

RESULTADOS DE LOS PRIMEROS ENSAYOS DEL CULTIVO DE HÍBRIDO

interespecífico de *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*
en el piedemonte llanero colombiano
(Hacienda La Cabaña S.A.)

RESULTS OF THE FIRST TEST

of Interspecific Hybrid Cultivation *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* in the Foothills of the Colombian Eastern Plains
(Hacienda La Cabaña S.A.)

AUTORES



Jorge Efraín Zambrano

Rosero

Ingeniero agrónomo,
Hacienda La Cabaña,

jzambrano@lacabana.com.co.

Philippe Amblard

Genetista del Cirad
philippe.amblard@cirad.fr

Palabras CLAVE

Híbrido interespecífico E.o x
E.g., palma de aceite,
rendimiento.

Interspecific hybrid E.o x
E.g., oil palm, yields.

Editado por Fedepalma.



RESUMEN

Se presentan los resultados de dos siembras (una de 1991 y otra de 1998), de las cuales se han llevado registros de producción por palma de aceite durante más de cuatro años de cosecha. En ambas se han obtenido rendimientos promedio superiores a 30 toneladas de RFF por hectárea. La primera siembra se hizo de manera comercial con materiales Coari por La Mé, y Coari por Yangambi. Y la de 1998 (organizada bajo un arreglo estadístico) se estableció como un ensayo para evaluar cinco cruzamientos con diversos orígenes, que han mostrado entre sí diferencias marcadas en cuanto a porcentaje de aceite en racimo -que van de 16,8 a 24,5%-, así como en rendimientos de RFF. Estos ensayos les han permitido a los investigadores determinar que existe polen con cruzamientos de una muy buena combinación con las madres oleíferas, y otro polen con problemas en la conformación de los racimos de las F1, por lo que se ha descartado. Tales observaciones han servido como punto de partida para incrementar los ensayos con pruebas de progenies, y para seguir evaluando y determinando las mejores combinaciones que permitirán obtener materiales promisorios. Los materiales se han evaluado dentro de focos de pudrición de flecha, o del denominado complejo pudrición de cogollo (CPC) de los Llanos Orientales de Colombia, al cual se ha encontrado alta tolerancia.



SUMMARY

This paper presents the results of two plantings, one that belongs to the year 1991 with Coari materials x La me and Coari x Yangambi, in semi-commercial plantings. Production records are kept per palm during more than 4 years of harvest. This plantation has had yields of over 30 tons per hectare in average during the last 4 years. An experiment was conducted for the 1998 planting in which 5 crossings of different origins were tested. A statistical device was used for these plantings and significant differences were observed in terms of the percentage of oil per bunch in each crossing, fluctuating between 16.8% and 24.5%. Moreover, statistical differences were found with respect to FFB yield. Through these tests we have been able to determine that some pollens present crossings with a very good combination with the *oleiferas* mothers, and other pollens have been discarded given they present problems in F1 fruit sets. We have implemented new experiments with offspring tests so as to continue assessing and determining the best possible combinations; this would enable us to have more promising materials. These materials have been tested in areas with spear rot foci and in areas with the so called bud rot complex in the Colombian Llanos Orientales and they have shown a high tolerance to this problem.



INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia que ha adquirido, en lo fundamental por su alta tolerancia a la pudrición del cogollo en los Llanos Orientales de Colombia, además de su productividad, que en promedio ha llegado a 30 toneladas de RFF por hectárea con extracciones en planta de beneficio del orden de 18,5% (Zambrano, 2004), los híbridos ínterespecíficos de *Elaeis oleifera* H.B.K. por *Elaeis guineensis* Jacq. se han comenzado a estudiar en detalle.

El presente trabajo da cuenta de los rendimientos arrojados por dos siembras, una realizada en 1991 y otra en 1998. De la primera se informan los resultados obtenidos en siembra comercial de los cruzamientos de madres Coari con polen de orígenes La Mé y Yangambi y, de la segunda, los obtenidos en un ensayo de diseño estadístico con cinco cruzamientos de tres orígenes distintos, donde se observan diferencias estadísticas en el número y el peso promedio de los racimos, y en el porcentaje de extracción.

