



El mejoramiento de la palma de aceite

Plant breeding in oil palm

J. MEUNIER¹

RESUMEN

Para evitar repetir lo que sobre mejoramiento de la palma de aceite se ha dicho en los últimos años, en esta ponencia se hace énfasis en los principales resultados, la situación del cultivo *in vitro* y los envites y evoluciones de la investigación. En cuanto a resultados, se analiza el rendimiento de aceite, la precocidad y crecimiento, y la resistencia a enfermedades. En relación con los cultivos *in vitro* se resalta que hoy en día se sabe cómo clonar la palma de aceite y que los resultados observados en el campo están acordes con las previsiones establecidas. Finalmente, al analizar los envites y evolución de la investigación, señala que para el futuro llamará la atención el aumento de la productividad y la resistencia a enfermedades, y que la manera de resolver estos envites será por medio de la clonación *in vitro* y la hibridación interespecífica, lo cual no se podrá realizar si no se adoptan a la palma de aceite las herramientas moleculares.

Palabras claves: Palma de aceite, Fitomejoramiento, Clones, Híbridos, Marcadores moleculares.

SUMMARY

In order not to repeat what has already been said about oil palm breeding in recent years, this paper will emphasize the major results obtained, the status of *in vitro* culture, and research trends and evolution. Regarding results, palm oil yields, precocity, growth, and disease resistance are analyzed. As far as *in vitro* culture is concerned, the fact that we presently know how to clone oil palm is stressed. Furthermore, the results observed in the field are in agreement with the expectations. Finally, in analyzing research trends and evolution, it is noted that yield increases and disease resistance may be expected for the future and the way to cope with these trends will be through *in vitro* cloning and interspecific hybrids, which will only be accomplished if molecular tools are adopted for oil palm.

1. CIRAD-CP. BP 5032. Montpellier. Francia.

Con regularidad, casi todos los años y con motivo de congresos, conferencias y seminarios, se le propone a un experto que haga una presentación sobre el mejoramiento de la palma de aceite. Habida cuenta de la biología de la planta - se precisan de 15 a 30 años para realizar un ciclo completo de mejoramiento - por lo tanto, cada uno de estos estudios amenaza con resultar muy repetitivo.

No obstante, me alegro mucho y estoy muy honrado de tratar sobre un tema apasionante como es el mejoramiento de la palma de aceite, por distintos motivos:

- en primer lugar, resulta siempre útil recordar las grandes evoluciones y los principales resultados, aunque sea tan sólo para reafirmar la existencia y el dinamismo de esta disciplina, siendo el seminario ISOPB una brillante demostración de la misma.
- el mejoramiento de una planta perenne es una empresa continua a largo plazo. Únicamente la continuidad permite que se siga observando la evolución que trae, campaña tras campaña, los últimos resultados y las nuevas tendencias.
- como en cualquier actividad, esta evolución incluye fluctuaciones, altos y bajos, y es conveniente permanecer vigilante referente a las dificultades por prever los envites y las orientaciones que no se deben perder.

La presentación se centrará en torno a tres grandes capítulos:

- los principales resultados
- la situación del cultivo *in vitro*
- los envites y las evoluciones de la investigación.

PRINCIPALES RESULTADOS

Aquí no se describirá nuevamente la reseña histórica del mejoramiento de la palma, que, desde la adopción del cultivo en el sureste de Asia, el descubrimiento de la herencia del grueso de la cáscara en Zaire, la puesta en obra, casi general, de esquemas de mejoramiento adaptados de tipo recurrente recíproco, se llegó al resultado del material de hoy día. Sin embargo, no está mal recordar las principales experiencias:

Rendimiento

Desde el principio de la era del mejoramiento moderno, de eso hace medio siglo, el mejoramiento del rendimiento

de aceite era, como promedio, del 1% por año, todas situaciones confundidas (Fig. 1).

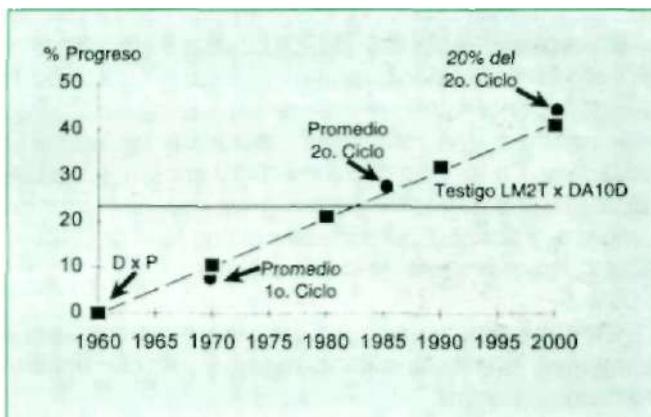


Figura 1. Rendimiento de aceite. Evolución del material comercial 1960-2000.

