento en aceite, que se ensayaría principalmente en Indonesia
- Crear un material vegetal con alto rendimiento en aceite, adaptado a las ecologías secas, que se ensayaría en Benin.

Al respecto, se procedió primero a la selección de los campos parentales en la estación (Tabla 2):

- En el grupo A, 15 combinaciones derivadas de 13 progenitores excelentes que se habían seleccionado al final del primer ciclo recíproco de selección recurrente.
- En el grupo B, 14 combinaciones derivadas de 10 progenitores excelentes de primer ciclo.

La mayoría de estas combinaciones eran autofecundaciones o cruces entre los progenitores del primer ciclo. No obstante, también se incluyeron dos combinaciones del grupo A y dos combinaciones del grupo B en los cruces entre los progenitores seleccionados, durante el segundo ciclo de mejoramiento genético.

La selección de los progenitores candidato se basó en los criterios definidos en la selección 1.b.1, salvo en las combinaciones derivadas de progenitores de segundo ciclo, donde no se presentó selección. Esto llevó a la selección (Tabla 2) de 145 progenitores seleccionados del grupo A (de los cuales 114 son

específicos del bloque Aek Loba) y 122 progenitores del grupo B (112 solamente del bloque Aek Loba).

Diseños de apareamiento

Se prestó especial atención a la implementación de los diseños de apareamiento. Si se toma solo el sitio de Aek Loba en Indonesia (Tabla 3), los 114 progenitores Dura y los 112 Pisífera/Ténera se cruzaron en promedio con 3,2 parejas. Se ensayó el 20% de los progenitores Dura y 17% de los progenitores Pisífera/Ténera solamente con un apareja. Los otros progenitores tenían entre 2 a 8 parejas. Además, se cruzaron unos pocos progenitores de Dura con 4 palmas de Pisífera ensayadas previamente, de la estación La Mé.

Se prestó atención a relacionar esos progenitores entre sí, a través de parejas comunes. Estas relaciones permitieron comparar las habilidades combinatorias de:

- 83 progenitores Deli Dura de los 114 ensayados;
- 104 progenitores Ténera/Pisífera de La Mé y Yangambi de los 116 ensayados (112 progenitores de la estación Pobé y 4 de la estación La Mé).

Ensayos

Disposición

Se establecieron dos bloques experimentales:

- El primero en la plantación Socfindo Aek Loba en Indonesia, bajo condiciones ecológicas favorables

Tabla 2. Orígenes seleccionados y número de progenitores seleccionados por origen

	Orígenes	Número de progenitores estudiados		
		Aek Loba	Pobé	AL+Pbé
G	DA 5 D x DA 3 D (segundo ciclo)	18	10	24
	DA 8 D autofecundación	0	4	4
	DA 8 D x DA 28 D	0	3	3
R	DA 10 D x DA 3 D	7	6	7
	DA 10 D x DA 115 D	8	7	8
U	DA 17 D x DA 8 D	0	6	6
	DA 115 D autofecundación	8	5	8
P	DA 115 D autofecundación (segundo ciclo)	13	9	20
	DA 115 D x DA 3 D	8	4	8
O	DA 300 D x DA 128 D	7	3	7
	DA 551 D x DA 767 D	7	0	7
A	LM 269 D x DA 115 D	8	7	8
	LM 269 D x DA 128 D	16	7	21
	LM 404 D autofecundación	5	3	5
	LM 404 D x DA 3 D	3	2	3
	LM 404 D x DA 10 D	6	4	6
		114	80	145
G	LM 2 T autofecundación	20	12	20
	LM 2 T autofecundación (segundo ciclo)	11	9	14
	LM 2 T x LM 5 T	12	7	12
R	LM 2 T x LM 9 T	4	2	4
	LM 2 T x LM 10 T	8	5	8
U	LM 2 T x SI 10 T (segundo ciclo)	6	2	6
	LM 5 T autofecundación	11	9	11
P	LM 5 T x LM 10 T	9	6	9
	LM 5 T x LM 311 P	6	4	6
O	LM 9 T x LM 13 T	6	6	9
	LM 10 T autofecundación	5	5	6
B	LM 13 T autofecundación	3	4	5
	LM 238 T x LM 511 P	5	4	5
	LM 718 T autofecundación	1	0	1
	LM 718 T x LM 238 T	5	2	6
			112	77

Tabla 3. Número de progenitores que dependen del número de parejas (bloque Aek Loba)

Número de parejas	Grupo A progenitores		Grupo B progenitores	
	Número	%	Número	%
1	23	20	19	17
2	23	20	19	17
3	21	18	31	28
4	23	20	26	23
5	14	12	9	8
6	5	4	4	4
7	4	4	1	1
8	1	1	3	3

para la expresión del potencial agronómico de la palma de aceite (suelos profundos franco-arenosos, bajo déficit hídrico). Entre 1995 y 2000, en 19 ensayos diferentes, se sembraron 420



cruces (360 diferentes, 60 cruces “puente” se ensayaron en varias pruebas) derivadas de progenitores del programa de fitomejoramiento de Pobé.