El principal problema para la palma africana en los Llanos Orientales es la enfermedad denominada com-

plejo pudrición de cogollo (CPC), para la que no existe un método de manejo eficaz; dentro del material *E. guineensis* hay fuentes de resistencia que corresponden a una evolución de la tasa de mortalidad más o menos rápida, y la tolerancia prácticamente total al CPC del híbrido *E.o x E.g* (Amblard *et al.*, 2004).

En el programa de selección del híbrido F1 de *E.o x E.g* ya se han plantado más de 500 combinaciones, y se continúa con las evaluaciones de nuevas poblaciones de *E. oleifera* provenientes de Colombia, Brasil, Perú y Ecuador (Amblard *et al.*, 2004).

De otro lado, los ensayos especialmente en genética para la determinación de los códigos más productivos o más resistentes a enfermedades demandan la inversión de enormes recursos y un tamaño de operación muy alto (Martínez, 2004).

La importancia de estos híbridos radica en su resistencia y/o tolerancia a la pudrición de flecha o cogollo, y su rata de crecimiento más baja (Zambrano, 2004). Otra cualidad importante es que el aceite obtenido de los racimos de estos materiales es más líquido, por la proporción de oleína, y presenta un menor grado de oxidación, por su alto índice de yodo (Torres, 2004).

METODOLOGÍA

Localización

El presente trabajo se realiza en la plantación Hacienda La Cabaña S.A., ubicada en el piedemonte llanero a 4°16" de latitud norte y 73°16" longitud oeste, en el municipio de Cumaral, departamento del Meta, Colombia. Se encuentra a 305 msnm, con una temperatura media anual de 26 grados centígrados, precipitación media anual de 3.421 mm /año, con 1.650 horas sol y humedad relativa del 80%.

Registros de producción

La densidad de siembra en ambos establecimientos es de 143 palmas de aceite por hectárea, que pertenecen a lotes renovados por problemas de pudrición de flecha-cogollo; los registros de producción se realizan pesando cada 20 ó 22 días, los racimos individuales cosechados por palma en los diferentes ciclos de cosechas (Figura 1).

Para la siembra 1998, la información registrada pertenece al ensayo de los cinco cruzamientos F1 de *E.o* x *E.g.*, con el material guineensis como testigo comercial. Posee un arreglo estadístico en bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones; cada parcela o unidad experimental consta de 40 palmas, para un total de 120 palmas por cada cruzamiento. Todos tienen polinización asistida.

Análisis de los racimos

Se marcan con cinta azul diez racimos por cada código; cuando llegan a su estado de madurez, se cosechan y se analiza la conformación de cada racimo. Los racimos escogidos para los análisis son aquellos que se han polinizado en forma artificial, los cuales se pesan completos, para luego separar sus distintos elementos con una hachuela (Figura 2). Inmediatamente se procede a pesar el pedúnculo del racimo, a desfrutar y a separar cada fruto; los frutos se dividen en normales, que producen aceite y tienen semilla (FN); paternocárpicos rojos, que también producen aceite (FPR); paterno-

cárpicos blancos, que no contienen aceite (FPB), y flores que no fueron polinizadas (FSP); además de espigas y espiguillas. Todos los elementos se pesan por separado, para establecer en porcentaje su peso en el racimo.

Una vez establecida la conformación de los racimos, se reúnen todos los frutos normales de los diez racimos y se pasan por un separador mecánico (Figura 3) hasta lograr dos muestras de 500 gramos, y se pesan exactamente con dos decimales de aproximación. Se procede a despulpar, luego se pesan las semillas y se establece el porcentaje de pulpa sobre fruto. Este proceso se aplica del mismo modo para los frutos paternocárpicos rojos, pero considerando siempre que el porcentaje de pulpa sobre FPR es de 90% (frutos con cáscara).

Las muestras húmedas de la pulpa (100 g), tanto de los frutos normales como de los frutos paternocárpicos rojos, se llevan a secar en un horno a tempera-



Figura 1. Registro de producción en los ensayos.



Figura 2. Separación de las espigas en el racimo.