Todo indica que esta evolución irá prosiguiéndose si no acelerándose. Esto demuestra la importancia que el productor debe prestar a la selección del material vegetal. Debe saber, especialmente, que cuando vuelva a sembrar su plantación que ya es demasiado vieja, puede contar, si selecciona un buen material, con un aumento del 20 al 25% en comparación con su antigua explotación, en ausencia de nuevos apremios.

Este mejoramiento se ha realizado a la vez, poco más o menos en partes iguales, sobre la producción y sobre el contenido de aceite de los racimos. Se sabe que la producción de racimos está muy influenciada por las condiciones del medio ambiente (déficit hídrico, nutrición, etc.). En cambio, el contenido de aceite no lo es tanto y se puede verificar que las grandes plantaciones modernas, en África, América y Asia, consiguen tasas de extracción medias que superan el 23%.

Hoy en día, un cultivador que no logre por lo menos el 23% de aceite sobre racimo, debe inmediatamente preguntarse si:

- existe un factor limitante (polinización, insectos que atacan las flores)
- la fábrica está bien ajustada
- el material vegetal es el mejor.

Por regla general, se pueden encontrar soluciones a los dos primeros aspectos, pero desgraciadamente es demasiado tarde para darle remedio al tercero.

Precocidad y crecimiento

Frecuentemente, los palmicultores no toman en cuenta estas características, sobre todo en las zonas palmeras relativamente recientes. Muchas veces se tiende a privilegiar materiales que tienen un fuerte crecimiento vegetativo en la edad joven, dando hermosas plantaciones con racimos bien formados a partir de las primeras cosechas. Es tan sólo hacia los 10-12 años de edad que se da uno cuenta del crecimiento excesivo, con todos los problemas económicos enlazados con la cosecha y el abandono prematuro de la explotación.

Hay que saber que hoy en día existen materiales que combinan una buena precocidad y un crecimiento reducido en altura.

La Tabla 1 y la Figura 2 señalan que desde hace 25 años, bajo condiciones óptimas en Indonesia y sobre varios millares de hectáreas, la producción en la edad joven progresó hasta casi 10 toneladas de racimos por año y por hectárea. Esto está relacionado con el mejoramiento del material y también con mejores prácticas agronómicas (preparación de tierras, vivero y siembra). En términos económicos, cada uno puede estimar la ventaja de esta precocidad sobre las tasas de rentabilidad del capital invertido.

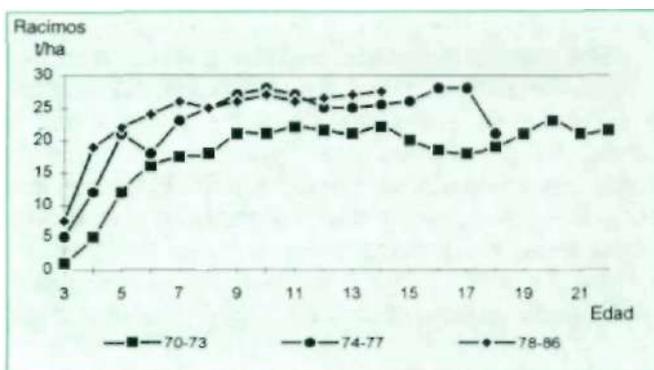


Figura 2. Evolución del rendimiento de 1970 a 1986

Tabla 1. Evolución del rendimiento de racimos. Costa Este de Sumatra.

Fecha de siembra	5 años t/ha	10 años t/ha
1969 y antes	7	21
1970-10973	10-13	20-22
1973-1977	15-21	22-27
1978-1985	20-23	24-26
de 1986...	20-25	-

Este mismo material presenta un crecimiento en altura reducido, de 20 a 40 cm por año, en comparación con el material tradicional, lo que significa una duración alargada de la explotación de 3 a 5 años (Tabla 2). Este factor tiene especial importancia en las situaciones muy favorables a la palma, sobre todo en los suelos aluviales o volcánicos de América o de Asia.

