

Evaluación de palmas prolíficas en la especie *Elaeis oleífera* e híbridos interespecíficos de *E. oleífera* x *E. guineensis*¹

Evaluation of prolific oil palms in the *Elaeis oleífera* species and interspecific hybrids of *E. oleífera* x *E. guineensis*.

SILVIO BASTIDAS P. Y LUIS HURTADO²

RESUMEN

En 1991 se identificó un tipo de palma mutante en Noli (*Elaeis oleífera* (H.B.K.) Cortez) y en sus híbridos con la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq.), que tienen la cualidad de producir dos o más inflorescencias a partir de un solo punto de crecimiento. Durante 1992 se realizó un estudio con el objetivo de dar alguna explicación respecto al origen de la mutación, utilizando progenies de Noli obtenidas por autofecundación, mediante cruzamientos controlados, por libre polinización e hibridación con palma de aceite. El análisis de varianza indicó que tanto los sistemas de polinización como las familias, difieren estadísticamente (P 0,01) en la capacidad para producir inflorescencias múltiples. Se concluye que las progenies obtenidas por autofecundación tienen mayor probabilidad de producir palmas prolíficas, posiblemente como respuesta a la endocria; además que la característica tiene buena aptitud para heredarse.

Palabras claves: Noli, Mutaciones, Palmas prolíficas, Floración múltiple, *Elaeis oleífera*, *Elaeis guineensis*.

SUMMARY

In 1991 a type of mutant was identified in the Noli species (*Elaeis oleífera*) and in its hybrids with oil palm (*E. guineensis* Jacq.) That produces two or more inflorescences from a single point of growth. A study was carried out in 1992 to explain the origin of the mutation, using Noli progenies obtained by selfings, through controlled crosses, by free pollination and hybridization with oil palm. The variance analysis showed that both the pollination systems and the families differ statistically (P 0.01) in their ability to produce multiple inflorescences. The authors conclude that the progenies obtained by selfings are more likely to produce prolific oil palms, possibly as a response to inbreeding; likewise, this characteristic is highly inheritable.

¹ Contribución de la Sección Oleaginosas Perennes del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. Centro de Investigación «El Mira».

² Respectivamente I.A., M.Sc., Fitomejorador y Auxiliar de Fitomejoramiento de la Sección Oleaginosas Perennes-ICA. Centro de Investigación «El Mira». Apartado Aéreo 161. Tumaco (Nar.), Colombia.

INTRODUCCION

Uno de los factores que dificultan el mejoramiento genético de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq.) es la baja heredabilidad de los caracteres determinantes de la producción (número de racimos, peso promedio y producción total), siendo el número de racimos el de menor heredabilidad. Recientemente, con la identificación de palmas de noli que producen inflorescencias múltiples, se creó la expectativa en cuanto a lograr avances significativos en la selección por este carácter, más aún cuando se ha notado que la característica se transmite a los híbridos interespecíficos entre el noli y la palma de aceite.

De otra parte, el creciente interés en la introgresión recíproca de genes entre las especies *E. oleífera* (H.B.K.) Cortez y *E. guineensis* con el fin de mejorar la calidad de aceite y la resistencia, se puede aprovechar para iniciar estudios de heredabilidad del carácter mutante.

El objetivo de este trabajo fue determinar la fuente de variación que tiene mayor influencia para la manifestación de palmas con inflorescencias múltiples en progenies obtenidas mediante diferentes sistemas de polinización.

REVISION DE LITERATURA

El noli es morfológicamente similar a la palma de aceite, especialmente en cuanto a su forma y aspectos relacionados con la producción (Ferrand 1959; Meunier 1969; Moore 1973; Vallejo 1976). Además es una planta monoica y alógama, que alterna su floración en ciclos masculinos o femeninos, pero que en muchos casos presenta los dos sexos en diferentes inflorescencias (Hurtado y Ramos 1976).