- El segundo, en la plantación Obéké Ouéré en Benin, bajo condiciones ecológicas caracterizadas por un alto déficit hídrico (entre 400 a 700 mm en promedio). Entre 1995 y 2002, en nueve ensayos diferentes se sembraron 156 cruces derivados del programa de fitomejoramiento de Pobé.

Primeros resultados

Este artículo solo presenta los primeros resultados del bloque Aek Loba. Las observaciones realizadas hasta el final de 2005 son completas para todos los ensayos, en relación con la tasa de extracción y la producción de racimos durante el período de 3-5 años. No obstante, estas estimaciones aún son solo parciales para los períodos de madurez.

Por tanto, los resultados presentados son parciales.

Un análisis global se realizará cuando, en los ensayos, se conozcan todos los datos de producción para el período de 6-9 años. En ese momento, también se especificarán los métodos de análisis (estimación de los valores ajustados y las habilidades combinatorias).

Valor de los cruces en los ensayos

La existencia de varios cruces comunes entre los ensayos significa que, para cada cruce, se puede calcular un valor ajustado para las condiciones promedio, para todos los ensayos. Por tanto, es posible comparar todos los cruces entre sí.

La Tabla 4 indica los valores promedio, bajo las condiciones ecológicas del bloque, para la producción de aceite y sus componentes.

Parecería, en primer lugar, que el valor promedio de los cruces es alto, ya sea por la tasa de extracción (26,4% bajo condiciones industriales), con un promedio de 3-5 años de producción de aceite/ha/año (5,65 toneladas después de corrección de la densidad por

Tabla 4. Valores ajustados en el bloque experimental de Aek Loba para los cruces obtenidos en la estación Pobé

Parámetros y número de cruces	Cruces Deli x La Mé x Yangambi						
	General media	Valores promedio y extremos para el 16% mejor de cruces para cada parámetro					
		Valor mínimo		Promedio		Valor máximo	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Análisis de racimo (360)							
Fruto/Racimo	66,5	68,8	+3,5%	69,4	+4,4%	73,2	+10,1%
Mesocarpio/Fruto	82,5	85,5	+3,7%	86,4	+4,4%	90,0	+9,0%
Aceite/Mesocarpio	56,1	58,1	+3,6%	58,4	+4,1%	61,6	+9,9%
Ind. tasa extracción*	26,4	28,2	+6,7%	28,5	+8,0%	31,6	+19,9%
Rendimiento, palmas jóvenes (360)							
3-5 años							
No. racimos	28,3	30,4	+7,6%	30,9	+9,3%	33,3	+17,8%
Peso promedio (kg)	5,8	6,3	+8,5%	6,6	13,3%	7,5	+28,7%
Peso total racimo (kg)	158,7	169,4	+6,7%	174,2	+9,8%	196,1	+23,3%
Aceite/ha (toneladas)**	5,65	6,16	+9,1%	6,35	+12,4%	7,34	+29,9%
Rendimiento, palmas maduras (259)							
6-8 años							
No. racimos	18,8	21,1	+12,1%	21,7	+15,2%	23,0	+22,8%
Peso promedio (kg)	12,0	13,3	+11,0%	14,3	+19,5%	17,1	+43,0%
Peso total racimo (kg)	215,3	229,0	+6,4%	235,8	+9,5%	248,9	+15,6%
Aceite/ha (toneladas)**	7,73	8,31	+7,5%	8,63	+11,6%	9,45	+22,2%
Crecimiento (305)							
Altura a los 6 años (m)	1,73	1,52	-12,1%	1,43	-17,6%	1,22***	-29,3%*

1. Valor mínimo = media ensayo + desviación estándar

* Tasa de extracción industrial = tasa laboratorio x 0,855

** ind aceite/ha = aceite/ha ensayo * 0,8555* corrección sobre densidad (135/143)

*** valor mínimo

hectárea y la tasa de extracción) o con un promedio de 6-8 años (7,7 toneladas). Este alto nivel de producción se relaciona con la calidad de la selección preliminar realizada: selección de orígenes y selección basada en características heredables. Este valor promedio de los cruces es cercano al valor promedio de la producción de semilla, tal como se realizó a finales del siglo.

El objetivo de este bloque experimental consiste en lograr una mejoría significativa en la producción de semilla. Esto puede hacerse primero mediante la selección y reproducción de los mejores cruces. En los estudios como los realizados en Aek Loba, los rendimientos de aceite de cada cruce se estiman en promedio con un coeficiente de variación alrededor del 3%, es decir, con una precisión de $\pm 6\%$. Esta es una excelente precisión pero no es suficiente para correr el riesgo de reproducir solamente los mejores cruces. No obstante, la precisión aumenta a la par con el número de cruces: así, sería de $\pm 1\%$ con 36 cruces.

Una indicación del avance potencial que podría esperarse, se observa en la desviación estándar y los valores máximos. En realidad, las características agronómicas de la palma de aceite siguen una ley normal, es decir que para cada parámetro, alrededor del 16% de los cruces presentan un valor que excede la media de la desviación estándar. Esto representa una presión de selección mínima que se aplicará, si se desea, para conservar una buena variabilidad. No obstante, la presión final podría ser mayor (5-10%) con la distribución de semilla restringida a unas pocas categorías.