Tabla 2. Producción y crecimiento

	Grupo	Aceite t/ha/año	Crecimiento cm/año	Altura (m) 25/año
DxP local	1	6,6	70	14,7
	2	6,8	67	14,0
DxP introducido	1	6,8	44	9,2
	2	7,4	53	11,1
	3	7,2	53	11,1

Resistencia a las enfermedades

Hay que recordar los notables resultados del mejoramiento para la resistencia a la fusariosis, enfermedad especialmente grave en Africa y amenazadora en Latinoamérica. En 25 años se evolucionó, gracias a la genética y también a las técnicas de cultivo, de una situación dramática (más del 30% de pérdidas a los 20 años) que condenaba a las replantaciones, a una situación en la que la fusariosis no tiene más incidencia económica (menos del 3% en la edad adulta, en zona infestada) (Fig. 3).

Desafortunadamente no pasa lo mismo para todas las enfermedades, pero se trata de un notable ejemplo logrado mediante un esfuerzo continuo y sostenido.

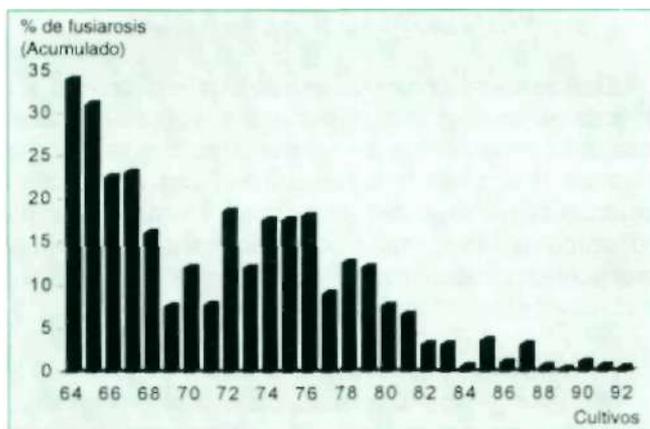


Figura 3. Evolución de la Fusariosis DABOU Costa de Marfil.

Situación del cultivo *in vitro*

Después de más de 25 años de investigaciones, la multiplicación vegetativa de la palma de aceite por cultivo *in vitro* parece haber suscitado tantas esperanzas como decepciones. ¿En qué situación se encuentra exactamente?

El punto esencial para tener en cuenta es que hoy en día se sabe cómo clonar la palma de aceite, y los resultados observados en el campo están exactamente conformes a las previsiones establecidas por los cálculos teóricos.

Para la producción de aceite, en promedio, el conjunto de los clones supera en 10 a 12% a los cruzamientos de los cuales provienen. Ahora tan sólo se seleccionan los mejores clones, observándose así una ganancia de aproximadamente el 30% (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Valor de los clones (1) (3-6 años)

	Peso racimos kg/palma	Extracción aceite %	Aceite t/año/ha	%
Descendencia (2)	128	21,8	3,8	100
Clones (19)	133	22,9	4,2	111
Mejores (2)	156	23,8	4,95	130

Tabla 4. Valor de los clones (2) (5-6 años)

	Peso racimos kg/palma	Extracción aceite %	Aceite t/año/ha	%
Testigos (2)	24,4	23,3	5,7	100
Clones (6)	26,6	24,1	6,4	112
Mejores (2)	28,9	26,3	7,8	136

Esta notable ganancia se logra por medio de un mejoramiento conjunto del peso de los racimos y de la tasa de extracción. En ciertos casos, el clonaje permite valorizar sobresalientes contenidos de aceite sobre racimo (del 27 al 30% en fábrica). Estos resultados confirman el valor y lo bien fundado de las estrategias propuestas por la investigación.

- una selección rigurosa de los individuos por clonar, en ensayos genéticos exactamente controlados y que se siguen observando, con base en criterios científicos claros (cálculos de índices y reducción de los efectos del medio ambiente).

- verificación de la conformidad y de los resultados sobresalientes en ensayos clonales y, luego, selección de los mejores clones para las explotaciones.

Estos resultados, aunque son muy promisorios, no deben hacer olvidar las dificultades técnicas que quedan por resolver antes de que esta tecnología se vuelva del todo operacional y sin riesgo para los palmicultores.

Si ahora se sabe cómo producir con suficiente garantía pequeñas cantidades de plántulas clonales (algunas decenas de millares), se enfrentarían serias dificultades cuando se quiera pasar a una escala industrial (varias centenas de millares).

El proceso de embriogénesis resulta promisorio y somete las células en multiplicación a fuertes apremios que pueden producir desvíos, si no se vigilan se los procedimientos estrecha y rigurosamente, cuya manifestación en la palma puede ser la aparición de inflorescencias anormales o estériles (frutos recubiertos).

