

en el caso de las importaciones de aceite de soya en bruto los principales países de compra fueron los Estados Unidos con un 94,28 por ciento, Suiza 4,38 por ciento y en tercer lugar Argentina con 1,34 por ciento.

Las importaciones de sebo acumulado al mes de marzo de Argentina fue de US\$ 375.100 y aceite de soya fue de US\$ 192.500.

Las importaciones de Chile de aceite de pescado semirefinado acumulado al mes de marzo fue de US\$ 1.667.600.

Las importaciones de aceite de palma del Ecuador acumulado al mes de marzo fue de US\$ 199.500.

Las importaciones de aceite de soya de los Estados Unidos acumulado a marzo fueron de US\$ 13.465.654 y las importaciones de sebo fueron de US\$ 2.746.380.

Las importaciones de aceite de pescado semirefinado fue de US\$ 1.720.000.

### IMPORTACIONES DE ACEITES Y GRASAS 1983 - TONELADAS

	Mayo	Total
Aceite de soya	9.881	54.693
Manteca y grasa de cerdo	995	3.660
Aceite de pescado	—	6.194
Aceite de oliva	47	98
Aceite de maní	—	—
Aceite de algodón	—	500
Aceite de coco	646	1.716
Otros aceites vegetales	—	352
Subtotal	11.569	67.213
Sebo	7.730	23.791
<b>TOTAL</b>	<b>19.299</b>	<b>91.004</b>

Fuente: Sobados  
Realizó: Fedepalma

### PRECIOS INTERNACIONALES DE ACEITES Y GRASAS (1) US\$ POR TONELADA PROMEDIO MAYO 1o. A MAYO 31 DE 1983.

	CRUDO (2)*	REFINADO (3)**
Aceite de palma (4)	446,00	
Aceite de soya	441,00	508,54
Aceite de algodón	621,00	674,87
Sebo	352,74	369,27
Aceite de palmiste (4)	558,00	
Aceite de coco	622,00	

- (1) Mercado Nueva York  
(2) FOB  
(3) FAS  
(4) CIF.

Fuente: \* Oil World  
\*\* Idema Oficina de Planeación.

Continuación boletín No. 84

## NOTAS TECNICAS

### PRIMEROS ESTUDIOS DE LOS ACCIDENTES DE FERTILIDAD EN EL HIBRIDO INTERESPECIFICO DE PALMA AFRICANA. *Elaeis Melanococca X E. Guineensis*

Pro aluminoso a 5p. 100 durante una hora por lo menos, se lavan en agua corriente durante 10 minutos, se tiñen con homotaxilina durante 12 horas, se hace la diferenciación durante 15 minutos con hierro aluminoso a 3p. 100, se lavan durante 2 horas con agua corriente, y luego pasan al proceso de deshidratación que dura 1 a 2 minutos con alcohol de 100% y monta de Euparal.

### RESULTADOS

#### 1. Análisis de la meiosis

Aparte del tamaño pequeño de los cromosomas, se encuentran además otros problemas en el análisis de la meiosis de

la palma africana: la metafase I, la cual constituye la etapa más favorable para la observación, es demasiado fugaz. En un fragmento de espiguilla de 1 centímetro, las células madres de las flores de la base pueden encontrarse ya en tétradas, mientras que las de la punta están en la profase, lo cual limita el número de flores para la observación. Además de esto y a pesar del uso de hidrato de cloral, un citoplasma por lo general oscuro, dificulta la observación. Finalmente, en el momento de la maceración hay una resistencia al esparcimiento de los cromosomas, los cuales con frecuencia permanecen aglomerados, limitando considerablemente el número de placas analizables en la metafase.

Esto explica por que hasta el momento no ha sido posible obtener una cantidad apreciable de células madre para algunos árboles. Los apareamientos meióticos aparecen en la Tabla 1.

En la planta madre *E. guineensis*, el apareamiento promedio por célula es 0,31 I 15,516 II 0,234 IV, con 29,86 quiasmas (1) por célula, y un valor promedio de 1,867 quiasmas por

(1) Puntos en los cuales hay un cambio de parejas o cruce en dos cromátides de un grupo de cuatro, durante la primera profase de la meiosis.

bivalente (esta cifra es un poco menor que el valor teórico de 2 obtenido cuando todas las ramas cromosómicas participan en el apareamiento).