Figura 3. Separador mecánico.



turas de 105 °C, por 24 horas. Una vez obtenido el porcentaje de la humedad de la muestra, se prepara una muestra de 5 gramos de pulpa seca y se lleva al laboratorio para su extracción por medio de soxhlet, con hexano como solvente (Cenipalma 2000).

A los registros de extracción obtenidos se les hacen las respectivas correcciones, multiplicando por un factor de 0.855 para establecer los términos de extracción en planta o fábrica de beneficio primario.

RESULTADOS

Rendimiento

Producción comercial de la siembra 1991

Se sembraron varios cruzamientos de Coari por Yangambi, al igual que de Coari por La Mé. En los años 2003 y 2004 los resultados variaron (disminuyeron) en cuanto a rendimiento, debido posiblemente a condiciones climáticas. Bajos rendimientos también se presentaron en la plantación del material comercial *E. guineensis*.

Al comparar los rendimientos de los dos materiales, se encuentra una diferencia marcada entre cruzamientos; además se observa que en los cruzamientos con Yangambi existe un mayor número de códigos que presentan una mala formación de los racimos y que aun con polinización asistida no se forman, lo que ha dado lugar a realizar un mayor cruzamiento con los materiales La Mé, que brindan mayor confiabilidad en la obtención de F1 de buena productividad. Adicionalmente, en Yangambi se observa una masa vegetativa mucho más exuberante, con las bases peciolares más anchas, lo que dificulta aún más el proceso de cosecha. Por tanto, se han descartado los cruzamientos de origen Yangambi.

En cuanto a rendimiento para los años de baja producción (2003 y 2004), los materiales Coari La Mé solo presentaron un año de baja productividad (2003). En 2004 alcanzó las 28 toneladas de RFF

por hectárea (Tablas 1, 2). En la Figura 4 se observa que los rendimientos durante los últimos años han sido superiores en el material Coari x La Mé.

Las extracciones realizadas sobre el conjunto de los híbridos Coari x La Mé sembrados en Hacienda La Cabaña (180 ha), en la planta de beneficio mostraron para el año 2005 promedios de 19,05%, con índices de acidez promedio de 1,6 (Tabla 6); los ciclos de cosecha para la plantación se han establecido entre 20 y 22 días.

El ensayo en la siembra 1998 muestra diferencias altamente significativas en rendimientos, al igual que en el peso promedio y el número de racimos por palma entre cruzamientos (Tabla 4). La diferencia amplia en cuanto a rendimiento del mejor código que presentó una media de 27 toneladas por hectárea, se compara con el testigo *E. guineensis* que presentó un rendimiento de 16 toneladas por hectárea. Esto se debió a que en el material *E. guineensis* las afecciones por pudrición de flecha alcanzaron en 2005 incidencias acumuladas del 70% con el consecuente impacto sobre los rendimientos.

Tabla 1. Rendimientos (t/ha/año) del material Coari x Yangambi. Siembra 1999

Códigos evaluados	N° de palmas	t/ha/año Material Coari por Yangambi					Promedio 2001 a 2005
		2001	2002	2003	2004	2005	
A	69	22,7	20,2	16,2	21,5	19,6	20,1
B	182	27,8	29,8	24,4	25,5	34,9	28,5
C	100	28,7	31,5	23,8	26,3	35,7	29,2
D	14	16,6	30,8	26,3	15,1	23,1	22,4
E	187	25,2	27,6	20,2	15,6	25,3	22,8
F	307	17,5	27,2	19,7	17,2	18,3	20,0
G	15	18,3	21,2	22,0	19,3	17,6	19,7
Total Promedio	874	23,0	27,7	21,1	20,0	25,4	23,4

Tabla 2. Rendimientos (t/ha/año) del material Coari x La Mé. Siembra 1991

Códigos evaluados	N° de palmas	t/ha/año Material Coari por La Mé					Promedio 2001 a 2005
		2001	2002	2003	2004	2005	
H	54	30,1	30,2	20,9	23,6	30,6	27,1
I	61	27,9	28,6	22,7	29,9	29,5	27,7
J	71	31,0	31,5	23,3	26,4	37,6	30,0
K	12	28,8	29,9	24,8	29,7	29,0	28,5
L	34	38,5	33,3	26,5	30,5	37,4	33,2
Total Promedio	232	31,0	30,6	23,1	27,5	33,3	29,1