Hartley (1988) ha descrito algunas anomalías en la floración de la palma de aceite, y estas, en algunas de sus formas, coinciden con las que se presentan en material reproducido por clonación (Corley et al. 1986). En noli y en los híbridos interespecíficos, las anomalías se presentan con mucha frecuencia, aunque no se han caracterizado en forma adecuada.

Varios investigadores han registrado colecciones completas de palmáceas, entre ellos Patiño (1977), Lleras (1983) y Braun y Delascio (1987), pero no han identificado una especie que tenga la cualidad de producir inflorescencias múltiples a partir del mismo punto de crecimiento. Recientemente se encontró un tipo mutante, al cual se denominó «palma prolífica», por su capacidad para producir inflorescencias dobles, triples y cuádruples (Bastidas y Hurtado 1991).

MATERIALES Y METODOS

En el Centro de Investigación «El Mira», en Tumaco (Nar.), se realizó esta investigación entre los meses de enero y junio de 1992, utilizando progenies obtenidas por autofecundación, por libre polinización y mediante cruzamientos controlados de Noli x Noli; además se analizaron híbridos interespecíficos (Noli x Palma de aceite).

La metodología se basó en dos conceptos claves. así: En la axila de cada hoja nace un yema que puede generar una inflorescencia femenina o masculina y en ocasiones una hermafrodita. A este respecto, Hartley (1988) define con precisión lo que es una palma normal; por lo tanto, en estas el número de inflorescencias siempre será igual o menor al número de hojas.

De otra parte, «prolificidad» es un término aplicado en fitomejoramiento para designar plantas de maíz con más de dos mazorcas en un tallo (Márquez 1985; Torregroza 1987). Tomando en cuenta este concepto, se adopta el término de «palmas prolíficas» para designar aquellas que produzcan dos o más inflorescencias por cada hoja. Contrario a una palma normal, en una prolífica el número de inflorescencias puede ser mayor que el número de hojas.

En adelante, cuando se mencione inflorescencias, entiéndase como inflorescencias masculinas, femeninas o racimos: por el momento no interesa la diferencia.

La determinación se hizo contando hoja por hoja el número de inflorescencias; cuando el número de inflorescencias es superior al número de hojas, la palma se clasifica como

...se adopta el término de «palmas prolíficas» para designar aquellas que produzcan dos o más inflorescencias por cada hoja.

prolífica. Después de la identificación se hizo la comprobación respectiva mediante una poda de hojas e inflorescencias; en el corte se deben observar claramente los pedúnculos florales (dos o más) sobre la base peciolar de la hoja (Fig. 1 - pg. 60).

Luego se tomó, al azar, una palma prolífica de las previamente identificadas por cada grupo de progenies, con el fin de diseccionarla y verificar la frecuencia de la característica dentro de una misma palma. El reducido número de palmas observadas se debe a que la disección implica destrucción, ya que consiste en tumbar la palma, cortar el tallo cerca de la corona de hojas y luego desprender hoja por hoja con las correspondientes inflorescencias hasta llegar al meristemo.

Finalmente se hizo un análisis estadístico para la variable Porcentaje de palmas prolíficas; el diseño escogido para este análisis fue el anidado con desigual número de observaciones, tratando de determinar la fuente de variación en los niveles considerados (sistema de polinización, familia y palma). Se usó el procedimiento VAR-COMP del sistema de análisis estadístico SAS (1982).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se relacionan las progenies que fueron objeto de estudio, discriminando el número de palmas analizadas y el porcentaje de ellas que fueron prolíficas. Se observa que la frecuencia de aparición de palmas con inflorescencias múltiples fue mayor en las progenies obtenidas por autofecundación, con 42 casos en 172 palmas, para un 24,42%. Siguen en importancia las progenies obtenidas por libre polinización con 16 palmas mutantes de un total de 135 (11,85%); en los híbridos interespecíficos (F1) el porcentaje de palmas prolíficas fue de 2,53% (6 casos en 237 analizadas).