En la otra planta madre, *E. melanococca*, el apareamiento promedio por célula es 0,146 I 15,683 II 0,122 IV, con 30,44 quiasmas por célula y un promedio de 1,91 quiasmas por bivalente.

En el caso de las dos plantas madres, el análisis del apareamiento meiótico indica que éste es prácticamente normal, y debe llevar a una distribución balanceada de los cromosomas en los gametos. Por otra parte, es curioso observar la existencia de tetravalentes, lo cual nos induce a interpretarlo como una indicación de translocaciones recíprocas entre los cromosomas, es decir, de un reordenamiento intragenómico, a menos que las dos especies no sean diploides verdaderos sino alopoliploides segmentados.

Aunque hasta el momento se ha estudiado solamente un número reducido de células madres, el apareamiento en el híbrido F1 es casi normal con 15,714 II 0,143 IV. Existen 29,095 quiasmas por célula, y un promedio de 1,815 quiasmas por bivalente.

La distribución de los cromosomas en los gametos es muy balanceada, y al final de la meiosis se observa una formación regular de tétradas; hasta el momento no se ha encontrado ningún micronúcleo. Nuestros resultados son muy semejantes a los obtenidos por Hardon y Tan (1969), y la única diferencia consiste en la presencia de unos pocos multivalentes. Sin embargo, la regularidad de la meiosis no implica que el desarrollo posterior de los granos de polen deba ser normal sistemáticamente. De hecho, Arnaud (1980) determinó que las tasas de germinación del polen *in vitro* eran de 20 p. 100 para el híbrido *E. melanococca* Colombia X *E. guineensis*, y 44 p. 100 para la *E. melanococca* Brasil X *E. guineensis*, mientras que en las plantas madres eran de más de 70 p. 100. Por lo tanto, algunos granos de polen se degeneran entre la etapa de la meiosis y la de la antesis, o simplemente no pueden germinar.

## 2. Análisis de los sacos embrionarios el día de la antesis.

Por analogía con el trabajo realizado por Gascon (1953) sobre el comportamiento de los sacos embrionarios en las palmas estériles del tipo *pisifera*, adugimos que en el híbrido F1 podrían presentarse fenómenos similares. Tomando cortes de flores femeninas hechos el día de la antesis, pudimos determinar las proporciones respectivas de los sacos normales y de aquellos denominados "no diferenciados" (dentro de esta categoría se cuentan los pocos sacos cuyas configuraciones indican un gran retardo en su desarrollo). Todos los resultados aparecen en la Tabla II.

La *E. guineensis* tiene 93,6 p. 100 de sacos embrionarios normales (SEN). Si tomamos en cuenta el hecho de que es suficiente un saco normal de los tres que se encuentran generalmente para hacer posible la fructificación, llegamos a tener 100 p. 100 de flores fecundables.

La frecuencia de sacos normales en la *E. melanococca* (70,4 p. 100) es significativamente inferior ( $X^2=17,54$  para 1 d.l.). No existen datos suficientes que permitan una comparación válida entre las palmas originarias de Brasil y de Colombia;

sin embargo, el porcentaje para las flores fecundables en esta especie también es cerca de 100.

Pero en los híbridos de la primera generación observamos una reducción considerable en la tasa de sacos embrionarios normales (SEN), cual se reduce a 43,2 p. 100 cuando la *E. melanococca* es originaria del Brasil, y a 21,4 p. 100 cuando es de Colombia. Está claro, y las observaciones hechas en las plantaciones lo confirman, que el rendimiento de los híbridos varía en gran medida de acuerdo con el origen de la *E. melanococca*. Por consiguiente un 85,1 p. 100 de las flores es fertilizable en el híbrido obtenido con la especie de Brasil, mientras que solamente 49,7 p. 100 son flores fecundables cuando la especie utilizada es la de Colombia. Según lo anterior, entre una quinta parte (1/5) y la mitad de las flores del racimo son totalmente incapaces de desarrollarse, a no ser a través del medio partenocárpico.