La Tabla 4 indica, para cada parámetro, los valores mínimo, promedio y máximo para los cruces seleccionados con una presión de selección de 16%. Parece que existe una fuerte variabilidad, ya sea para los componentes de la extracción de aceite o de producción del racimo, o para caracteres complejos tales como la producción de aceite por hectárea. La selección final que se aplicará solo se relacionará con la producción de aceite después de seis años. Para el período de 6-8 años, los mejores cruces tuvieron rendimientos que fueron entre 7-22% mejores que el promedio y su selección ofrecerá un progreso promedio del 11,6%.

Las correlaciones indicadas en el Anexo 1 muestran que los mejores rendimientos de aceite para el período

de 6-8 años eran el resultado ya sea de la combinación de altos rendimientos del racimo o altas tasas de extracción. No obstante, hay pocos o ningún cruce que combine la alta producción del racimo con altas tasas de extracción, ya que las dos características son independientes o presentan una correlación negativa. Además, el anexo indica que una mejoría en la producción del racimo después de seis años solo puede obtenerse con un aumento en el número de racimos y que una mejoría en la tasa de extracción solo puede obtenerse a través de uno u otro de sus tres componentes. Finalmente, parecería que las mejores correlaciones entre la producción de aceite y los componentes elementales, se encuentran en el número de racimos, porcentaje de mesocarpio y contenido de aceite en el mesocarpio.

La Tabla 5 presenta las características de los cruces que se seleccionarían de acuerdo con la producción de aceite, en un período de 6-8 años, con dos diferentes presiones de selección. Estos datos confirman que los mejores cruces para la producción de aceite en las palmas maduras se caracterizan, en promedio, por un gran número de racimos, un alto porcentaje de pulpa y un alto porcentaje de contenido de aceite en el mesocarpio. Con una presión de selección del 16%, el aumento en la producción de aceite (+11,6%) proviene de una alta producción de racimos (+6%) y una mayor tasa de extracción (+4,6%). Una mayor presión de selección (8%) lleva a una mejoría en la producción de aceite (+14,5%), que se refleja en la producción del racimo (+7,3%) y en la tasa de extracción (+6,1%). Finalmente, la selección de los cruces de acuerdo con la producción de palmas maduras también permite avances en el período de inmadurez, aunque estos son más limitados.

Habilidades combinatorias

Es probable que aún no se hayan probado en los ensayos, las mejores combinaciones posibles. Estas se obtendrán al cruzar los mejores progenitores Dura con los mejores progenitores Pisífera o Ténera. El bloque Aek Loba ofrece la posibilidad de estimar las habilidades combinatorias generales de los progenitores y, por tanto, de identificar los progenitores excelentes que mejor se combinan. Este artículo presenta algunos de los resultados preliminares obtenidos, sin que se incluya el parentesco entre progenitores, como es el caso del método BLUP.



Tabla 5. Características promedio de los cruces seleccionados para la producción de aceite a los 6-8 años después de una presión de selección de 8 a 16%

Parámetros	Cruces Deli x La Mé x Yangambi				
	Media	Valores de cruces seleccionadas			
		Presión de selección 16%		Presión de selección 8%	
		Valor	%	Valor	%
Análisis de racimo					
Fruto/Racimo	66,5	66,9	+0,6%	67,1	+0,9%
Mesocarpio/Fruto	82,5	84,9	+2,6	85,6	+3,8%
Aceite/Mesocarpio	56,1	57,0	+1,7%	56,6%	+1,4%
Tasa extracción lab.	30,9	32,3		32,7	
Tasa extracción Ind. *	26,4	27,6	+4,6%	28,0	+6,1%
Rendimiento, palmas jóvenes					
3-5 años					
No. racimos	28,3	29,2	+3,1%	28,8	+1,8%
Peso promedio (kg)	5,8	5,8	+0,3%	5,9	+1,6%
Peso total racimo (kg)	158,7	164,0	+3,3%	164,2	+3,5%
Aceite/ha en ensayo**	7,0	7,57		7,67	
Aceite/ha ind. (toneladas)**	5,65	6,11	+8,2%	6,19	+9,5%
Rendimiento, palmas maduras					
6-8 años					
No. racimos	18,8	19,9	+6,0%	20,0	6,1%
Peso promedio (kg)	12,0	11,8	-1,4%	11,9	-0,8%
Peso total racimo (kg)	215,3	228,3	+6,0%	230,9	+7,3%
Aceite/ha en ensayo**	9,6	10,7		10,96	
Aceite/ha ind. (toneladas)**	7,73	8,63	+11,6%	8,85	+14,5%

* Tasa de extracción industrial = tasa laboratorio x 0,855

** aceite/ha ind = ensayo aceite/ha * 0,8555* corrección sobre densidad (135/143)

*** valor mínimo

Las tablas 6a y 6b indican los valores HCG para los períodos de 3-5 años y el período de maduración de 6-8 años.