Todavía se sabe controlar este riesgo a nivel de clon individual, lo que hace la utilización comercial del procedimiento aún más difícil y costosa. Para liberarse de este problema, las investigaciones actuales se orientan hacia el análisis de las variaciones, siendo el objetivo poner a punto un diagnóstico de conformidad aprovechable en diferentes etapas del procedimiento, y especialmente antes de entregar el material vegetal a los palmicultores.

ENVITES Y EVOLUCION DE LA INVESTIGACION

Razonablemente se puede afirmar que para los próximos 20 años dos preocupaciones mayores van a llamar la atención:

- el aumento de la productividad, inclusive su mantenimiento, y
- la resistencia a las enfermedades que amenazan con volverse factores cada vez más limitantes bajo el doble efecto de las presiones ecologistas (problema de las replantaciones) y genéticas (homogeneidad del material vegetal).

Dos vías aparecen absolutamente prioritarias frente a estos envites: el clonaje *in vitro* y la hibridación interespecífica. Estas dos vías no se llevarán a cabo como no sea por la adaptación a la palma de las herramientas más modernas de la biología.

El clonaje *in vitro*

Debido a que este aspecto ya fue tratado antes, no se repetirá de nuevo. Pero hay que saber que esta tecnología se vuelve ineludible si se quiere poder transferir a los palmicultores cualquier nuevo progreso genético dentro de plazos razonables:

- para el rendimiento como se acaba de verlo.
- para la multiplicación de genotipos particulares en poblaciones muy heterogéneas. En particular, en las descendencias de hibridaciones interespecíficas el clonaje será la única posibilidad de multiplicar las palmas más interesantes.
- para la resistencia a las enfermedades; el clonaje permitirá difundir árboles tolerantes a nuevas enfermedades (Putridión de cogollo, Ganoderma, etc.) que no se podría lograr mediante el mejoramiento clásico. Ofrece además nuevas oportunidades; así se evoca a menudo el riesgo vinculado con la siembra de palmas genéticamente idénticas, frente a las enfermedades o a los enemigos. No se debe desatender la ventaja que puede permitir el clonaje de aumentar la diversidad genética mediante cultivos policlonales bien seleccionados, en comparación con el material tradicional de origen genético muy limitado.

Además de los problemas de conformidad, ya mencionados, será preciso también disminuir los costos de producción de las vitro-plantas. Esto ocurrirá mediante la simplificación y la automatización de la producción de clones a partir de líneas celulares embriónicas en medio líquido.

La hibridación interespecífica

El entusiasmo provocado por *Elaeis oleífera* (H.B.K.) Cortez y su hibridación con *Elaeis guineensis* Jacq., al principio de la década del 70, parece haber caído por las dificultades vinculadas con la primera generación (esterilidad, desarrollo, polinización, procesamiento). Y no obstante, el «híbrido» sigue siendo el porvenir de la palma de aceite.

- *E. oleífera* es la única fuente conocida hoy día de tolerancia a la «PC» (putridión de cogollo) que

amenaza toda la industria de la palma en Latinoamérica. Todos los híbridos F1 (OxG) probados en las diferentes zonas donde la enfermedad hace estragos, han mostrado una gran tolerancia. Desgraciadamente, el rendimiento de los híbridos actuales comparado con el de la palma de aceite clásica resulta demasiado bajo para que se pueda difundir este tipo de material a gran escala. Un considerable trabajo de mejoramiento queda por realizar.

- si la PC sigue siendo el factor esencial y determinante para esta zona, no hay que olvidar que la palma americana también trae otros factores como por ejemplo resistencia a la fusariosis, que, si no resultan determinantes hoy en día, pueden volverse estratégicos.
- por último, en términos de rendimientos, el *E. oleífera* trae una riqueza genética que no se debe menospreciar. Se conocen palmas descendientes de híbridos interespecíficos que produjeron más de 400 kg de racimos/año y que se hubieran podido sembrar en densidades de lejos superiores. Es verdad que su contenido de aceite era especialmente reducido. No obstante, el potencial permanece.

El rendimiento de los híbridos actuales comparado con el de la palma de aceite clásica resulta demasiado bajo para difundirlo a gran escala.

La herramientas moleculares

Que sea para el control de la conformidad en los clones, la selección de las descendencias interespecíficas e inclusive el mejoramiento clásico, las nuevas herramientas de la biología y especialmente los marcadores moleculares, se vuelven imprescindibles para poder seguir progresando.