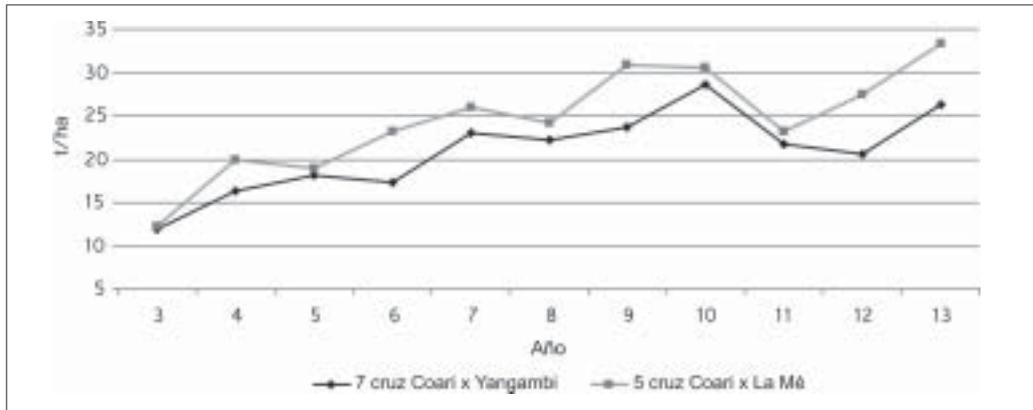


Figura 4. Rendimiento comparativo de los materiales Coari La Me vs Coari Yangambi.

Tabla 3. Conformación y porcentaje de extracción en los cruzamientos de E.o x E.g. Siembra 1998

Código	Número de análisis	Porcentajes					
		FN/Racimo	FPR/Racimo	Pulpa/FN	Aceite/Pulpa FN	Aceite/Pulpa FPR	Aceite/Racimo Indus.
A	8 X 10	39,1	29,4	73,1	51,7	51,1	24,1
B	8 X 10	41,7	27,4	74,5	47,6	48,0	22,8
C	8 X 10	24,2	29,7	78,4	53,2	50,4	20,1
D	8 X 10	46,7	20,5	71,8	48,7	46,0	21,2
E	8 X 10	21,8	22,9	77,3	53,5	50,9	16,5

Por ahora la solución a los problemas de enfermedad parece estar enfocada en el mejoramiento genético (Gómez, Meunier 1995), ya que los cruzamientos híbridos evaluados hasta la fecha no han mostrado casos de pudriciones de flecha, por lo que se consideran tolerantes. Para el material guineensis, al tercer año de siembra se registraban incidencias acumuladas del 5%, al quinto año de 41% y al séptimo del 70,5% (Figura 5).

Al realizar la comparación de medias (Tabla 4), se observó que para la variable producción promedio de los últimos tres años (2003 a 2005) en toneladas por hectárea año, los códigos A y B no mostraron diferencias significativas con unos rendimientos de 25,7 y 27 t/ha/año. Pero sí se hallaron diferencias significativas con respecto a los demás códigos, incluyendo el material guineensis.

En cuanto a las variables peso y número de racimos por palma, los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas. Para el peso promedio, el

tratamiento D presentó un resultado de 16,3 kilogramos, superando ampliamente el del material guineensis (9,9 kilogramos) por el efecto de la pudrición de flechas; los códigos C y A no mostraron diferencias con una media de 12,8 y 12,5 kilogramos respectivamente, pero sí mostraron diferencias con respecto a los códigos E y B, con medias de 11,3 y 11,2 Kilos.