La evaluación HCG se limitó a un conjunto que presentaba buenas relaciones entre los progenitores y que comprendía 83 progenitores Deli Dura y 104 progenitores Ténera/Pisífera de La Mé o Yangambi. Los valores promedio de HCG, en todos los ensayos combinados, para cada conjunto de progenitores, son valores muy cercanos a la media de los cruces. En relación con los cruces, las tablas 6^a y 6b indican los valores máximos estimados y brindan una indicación del avance genético que puede obtenerse al seleccionar el mejor 16% de progenitores, independientemente para cada parámetro. Además, al igual que con los cruces, parece existir una variabilidad importante para todos los parámetros, ya sea dentro de los progenitores Deli o entre los progenitores Ténera/Pisífera de La Mé/Yangambi.

Como se indicó en el anexo 1, las correlaciones entre los parámetros son generalmente las mismas para

los progenitores Dura y los progenitores Pisífera/Ténera y los cruces. Solamente se puede observar una diferencia importante. Se trata de la correlación entre el porcentaje fruto/racimo y la producción de aceite, que es fuerte en Dura pero imperceptible en Ténera/Pisífera y en los cruces.

La Tabla 7 presenta las características promedio de los cruces que podrían obtenerse después de la selección, basada en los valores HCG para la producción de aceite a

los 6-8 años, para los mejores progenitores Deli Dura, o para los mejores progenitores Pisífera/Ténera, o incluso para la doble selección en los dos conjuntos de progenitores. Parecería que se pueden lograr avances importantes ya sea seleccionando las mejores palmas Deli Dura o incluso aún mayores progresos, seleccionando las mejores palmas Ténera/Pisífera. Por ejemplo, con base en estas estimaciones HCG, la selección del mejor 16% de palmas Dura para la producción de aceite a los 6-8 años, ofrecería un progreso promedio de 7,7%. Así mismo, la selección del 16% de mejores palmas Pisífera/Ténera brindaría un avance promedio del 10% para ese parámetro. En relación con los cruces, el mejoramiento en rendimiento que ofrecen los progenitores seleccionados con la mejor HCG, proviene especialmente de una mejoría en el número de racimos y en la relación mesocarpio/fruto. No obstante, también se puede ver que la selección de los mejores Deli Dura, permite mejorar el porcentaje fruto/racimo y que la selección de las mejores palmas Pisífera/Ténera mejora el porcentaje aceite/mesocarpio.

Tabla 6a. HCG de progenitores Deli dura en la estación en el bloque experimental Aek Loba							
Parámetros (y número de progenitores)	General media	Valores promedio y extremos para HCG del mejor 16% de cruces para cada parámetro					
		Valor mínimo		Promedio		Valor máximo	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Análisis de racimo (83)							
Fruto/Racimo	66,1	67,8	+2,5%	68,6	+3,7%	71,1	+7,6%
Mesocarpio/Fruto	82,8	84,4	+2,0%	85,3	+3,1%	86,6	+4,6%
Aceite/Mesocarpio	55,9	57,0	+1,9%	57,7	+3,2%	58,7	+5,1%
Ind. tasa extracción*	26,2	27,3	+4,2%	27,9	+6,2%	29,8	+13,8%
Rendimiento, palmas jóvenes (83)							
3-5 años							
No. racimos	28,7	29,7	+3,6%	30,2	+5,5%	31,5	+9,8%
Peso promedio (kg)	5,7	6,0	+5,0%	6,2	+8,5%	6,5	+13,4%
Peso total racimo (kg)	159,0	166,9	+5,0%	169,7	+6,8%	175,2	+10,2%
Aceite/ha (toneladas)**	5,62	5,94	+5,7%	6,10	+8,6%	6,32	+12,5%
Rendimiento, palmas maduras (65)							
6-8 años							
No. racimos	19,0	20,1	+6,1%	20,4	+7,5%	21,1	+11,0%
Peso promedio (kg)	11,8	12,4	+5,3%	12,9	+9,6%	13,9	+18,1%
Peso total racimo (kg)	215,2	223,9	+4,1%	228,3	+6,1%	233,6	+8,6%
Aceite/ha (toneladas)**	7,76	8,21	+5,9%	8,35	+7,7%	8,65	+11,5%
Crecimiento (75)							
Altura a los 6 años (m)	1,71	1,59**	-6,9%	1,50***	-9,5%	1,44***	-15,4%