No se sabe si los progenitores madre de estos híbridos (C-25N, C-40N y C-403N, etc.) localizados en Cereté (Córd.) eran prolíficos o portadores de los genes mutantes.

Para mayor claridad en la interpretación de resultados, se analizaron 72 palmas de aceite de las formas dura, tenera y pisífera descendientes de las autofecundaciones L-7T x L-7T; P-850T x P-850T y del cruzamiento L-7T x L-319P. Los padres de los anteriores cruzamientos (L-7T; P-850T y L-319P) se utilizaron para la producción de los híbridos interespecíficos objeto del estudio. El análisis de estas 72 palmas resultó negativo porque ninguna presentó inflorescencias múltiples, demostrando que la mutación se originó en la especie *E. oleífera*; los pocos

casos encontrados en los híbridos Noli x Palma de aceite indican que la característica es compatible y que se hereda.

Por otra parte, en 21 de las familias estudiadas se encontraron palmas con floración múltiple, lo que representa el 70% (Tabla 1); sin embargo, algunas presentan mayor cantidad de palmas prolíficas que

Tabla 1. Porcentaje de palmas mutantes encontradas en progenies de Noli e híbridos interespecíficos Noli X Palma de aceite con diferentes sistemas de polinización.

Sistema de polinización	Identificación de las familias	No. de palmas observadas	No. de palmas prolíficas	% palmas prolíficas
AF	C-403N	23	3	13,04
AF	C-57N	21	13	61,90
AF	C-40N	17	5	29,41
AF	C-32N	22	0	0,00
AF	C-25N	21	1	4,76
AF	C-45N	24	4	16,67
AF	C-01N	22	12	54,55
AF	C-09N	22	4	18,18
Subtotal AF		172	42	24,42
LP	C-31N	24	5	20,83
LP	C-13N	22	5	22,73
LP	C-02N	23	2	8,70
LP	C-17N	23	1	4,35
LP	C-15N	21	1	4,76
LP	C-28N	22	2	9,09
Subtotal LP		135	16	11,85
CC	C-39N x 327N	23	4	17,39
CC	C-433N x C-308N	24	1	4,17
CC	C-210N x C-327N	23	0	0,0
CC	C-434N x C-535N	24	2	8,33
CC	C-423N x C-305N	23	2	8,70
CC	C-429N x C-462N	140	13	9,29
Subtotal CC		140	13	9,29
HI	C-15N x L-7T	24	0	0,0
HI	C-25N x L-305P	24	2	8,33
HI	C-15N x L-312P	24	0	0,0
HI	C-13N x L-2292P	24	0	0,0
HI	C-01N x L-2063P	24	0	0,0
HI	C-17N x L-319P	24	0	0,0
HI	C-403N x P-850T	24	0	0,0
HI	C-40N x P-1047P	22	3	13,64
HI	C-403N x L-451T	23	0	0,0
HI	C-403 x L-512P	24	1	4,17
Subtotal HI		237	6	2,53
Total	30 Familias	684	77	11,26

C = Cereté - Colombia
 N = Noli (*E. oleífera*)
 L = La Mé (Costa Marfil)
 P = Pobé (Costa de Marfil)
 P = Pisífera

T = Tenera
 AF = Autofecundación
 LP = Libre polinización
 CC = Cruzamiento controlado
 HI = Híbridos Interespecíficos

otras; por ejemplo, en las familias C-57N y C-01N se encontró el 61,90 y el 54,55%, respectivamente.

El análisis de varianza (Tabla 2), realizado con datos transformados para ARCOSENO (% + 1), indica que existen diferencias altamente significativas entre los sistemas de polinización y entre familias dentro de cada sistema. Se realizó la prueba de Duncan para la fuente de variación sistemas de polinización, y se encontró que las autofecundaciones tienden a producir mayor porcentaje de palmas prolíficas, con un 95% de probabilidad; las palmas generadas por libre polinización (LP) y mediante cruzamientos controlados (CC) no difieren entre sí, pero son estadísticamente diferentes de los híbridos interespecíficos (HI) (Tabla 3). El coeficiente de variación CV=38,22% es alto y se debe a la naturaleza de la observación, y por lo tanto no afecta la certeza de los resultados.