Respecto al número de racimos por palma año (Tabla 4), el código B presentó diferencias significativas con una media de 18 racimos por palma, mientras que A

Tabla 4. Comparación de medias (2003-2005) para las variables número, peso promedio de los racimos por palma y toneladas de RFF por hectárea

Número de racimos		Peso promedio racimo		t/ha/año	
Código	Media	Código	Media	Código	Media
B	18,0 a	D	16,3 a	B	27,0 a
A	15,2 b	C	12,8 b	A	25,7 a
E	14,2 b	A	12,5 b	D	22,5 b
E.g	11,6 c	E	11,3 c	E	21,9 b
C	10,8 c	B	11,2 c	C	18,9 C
D	10,2 c	E.g.	9,9 d	E.g	16,0 D
cv:	7,44		6,81		2,33

Duncan (5%) medias con la misma letra minúscula no son significativamente diferentes.



y E con 15,2 y 14,2, respectivamente, no mostraron diferencias entre sí. Los códigos C y D no mostraron diferencias con medias de 10,8 y 10,2.

Para verificar los resultados de los análisis de conformación de racimo y su respectiva extracción, se realizaron extracciones a palmas individuales escogidas por ser las mejores productoras, y se analizaron racimos individualmente. Se encontró una característica importante para tener en cuenta: la presencia de un porcentaje elevado de FPR mejora la tasa de extracción (Tabla 5).

Los porcentajes de aceite son similares sobre los dos tipos de frutos FN, FPR. El contenido de aceite de la pulpa de los FN es el mismo que en los FPR; sin embargo, es más leve que el obtenido en el promedio sobre los E.g (Tabla 5).

Para el análisis de aceite sobre racimo, se observa en la tablas 3 y 6 que el código A tuvo una diferencia apreciable de 7,5 puntos con respecto al código E, que registró una extracción del 16,5%. Los códigos que presentaron mayor extracción son A y B que alcanzan rendimientos de 6 toneladas de aceite por hectárea, mientras el resto oscilaron entre 3 y 4 toneladas (Tabla 6). Las mayores tasas de extracción se obtuvieron con los racimos mejor formados que corresponden a los híbridos más productivos.

Estas variaciones importantes en la producción de aceite por hectárea brindan las pautas para continuar con las evaluaciones de más cruzamientos.

Como es casi imposible evaluar todos los cruzamientos posibles, por ahora se evaluarán 23 madres diferentes de *Elaeis oleifera* cruzados con 8 pólenes de *Pisífera* de origen La Mé; las siembras para evaluación de estos materiales se hicieron en el año 2004 con un arreglo estadístico y con 6 repeticiones, para un total de 31 hectáreas.

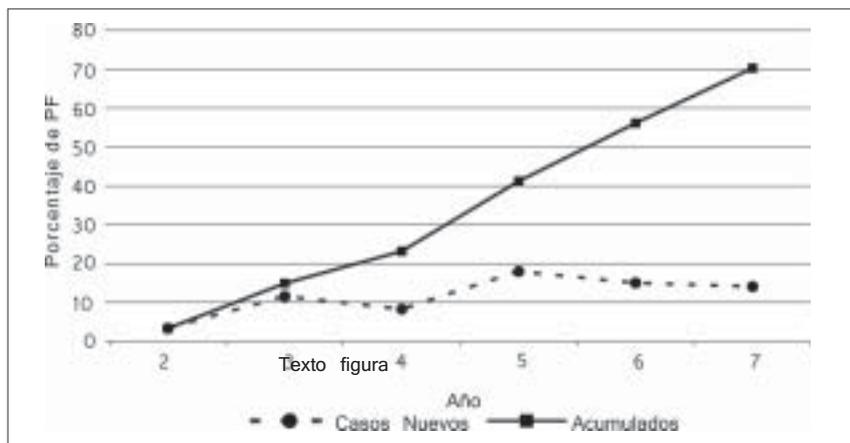


Figura 5. Porcentajes de pudrición de flecha en el material *E.guineensis* Siembra 1998.