1. Valor mínimo = media ensayo + desviación estándar

* Tasa de extracción industrial = tasa laboratorio x 0,855

** ind aceite/ha = aceite/ha ensayo * 0,8555* corrección sobre densidad (135/143)

*** valor mínimo

Tabla 6b. HCG de progenitores Tenera/Pisífera en la estación en el bloque experimental Aek Loba							
Parámetros (número de progenitores)	General media	Valores promedio y extremos para el mejor 16% de progenitores para cada parámetro					
		Valor mínimo		Promedio		Valor máximo	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
Análisis de racimo (104)							
Fruto/Racimo	66,1	68,1	+3,0%	69,1	+4,5%	71,9	+8,7%
Mesocarpio/Fruto	82,8	85,0	+2,7%	86,0	+3,9%	87,3	+5,5%
Aceite/Mesocarpio	55,9	57,7	+3,2%	58,6	+4,9%	60,1	+7,5%
Ind. tasa extracción*	26,2	27,8	+6,0%	28,4	+8,2%	29,5	+12,6%
Rendimiento, palmas jóvenes (104)							
3-5 años							
No. racimos	28,7	30,4	+6,1%	30,8	+7,5%	33,2	+15,7%
Peso promedio (kg)	5,7	6,1	+6,3%	6,2	+9,3%	6,7	+17,5%
Peso total racimo (kg)	159,0	168,9	+6,2%	172,9	+8,8%	191,7	+20,6%
Aceite/ha (toneladas)**	5,62	6,10	+8,2%	6,34	+12,8%	7,00	+24,1%
Rendimiento, palmas maduras (79)							
6-8 años							
No. racimos	19,0	20,8	+9,2%	21,2	+11,4%	22,4	+17,9%
Peso promedio (kg)	11,8	12,7	+7,8%	13,3	+13,1%	15,4	+30,9%
Peso total racimo (kg)	215,2	227,8	+5,8%	231,4	+7,5%	243,6	+13,2%
Aceite/ha (toneladas)**	7,76	8,27	+6,6%	8,53	+10,0%	9,11	+17,4%
Crecimiento (75)							
Altura a los 6 años (m)	1,71	1,55	-9,4%	1,45***	-15,0%	1,28***	-24,8%

1. Valor mínimo = media ensayo + desviación estándar

* Tasa de extracción industrial = tasa laboratorio x 0,855

** ind aceite/ha = aceite/ha ensayo * 0,8555* corrección sobre densidad (135/143)

*** valor mínimo



Tabla 7. Ganancia promedio obtenida de habilidad combinatoria general después de una presión de selección del 16% en HCG para la producción de aceite a los 6-8 años. Estimación del valor de los cruces entre las mejores palmas dura y las mejores palmas Tenera/Pisífera

Parámetros	General media	Valores promedio HCG para el mejor 16% de palmas Deli dura		Valores promedio HCG para el mejor 16% de palmas T/P		Valores teóricos de los cruces entre las mejores palmas Dura y T/P	
		Valor	%	Valor	%	Valor	%
		Análisis de racimo (360)					
Fruto/Racimo	66,1	66,9	+1,1%	66,3	+0,3%	67,0	+1,4%
Mesocarpio/Fruto	82,8	84,9	-2,5%	84,5	+2,1%	86,6	+4,6%
Aceite/Mesocarpio	55,9	56,1	-0,4%	56,6	+1,3%	56,9	+1,7%
Ind. tasa extracción*	26,2	27,3	-4,1%	27,2	+3,9%	28,3	+8,0%
Rendimiento, palmas jóvenes (360)							
3-5 años							
No. racimos	28,7	29,0	+1,3%	29,3	+2,0%	29,6	+3,3%
Peso promedio (kg)	5,7	5,7	-0,8%	5,9	+3,8%	5,9	+3,0%
Peso total racimo (kg)	159,0	159,0	0%	167,9	+5,6%	167,9	+5,6%
Aceite/ha (toneladas)**	5,62	5,84	-3,8%	6,17	+9,6%	6,37	+13,4%
Rendimiento, palmas maduras (259)							
6-8 años							
No. racimos	19,0	19,9	-4,6%	20,0	+5,4%	20,9	+10,0%
Peso promedio (kg)	11,8	11,6	+1,5%	11,8	+0,1%	11,6	-1,4%
Peso total racimo (kg)	215,2	222,9	-3,6%	227,3	+5,6%	235,0	+9,2%
Aceite/ha (toneladas)**	7,76	8,35	-7,7%	8,52	+10,0%	9,13	+17,7%
Crecimiento (305)							
Altura a los 6 años (m)	1,71	1,79**	-5,2%	1,77***	+3,9%	1,87***	+9,1%

1. Valor mínimo = media ensayo + desviación estándar

* Tasa de extracción industrial = tasa laboratorio x 0,855

** ind aceite/ha = aceite/ha ensayo * 0,8555* corrección sobre densidad (135/143)

*** valor mínimo

Cabe anotar que la selección basada tanto en los progenitores Dura como Ténera/Pisífera, acumula el progreso de cada una: se obtiene una ganancia aproximada del 17% para la producción de aceite a los 6-8 años. Este resultado es mejor que el obtenido en la selección de los mejores cruces inclusive con el 8% de tasa de selección.

La mayor eficiencia de la selección basada en HCH procede del establecimiento de combinaciones excelentes que no se han podido probar en ensayos y de la aplicación indirecta de fuertes presiones de selección: mediante el cruce del mejor 16% de palmas Dura con el mejor 16% de palmas Ténera/Pisífera, solamente se reproduce el 2,5% de los cruces posibles.