Tabla 2. Cuadrados Medios para la característica porcentaje de palmas prolíficas en la especie *Elaeis oleifera* e híbridos interespecíficos (ANOVA con datos transformados por ARCOSENO (%+1)).

Fuente de Variación	G.L.	C.M.	C.V.%
Repeticiones	1	20,557 NS	38,221
Sistema polinización	3	1,085,004 ++	
Familias (Sist. polinización)	26	210,292 ++	

++ = Significancia al 1%
NS = No significativo

Al realizar la disección de una palma prolífica, por cada sistema de polinización (AF, LP, CC, HI) y de una normal, se encontró que no habían diferencias apreciables entre las mutantes; en cambio, la diferencia fue notoria con relación a la normal, ya que la variación fue entre 15 y 29 inflorescencias en favor de las primeras (Tabla 4). No se encontró una secuencia lógica para la aparición de inflorescencias múltiples; sin embargo, por lo que se ha observado, estas aparecen después de la ocurrencia del aborto y malogro de racimos, pues la palma emite inflorescencias múltiples para compensar las que se perdieron y se acomodan de tal forma que ocupan los espacios vacíos, haciendo que la característica pase desapercibida. De la Tabla 4 se hace el siguiente análisis teórico, tomando como testigo al noli normal que en 41 hojas sólo presentó 36 inflorescencias, lo que significa un 12,20% de aborto. Si se asume que el 5% de las inflorescencias que entran en antesis se malogran por diferentes causas, el total de pérdidas llega a 17,2%. Por

otra parte, la emisión foliar en una palma noli de 15 años de edad está entre 16 y 24 hojas/año, para un promedio de 20; esto equivale a decir que 20 hojas con sus racimos o inflorescencias cumplen su ciclo en un año. Si se aplican estos criterios se obtiene los datos que se presentan en la Tabla 5.

En la Tabla 5 se aprecia la ventaja comparativa de las palmas prolíficas frente a las normales, en el ciclo femenino, la diferencia equivale a casi un año de producción de una palma normal, en términos de número de racimos.

Tabla 3. Prueba del Rango Múltiple de Duncan y promedios transformados para la variable porcentaje de palmas prolíficas.

Característica	Sistemas de polinización	Promedio
Porcentaje de palmas prolíficas	AF	28,020 a*
	LP	19,025 b
	CC	16,887 b
	HI	8,976 c

* Promedios seguidos por la misma letra no difieren entre sí (Duncan = 0,05)

CONCLUSIONES

Del estudio se desprenden las siguientes conclusiones:

Se comprobó que la manifestación de palmas con inflorescencias múltiples fue mayor en las autofecundaciones y en menor grado en los cruzamientos controlados, lo cual sugiere que el fenómeno se presenta como respuesta a la endocría.

Relacionado con lo anterior, la población parental debió originarse a partir de un núcleo reducido de palmas espontáneas, siendo esta la causa para que la mutación se presente en los descendientes de cruzamientos controlados (se cruzaron artificialmente palmas emparentadas o con algún coeficiente previo de endogamia).

Ya que en palma de aceite hasta ahora no se ha encontrado el fenómeno, es de suponer que el portador de la característica mutante es el noli, y que tiene aptitud para heredarse, pues se presentó en los híbridos interespecíficos en un 2,53% de los casos.

En los hábitos de floración del noli se presentan tres casos que pueden permitir, en determinados momentos, la autofecundación natural; estos son: 1) Formación de inflorescencias hermafroditas, en las cuales se observan espigas basales femeninas que terminan en un penacho de espigas masculinas (Fig. 2). 2) cambio

Tabla 4. Registro de inflorescencias múltiples por hoja en palmas prolíficas de Noli en comparación con un testigo normal.