La utilización más sencilla y evidente es el seguimiento de los genes de interés agronómico en las descendencias en segregación (retrocruces, recombinaciones). Dos ejemplos sencillos:

- el híbrido OxG resulta tolerante a la PC, pero su producción de aceite es reducida. La estrategia propuesta para mejorar la fertilidad y el contenido de aceite consiste en una serie de retrocruces (se retrocruzan los híbridos con *guineensis* y se vuelve a

emprender la operación con cada descendiente durante 4 a 5 generaciones).

En cada retrocruce con *guineensis* existe una proporción cada vez más importante de palmas mejoradas para la fertilidad, pero también de palmas que han perdido la tolerancia que procedía del pariente *oleífera*. Por lo tanto hay que encontrar la forma de escoger en cada generación las palmas que conserven los genes de resistencia. Esto no puede realizarse sino se dispone de un marcador del o de los genes involucrados que se pueden evidenciar fácilmente (sonda molecular). De paso se anota que la divulgación a gran escala de este material para las plantaciones precisará que se pase por el cultivo *in vitro*.

- La resistencia a la fusariosis es un ejemplo similar dentro del *guineensis*. La presión de selección ejercida para la tolerancia a la fusariosis llegó a una reducción considerable de la diversidad genética de este tipo de material. El proseguimiento del programa de mejoramiento consiste en recombinar este material al cruzarlo con otros grupos interesantes para varias características. Durante estas recombinaciones se arriesga con perder todo o parte de los factores de resistencia. Aquí se considera indispensable utilizar marcadores moleculares.

Por último, de manera general, en el marco de los programas de mejoramiento, la cartografía del genoma y la localización de los genes de interés agronómico, sean cualitativos o cuantitativos (QTL), serán factores determinantes de la eficacia de los seleccionadores y de los adelantos genéticos.

CONCLUSION

Se acaban de describir, rápido y esquemáticamente algunos de los resultados, de las orientaciones y de los envites que parecen importantes para la palma. Para concluir es preciso volver a insistir sobre un punto que parece esencial para el mejoramiento de una planta perenne: la continuidad en el esfuerzo.

Después de los incontestables éxitos del mejoramiento y del cultivo de palma que parecen corresponder a una fase de adolescencia, se considera que el tránsito al estado adulto de la investigación marca el paso.

La cartografía del genoma y la localización de los genes de interés agronómico, serán factores determinantes de la eficacia de los seleccionadores y de los adelantos genéticos.

Bien cierto es el aspecto más rutinario de esquemas de mejoramiento bien establecidos ahora, ¿resulta de menos prestigio para los investigadores? -la impresión engañadora de que los avances científicos ya realizados por sus antecesores, sea tal vez desmovilizadora- el sentimiento para algunos, que los palmicultores se satisfacen muy bien con el material que se les suministra -el costo siempre más alto del adelanto genético, ciertas esperanzas frustradas y la crisis presupuestaria de los centros de investigación... todo esto hace que el mejoramiento de la palma desde hace 10 años tienda a moderarse cuando no a retroceder. Como ilustración, se tomará sólo un ejemplo, a cuyo alcance no se pudo mostrar indiferencia: la pudrición del cogollo.

hace 25 años que la plantación La Arenosa y algunas otras fueron destruidas, y que se sabe que el híbrido OxG resulta resistente.

- hace 25 años que las recolectas de *E. oleífera* se organizaron, que se establecieron las colecciones y que se emprendieron los programas de hibridación.
- hace 20 años que se propusieron los programas de mejoramiento.

Hoy en día, el mejoramiento genético para la resistencia a la PC casi no ha evolucionado, mientras que se podría estar casi en la medida de proponer un material, si no tan sobresaliente como el *guineensis*, por lo menos aceptable por los palmicultores.

Está bien claro que se llevaron a cabo estudios importantes en sanidad vegetal bajo financiamiento privado, en particular, entrevistas internacionales afirmaron la prioridad a prestar a este problema y se están estudiando los proyectos. Pero se puede considerar que se perdieron 15 a 20 años en genética por carecer de voluntad política, de continuidad, de cooperaciones y medios.

Este ejemplo no es más que una ilustración que podría aplicarse a otras situaciones, y ya es hora de reaccionar. Esto supone:

- una verdadera voluntad política compartida por aquellos que deciden, los palmicultores y los científicos
- una verdadera cooperación científica mediante una puesta en red de las investigaciones con el fin de cerciorar complementariedad, eficacia y continuidad.

Se duda de que hoy en día un organismo de investigación tenga por sí solo las posibilidades de resolver semejantes problemas. Estos días se dio la prueba de que los seleccionadores eran capaces de reunirse para intercambiar sus resultados. ¿Es que se puede esperar que se asocien para producirlos conjuntamente?