El bloque experimental Aek Loba contiene unos pocos cruces entre progenitores con una muy buena HCG. Las observaciones realizadas en estos cruces permiten la verificación de los valores estimados que concuerdan muy bien con los valores observados (Tabla 8) y confirmar los méritos de la selección basada en la HCG.

No obstante, estas estimaciones son más imprecisas que las de los cruces ($\pm 9\%$ en promedio, en contraposición con $\pm 6\%$). Es preciso obtener una mayor precisión, de forma más temprana, tomando en cuenta el parentesco entre los progenitores de conformidad con el procedimiento BLUP (Soh, 1994; Purba *et al.*, 2001). Es demasiado pronto para saber si el mejoramiento será suficiente para garantizar el avance, si se aplica una presión de selección muy fuerte. Entre tanto, Cirad y CRA-PP utilizan y multiplican de forma sistemática todos los progenitores con valores HCG que exceden la media de la desviación estándar (que representa la selección del 16% de los mejores progenitores).

Establecimiento de los jardines semilleros

El material que se reproduce efectivamente para producción de semilla, tendría como base los rendimientos observados en el período de 6-9 años. Se aplicarán dos estrategias:

Tabla 8. Comparación de valores observados y valores previstos por HCG de unos pocos cruces

Cruce	Valores previstos por HCG			Valores observados en ensayos			Clasificación en ensayos entre 259
	TBW kg/a	IER	Aceite t/ha/año	TBW kg/a	IER	Aceite t/ha/año	
PO 3360 D x PO 4982 P	232	29,4%	9,52	234	29,6%	9,45	1
PO 3174 D x PO 2766 P	226	29,4%	9,02	230	29,1%	9,22	2
PO 3600 D x PO 2762 P	225	30,8%	9,25	221	30,5%	9,21	3
PO 2580 D x PO 2980 T	236	26,4%	8,41	233	26,8%	8,53	25
PO 3052 D x PO 2761 P	216	26,3%	7,75	230	26,2%	8,28	50
PO 3062 D x PO 4740 P	208	28,4%	8,10	206	28,9%	8,06	75
PO 3170 D x PO 3636 P	206	27,7%	7,92	199	29,0%	7,90	100
PO 2995 D x PO 3277 T	220	24,3%	7,33	228	24,8%	7,72	125
PO 3064 D x PO 3253 T	220	25,1%	7,60	223	24,7%	7,60	150
PO 4840 D x PO 2972 T	203	27,8%	7,61	196	27,8%	7,45	175
PO 4844 D x PO 3351 P	221	23,8%	7,21	226	23,4%	7,31	200
PO 3127 D x PO 4799 P	206	26,3%	7,37	200	26,0%	7,12	225
PO 3971 D x PO 3660 P	196	25,4%	6,74	198	25,2%	6,78	250

- Autofecundación de progenitores de los cruces élite, para reproducir con precisión estos cruces;
- Multiplicación de los progenitores con la mejor HCG, a fin de producir cruces con un muy alto potencial de rendimiento. Dentro de los grupos A (Dura) y B (Ténera/Pisífera) se procederá a la propagación de los progenitores ya sea por autofecundación o cruces. Los cruces dentro de los grupos pueden realizarse entre progenitores relacionados o no relacionados. El conocimiento de las HCG para los componentes de producción permitirá la combinación de progenitores con características complementarias.

No obstante, sin esperar los resultados de los 6-9 años, CRA-PP ha iniciado la multiplicación de algunos buenos cruces, con base en la estimación, en los primeros ensayos, de los rendimientos de los cruces, o la HCG, en el período de 3-5 años. A medida que avanza la evaluación de los progenitores en los ensayos, se realizarán multiplicaciones adicionales, cuando se identifiquen los nuevos progenitores que transmiten el potencial de alta producción. Por otra parte, posteriormente se procederá a la eliminación de los progenitores que no confirmen su buen desempeño en el período inmaduro.

Esta política ha permitido el rápido establecimiento de jardines semilleros, ya sea del futuro jardín

semillero en Pobé o los jardines establecidos en Suramérica, en colaboración.

Por tanto, los despachos de semilla se iniciaron desde finales de 2002 para Colombia y han continuado desde 2004 para Ecuador, donde se extenderán hasta 2007. Los progenitores se han multiplicado de tal forma que cada jardín semillero contiene una amplia representación de los progenitores más promisorios del programa de fitomejoramiento de CRA-PP en Pobé.

Al finalizar el proyecto, se habrán establecido 56 hectáreas de jardines semilleros en Colombia (40 hectáreas de Dura SG y 16 de T/P SG) y 48 hectáreas en Ecuador (34 de Dura SG y 14 de T/P SG). Estos campos podrán producir más de 15 millones de semillas cada uno, pero su producción real se limitará a 8 millones de semillas, a fin de producir solamente las semillas de las progenies de los mejores progenitores que se han identificado.

Las primeras polinizaciones (con polen importado de Pobé), se iniciarán en 2008 en Colombia y en 2010 en Ecuador. Las primeras polinizaciones con polen obtenido a escala local, se han planeado una vez que se determinen las palmas de Pisífera. Esta determinación, que se logra al cortar los frutos, tomará entre 2,5 a 8 años dependiendo de si se realiza directamente en palmas fértiles femeninas de Pisífera, o indirectamente en progenies estériles femeninas de Pisífera.