Identificación de la hoja	Sistema de polinización				
	AF	LP	CC	HI	NO
Hoja 1	1	1	1	1	1
Hoja 2	2	1	3	1	1
Hoja 3	3	1	1	1	1
Hoja 4	2	1	4	1	1
Hoja 5	2	1	2	1	1
Hoja 6	1	2	1	1	1
Hoja 7	2	1	1	1	1
Hoja 8	1	2	1	1	1
Hoja 9	1	2	1	1	1
Hoja 10	2	1	1	1	1
Hoja 11	2	1	1	1	1
Hoja 12	1	3	1	2	1
Hoja 13	1	1	1	2	1
Hoja 14	1	1	1	2	1
Hoja 15	1	1	1	2	1
Hoja 16	3	1	1	2	1
Hoja 17	3	1	1	2	1
Hoja 18	2	1	2	2	1
Hoja 19	2	1	2	2	1
Hoja 20	2	1	3	2	1
Hoja 21	2	1	4	2	1
Hoja 22	1	1	4	0	1
Hoja 23	2	1	2	0	1
Hoja 24	2	1	3	2	1
Hoja 25	1	1	2	1	1
Hoja 26	2	2	1	0	1
Hoja 27	2	2	1	2	1
Hoja 28	1	0	1	0	1
Hoja 29	1	1	1	1	1
Hoja 30	3	3	0	2	0
Hoja 31	2	2	1	2	1
Hoja 32	1	1	1	1	1
Hoja 33	1	2	0	2	0
Hoja 34	1	1	1	2	1
Hoja 35	1	1	0	3	1
Hoja 36	2	2	1	2	1
Hoja 37	1	1	1	1	1
Hoja 38	0	1	0	1	0
Hoja 39	1	0	1	2	1
Hoja 40	1	1	0	2	0
Hoja 41	2	1	1	2	0
Total 41	65	51	56	59	36

Nota: Únicamente se registró hasta la hoja 41 debido a que más allá se presenta descomposición de pedúnculos y confusiones.

AF = Autofecundación
LP = Libre polinización
CC = Cruzamiento controlado

HI = Híbrido interespecífico
NO = Noli normal

Tabla 5. Análisis teórico de la producción de inflorescencias en palmas prolíficas de Noli

Características	Sistema de polinización				
	AF	LP	CC	HI	NO
Número de inflorescencias observadas/palma en 41 hojas	65	51	56	59	36
Pérdidas estimadas por aborto y malogro de racimos (17%)	11	9	10	10	6
Producción de inflorescencias por palma (Diferencia entre 1 y 2)	54	42	46	49	30
Emisión foliar por palma/año	20	20	20	20	20
Producción de inflorescencias/palma/año*	27	21	23	24	15
Diferencia con noli Prolífica normal	12	6	8	9	-

* Número de inflorescencias producidas por las 20 hojas, equivalente al 50% de las observadas en 41 hojas.

en el ciclo de floración, por lo que se presentan inflorescencias masculinas y femeninas. En la misma planta (Fig. 3). 3) Formación de inflorescencias múltiples en una misma hoja, siendo una masculina y la otra femenina en los tres casos, la condición necesaria para que ocurra la autofecundación es que las flores masculinas y femeninas sean funcionales y entren en anthesis al mismo tiempo.

-En la palma de aceite se abre una nueva expectativa de mejoramiento con estas palmas prolíficas, ya que de una u otra manera regulan su propia producción, aumentando la heredabilidad en la selección por número de racimos.

-Es necesario continuar los estudios que permitan dilucidar la naturaleza genética de la característica, a través de cruzamientos y autofecundaciones entre palmas prolíficas, así como hibridaciones con la palma de aceite.