Tabla 5. Conformación de los racimos de las mejores F1 de E.o x E.g Siembra 1998

Código	No. de lote	No. de línea	No. de palma	No. de análisis	% de FN racimo	% de FPR racimo	% de aceite racimo
B	10	13	13	2	51,2	18,2	23,2
B	10	13	33	4	50,9	15,7	19,9
A	10	13	15	2	26,7	43,5	25,5
A	10	13	29	2	53,0	14,3	20,7
D	10	13	6	2	38,4	23,8	20,4
E	10	13	7	3	39,0	16,1	20,1

Tabla 6. Porcentaje de extracción alcanzada en planta de beneficio

Código	% aceite/racimo	t/fruta/ha	t/aceite/ha
A	24,1	25,7	6,1
B	22,8	27	6,1
C	20,1	18,9	3,7
D	21,2	22,5	4,7
E	16,5	21,9	3,6

CONCLUSIONES

Ante condiciones desfavorables para el material *E.guineensis*, como lo es la enfermedad pudrición de la flecha o cogollo, existen alternativas viables como los códigos del híbrido de *E.o x E.g* que presentan rendimientos excelentes con productividades de seis toneladas de aceite por hectárea año con polinización asistida.

En promedio para los últimos cinco años, los Coari x La Mé presentaron rendimientos de 5 toneladas de aceite por hectárea año.

Existen diferencias significativas en cuanto a las variables producción, peso promedio de los racimos y número de racimos por palma año, al igual que en cantidad de aceite por racimo, especialmente de los códigos A y B.

Se espera mejorar el híbrido Coari La Mé, y seguir al mismo tiempo buscando nuevas combinaciones con otros orígenes. A corto plazo, la producción de semillas híbridas se hace con todos los genitores de tipo Coari disponibles en cruzamientos con pisífera La Mé que se utiliza en la producción de semillas guineensis.

En función de las observaciones sobre el comportamiento de cruzamientos, los pólenes de algunas Pisíferas La Mé también han sido eliminados de la producción de semillas, al igual que varios genitores femeninos Coari.

La segunda generación se hará al momento de la obtención de los resultados de campo ya establecidos;

está igualmente previsto clonar las mejores palmas de los cruzamientos observados, con el fin de seleccionar un híbrido que sea atractivo para los insectos polinizadores, y con ello evitar el alto costo que representa la polinización asistida.

En la búsqueda de resistencia y/o tolerancia a enfermedades, se continuará con los programas de mejoramiento, tratando de involucrar estos genes de resistencia de *E. oleifera* a los materiales *E. guineensis*, ya que por ahora esta es la única solución a los grandes efectos devastadores de las pudriciones de cogollo.

El híbrido presenta la ventaja de ser cosechado cada tres semanas, con pocos frutos sueltos, una acidez baja, buena calidad de aceite y tener resistencia a la PC, además de su crecimiento lento. Tiene la desventaja de que necesita ser polinizado artificialmente.

BIBLIOGRAFÍA

- Amblard, P. *et.al.* 2004. El mejoramiento de la palma de aceite *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera* por el Cirad-CP. Palmas, volumen especial, Colombia 25(2): 306-310
- Arias, D.M; Rocha S, P.J. 2004. Análisis de diversidad genética en materiales tolerantes y susceptibles a la pudrición de cogollo en palma de aceite mediante marcadores moleculares. Palmas, 25(3): 11-27.
- Gómez, P; Acosta, A; Guevara, L; Nieto, L. 1995. Pudrición de cogollo en Colombia: Importancia, investigación y posibilidades de manejo. Palmas, volumen especial, Colombia 16:198-206.
- Martínez, E. 2004. Experiencias y observaciones sobre el PC y los híbridos en la región Amazónica del Ecuador. Artículo. 25p.
- Meunier, J. 1995. El mejoramiento de la palma de aceite, Palmas, volumen especial 16: 180-186.
- Rocha S, P.J. 2004. Plantas transgénicas frente a la realidad del mercado. Palmas 25(3): 55-69.
- Torres, M; Rey, L; Gelves, F; Santacruz, L. 2004. Evaluación del comportamiento de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, en la plantación Guaicaramo S.A. Palmas, volumen especial 25(2): 350-357.
- Zambrano, R, J.E. 2004. Los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* H.B.K x *Elaeis guineensis* Jacq. Una alternativa de renovación para la Zona Oriental de Colombia. Palmas Colombia, volumen especial 25(2): 339-349.