¿QUÉ PRODUCCIÓN PUEDE ESPERARSE DE LOS JARDINES SEMILLEROS?

Como ya se mencionó, el material que se obtendrá en la producción de semilla tendrá como base los rendimientos observados en el período de 6-9 años y tal vez en el período de 6-10 años. Aún no se conocen estos rendimientos pero no deberían ser muy diferentes a los rendimientos de los 6-8 años. Así mismo, aún tiene que establecerse la lista final de los progenitores masculinos. No obstante, la mayoría de estos progenitores se encontrarán entre los más promisorios, que ya se están multiplicando en los jardines semilleros. El número de progenitores élite multiplicados y su tasa de multiplicación será lo suficientemente amplia para garantizar la producción de semillas de alta calidad, obtenidas exclusivamente de palmas que provienen de progenitores excelentes, que ya se han ensayado.

Según el material enviado y los resultados observados en los ensayos, es posible estimar, bajo las condiciones ecológicas tipo Aek Loba, las características promedio del material que deberían producir los jardines semilleros:

- Producción del racimo entre 30 y 32 t/ha/año bajo condiciones favorables (31 a 34 toneladas en los ensayos);
- una tasa excepcional de extracción industrial: 26-29% (30-34% en laboratorio);
- excelente producción de aceite, con todos los materiales que actualmente producen desde 8 a 9 toneladas de aceite rojo/ha/año (10-11 en los ensayos);
- un peso promedio razonable por racimo: 22 a 24 kg para las palmas maduras;
- precocidad notable. Primera cosecha a los dos años;
- crecimiento vertical lento y menor volumen: 40-60 cm/año sin competencia entre las palmas maduras con 143 palmas/ha;
- un número de yodo superior a 55;
- alta estabilidad anual del rendimiento, sin tomar en cuenta las condiciones del suelo y clima.

Posteriormente, se obtendrán mejoramientos adicionales a través de una multiplicación más abundante de progenitores élite.

La mayoría de estas semillas serán del tipo Deli x La Mé, pero también incluirán algunos tipos de cruces de tipo Deli x Yangambi.

En términos generales, los cultivadores de Suramérica encontrarán en este nuevo material las cualidades que reconocen en el material que en la actualidad distribuye el Cirad, pero recibirán una versión mejorada, especialmente con una tasa excepcional de extracción industrial. La distribución de estas semillas a los cultivadores se propondrá en unas pocas categorías principales de semillas, que contendrán materiales cuyas características agronómicas son muy similares, a fin de:

- Simplificar las operaciones de descarte en el pre-vivero y vivero;
- obtener excelente uniformidad en las plantaciones, que indirectamente:
 - o facilite las operaciones de extracción, análisis foliar y recomendaciones de fertilizante,
 - o permita la cosecha de una gran proporción de palmas, en los últimos años de explotación.

Sin duda, este procedimiento se simplificará, cuando se compare con el suministro actual, que también se basa en el pedigrí de las semillas. Sin embargo, se tendrá cuidado en mantener un suministro diversificado de las categorías, especialmente cuando se tiene la posibilidad de estabilizar o limitar las fluctuaciones estacionales, o las fluctuaciones de un año al siguiente, que podrían ser muy acentuadas con una sola categoría altamente uniforme.

Para las compañías que lo desean, se entregarán categorías con una composición más específica, con un número limitado de progenitores ancestrales (del primero o segundo ciclo). La siembra de estas variedades altamente uniformes, permitirá la detección de una susceptibilidad o resistencia particular (tal como la pudrición del cogollo) que podría expresarse bajo ciertas condiciones ecológicas.

Finalmente, sin tener que esperar la primera producción de semilla, en estos jardines semilleros, a los clientes futuros se les ofrecerá la posibilidad de recibir lotes de semillas que son representativos de la

producción futura de SG, desde el año 2008, ya que CRA-PP Pobé ha emprendido la reproducción de los progenitores élite originales.

CONCLUSIÓN

El aprovechamiento de los resultados aún parciales de los ensayos establecidos en Aek Loba Timar muestra que, para la producción de aceite medido en el período de 6-8 años, el 16% de los mejores cruces seleccionados permitirá un progreso promedio de 11% en relación con el valor medio de la producción de semilla que se alcanzó hasta el año 2000, y que una mayor presión de selección (8%) llevaría a una mejoría del 14,5% del rendimiento en aceite.

Este avance se debe a la mejoría en los racimos (+7,3%) y la calidad del racimo (progreso de + 6,1% de la tasa de extracción). Estos buenos resultados demuestran el desempeño excepcional que se ob-

servó en los ensayos (racimos de 31 a 34 t/ha/año en buenas condiciones, tasa de extracción de 30 a 34% en el laboratorio, 10 a 11 toneladas de aceite rojo por hectárea, etc.).