BIBLIOGRAFIA

- BASTIDAS, P.S.; HURTADO, C.L. 1991. Palmas prolíficas en la especie *Elaeis oleífera*, una mutación afortunada. Sección Oleaginosas Perennes, ICA, Tumaco (Nar.). 14p.
- BRAUN, A.; DELASCIO, C.F. 1987. Palmas autóctonas de Venezuela y de los países adyacentes. Litopar, Caracas. 156p.
- CORLEY, R.H.V.; LEE, C.H.; LAW, I.I.; WONG, C.I. 1986. Abnormal flower development in oil palm clones. *The Planter (Malasia)* v.62. p.233-240.
- FERRAND, M. 1959. Estudio del Noli (*Elaeis melanococca*) en el Valle del Sinú. Instituto de Fomento Algodonero-IFA, Bogotá.
- HARTLEY, C.W.S. 1988. The oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. 3L Ed. Lognam Group U.K. Limited, London. 761p.
- HURTADO, J.R.; RAMOS, G. 1970. Estudio de la palmera Noli (*Elaeis melanococca*) y preliminares de su fitomejoramiento en Colombia. *Acta Agronómica (Colombia)* v.20 nos.1-2, p.9-23,
- LLERAS, P.E. 1963. Palmeras poco utilizadas de América Tropical. Informe de la reunión de consulta sobre palmeras poco utilizadas de América Tropical. CATIEFAO. Turrialba, Costa Rica. 112p.
- MARQUEZ, S.F. 1985. Genotecnia vegetal, métodos, teoría, resultados. Tomo I. A.G.T. Editor S.A. México. 357p.
- MEUNIER, J. 1975. Le «Palmier a'huile» americain *Elaeis melanococca*. *Oleagineux (Francia)* v.30 no.2, p.51-61.
- MOORE, H.E. 1973. Tropical forest ecosystems in Africa and South América. A comparative review; Palms in the tropical forest ecosystems of Africa and South America. Smithsonian Institute, Washington, p. 63-87.
- PATINO, V.H. 1977. Palmas oleaginosas de la Costa colombiana del Pacifico. *Cespedesia (Colombia)* v.6 nos.23-24, p.131-260.
- SAS INSTITUTE. 1982. Statistical Analysis System: User's guide: Statistics. SAS Institute, Cary N. C.
- TORREGROZA C, M. 1987. Curso sobre mejoramiento de alógamias. Programa de Estudios para Postgrado en Fitotécnica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- VALLEJO R., G. 1976. Estudio de poblaciones espontáneas de la palma noli (*Elaeis oleífera* Cortés) en Colombia. Programa Estudios para Graduados-Universidad Nacional de Colombia - Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá. 163p. (Tesis M.Sc).

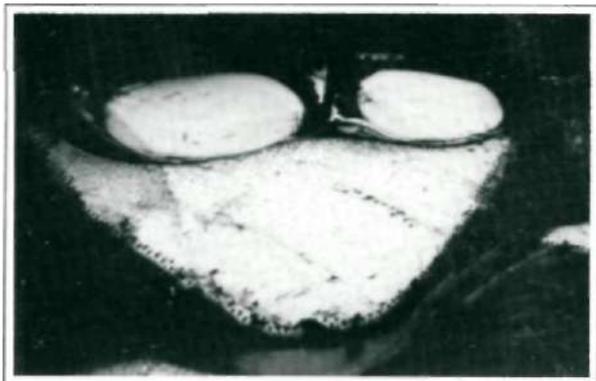


Figura 1, Corte transversal del peciolo y los pedúnculos con que se demuestra la prolificidad de una palma.



Figura 2. Inflorescencia hermafrodita. Base femenina con espigas masculinas.



Figura 2a. Palma noli con floración hermafrodita. Nótese que cada racimo (flores femeninas) termina en un penacho de flores masculinas.

Figura 3.

Aspecto de una palma Noli cambiando de ciclo de floración. Nótese que inicialmente estuvo en ciclo femenino (racimos) y que inicia ciclo masculino (inflorescencias cercanas a la flecha).