Estos resultados se reproducirán en la producción de semillas, autofecundaciones y combinaciones de una gran parte de los progenitores ensayados en Aek Loba y Pobé y que se sembraron al mismo tiempo que se hizo el análisis de la producción temprana; por tanto, se espera que los clientes puedan contar con un suministro de material vegetal de buena calidad a partir de 2008 procedente de Benin y entre 2009 -2010 para los jardines semilleros de Colombia y Ecuador.

Los progenitores más interesantes se integrarán en un nuevo ciclo de mejoramiento y se tendrá especial cuidado en no reducir la variabilidad genética, tan necesaria para un nuevo mejoramiento de la producción.



BIBLIOGRAFÍA

- Corley RHV. and Tinker P.B. 2003. The Oil Palm. Forth Edition. Blackwell Science Ltd. 562 p.
- Jacquemard, JC ; Meunier J ; Bonnot F. 1981. Genetic study of the reproduction of an *Elaeis guineensis* oil palm cross. *Oléagineux* 36(7): 343-352
- Jaquemard, JC; Suryana Edyana; Asmady H. 2001. Aek Loba Timur project: a new step for the oil palm (*Elaeis guineensis*, Jacq.) improvement at P.T. Socfindo. In: Cutting-edge technologies for sustained competitiveness. P 218-229. MPOB, Kuala Lumpur.
- Meunier, J; Gascon, J.P. 1972. General scheme for oil palm improvement at the IRHO. *Oléagineux* 27(1): 1-12
- Purba, AR; Flori, A; Baudouin, L; Hamon, S. 2001. Prediction of oil palm (*Elaeis guineensis*, Jacq.) agronomic performances using the best linear unbiased predictor (BLUP). *Theoretical and Applied Genetics*. 102(5): 787-792.
- Soh, AC. 1994. Ranking parents by best linear unbiased prediction (BLUP) breeding values in oil palm. *Euphytica*. 76: 13-21.



Anexo 1. Tablas de correlación

Cruces Deli x La Mé/Yangambi											
	FB	MF	OF	IER	BN3_5	AW3_5	BW3_5	OT3_5	BN6_8	AW6_8	BW6_8
FB											
MF	-0,05										
OF	0,20	0,12									
IER	0,59	0,58	0,70								
BN3_5	-0,35	0,25	-0,09	-0,10							
AW3_5	0,24	-0,20	0,01	0,02	-0,66						
BW3_5	-0,13	0,05	-0,16	-0,12	0,38	0,40					
OT3_5	0,34	0,47	0,39	0,64	0,24	0,31	0,68				
BN6_8	-0,48	0,18	-0,23	-0,26	0,70	-0,60	0,17	-0,04			
AW6_8	0,40	-0,19	0,13	0,17	-0,72	0,77	0,01	0,10	-0,89		
BW6_8	-0,33	0,00	-0,26	-0,30	0,35	0,01	0,48	0,16	0,67	-0,30	
OT6_8	0,16	0,52	0,36	0,58	0,27	0,01	0,35	0,66	0,36	-0,12	0,59
Deli HCG											
	FB	MF	OF	IER	BN3_5	AW3_5	BW3_5	OT3_5	BN6_8	AW6_8	BW6_8
FB											
MF	-0,03										
OF	0,15	0,18									
IER	0,67	0,56	0,63								
BN3_5	-0,04	0,15	0,14	0,09							
AW3_5	0,01	-0,19	-0,22	-0,15	-0,66						
BW3_5	-0,10	-0,04	-0,13	-0,13	0,33	0,44					
OT3_5	0,40	0,34	0,31	0,58	0,32	0,26	0,73				
BN6_8	-0,01	-0,06	-0,29	-0,15	0,39	-0,43	-0,04	-0,10			
AW6_8	0,11	-0,04	0,06	0,10	-0,50	0,72	0,24	0,24	-0,77		
BW6_8	0,06	-0,12	-0,39	-0,17	0,15	0,08	0,30	0,16	0,77	-0,25	
OT6_8	0,48	0,31	0,07	0,52	0,10	0,06	0,17	0,51	0,52	-0,10	0,72
La Mé/Yangambi HCG											
	FB	MF	OF	IER	BN3_5	AW3_5	BW3_5	OT3_5	BN6_8	AW6_8	BW6_8
FB											
MF	0,10										
OF	0,21	0,10									
IER	0,64	0,58	0,64								
BN3_5	-0,39	0,11	-0,31	-0,26							
AW3_5	0,20	-0,02	0,30	0,19	-0,63						
BW3_5	-0,28	0,10	-0,03	-0,13	0,48	0,34					
OT3_5	0,24	0,50	0,43	0,62	0,21	0,38	0,69				
BN6_8	-0,43	-0,01	-0,48	-0,37	0,82	-0,51	0,40	0,10			
AW6_8	0,31	0,02	0,38	0,26	-0,82	0,69	-0,23	-0,04	-0,88		
BW6_8	-0,42	-0,07	-0,36	-0,37	0,54	0,00	0,61	0,25	0,77	-0,41	
OT6_8	0,11	0,49	0,19	0,46	0,27	0,12	0,40	0,67	0,41	-0,17	0,62