Todas estas observaciones han permitido estudiar la distribución de los sacos embrionarios normales y no diferenciados en la flor. Los valores teóricos de las clases que tienen 0, 1, 2, ó 3 SEN se obtienen desarrollando el binomio  $(p+q)^3$ , donde  $p$  es la tasa o frecuencia de sacos no diferenciados y  $q$  (complemento de 1) es la frecuencia de sacos embrionarios normales o, respectivamente,  $p^3$ ,  $3p^2q$ ,  $3pq^2$ ,  $q^3$ . Los valores de  $X^2$  (para los cuales algunas veces es necesario reagrupar ciertas clases) son:

- *E. guineensis*:  $X^2=$  no calculable debido a la falta de clases;
- *E. Melanococca*:  $X^2= 0,93$  por 1 grado de libertad; no es significativo;
- F1 *E. melanococca* Brasil X *E. guineensis*:  $X^2= 3,50$  para 2d 1.SN;
- F1 *E. melanococca* Colombia X *E. guineensis*:  $X^2= 0,39$  para 1 d.1. SN.

También se ha demostrado que la existencia de un saco embrionario no diferenciado en una flor no afecta el estado de los otros dos sacos generalmente presentes. Esto permite trazar la curva calculada del porcentaje de flores fecundables en función de la tasa de sacos no diferenciados (sobre la abscisa en la Figura p.334).

Los porcentajes observados de flores fecundables (Ff) se aproximan notablemente a los porcentajes teóricos deducidos de la ecuación  $Ff=1-p^3$ .

Plantas madres	P.100 de flores fecundables	
	observado	teórico
— <i>E. m.</i> Brasil	100.0	99.9
— <i>E. m.</i> Colombia	97.3	97.4
— F1 <i>E. m.</i> Brasil X <i>E. guineensis</i>	81.5	81.7
— F1 <i>E. m.</i> Colombia X <i>E. guineensis</i> .	49.7	51.5

## 3. Examen de los sacos embrionarios 10 días después de la antesis.

Por medio del examen realizado el día de la antesis es posible observar que algunos sacos embrionarios son indiferenciados, y unos pocos están atravesando el proceso de diferenciación. Por consiguiente, un cierto porcentaje de las flores del híbrido F1, el cual varía de acuerdo con el tipo de cruce, es absolutamente estéril. En vista de que los estig-

mas son receptivos únicamente durante un tiempo, tampoco es posible usar los sacos que atraviesan el proceso de diferenciación.

Por otra parte, ¿qué sucede con los sacos embrionarios normales, recordando que los racimos híbridos analizados se beneficiaron en este experimento de la polinización asistida por medio de la aplicación del polen tomado de la planta madre *E. guineensis*? Con el fin de poder responder a esta pregunta, procedimos a remover los ovarios unos diez días después de la antesis, y éstos fueron seccionados y teñidos después de haber sido cubiertos con parafina. Durante esta etapa, el examen de la óvula no permite obtener un criterio de fertilización y desarrollo ya que no se puede observar en forma sistemática debido a su fragilidad y, además, no se han iniciado las primeras divisiones del futuro embrión. Pero se ha aceptado que el núcleo secundario fertilizado se divide rápidamente para formar los núcleos endospermicos que posteriormente se convertirán en albumen.

Para llenar la columna correspondiente a los sacos embrionarios normales y fertilizados hemos anotado únicamente la presencia de los núcleos endospermicos. Esto implica que ha ocurrido la fecundación y que el saco se está desarrollando, aunque en esta etapa no se puede juzgar la evolución del zigote.

En la categoría "N" (normal) se incluyen diferentes casos: se refiere a los sacos que eran normales el día de la antesis, pero que nunca se desarrollaron por varias razones:

- Fecundación fallida, como dijimos anteriormente, se realizó una polinización asistida con polen de la *E. guineensis*, y el criterio según el cual se escogieron los racimos analizados fue la simultaneidad de la receptividad de los estigmas. En dicho caso, la fecundación debería estar 100 p. 100 garantizada, a menos que hubiese barreras en el estigma o el estilo, oponiéndose a la penetración del tubo del polén. Este punto debe aclararse posteriormente.

- Ausencia de división del núcleo secundario, a pesar del hecho de que la óvula demuestra tener un núcleo cuyo volumen, mucho mayor que en el día de la antesis, indica que el tubo de polén ha penetrado efectivamente dentro del saco.

- Competencia entre los sacos, en algunas flores que tienen dos y hasta tres sacos normales, uno de ellos se ha desarrollado considerablemente (adquiriendo mayor volumen), apiastando a uno o a los dos sacos potencialmente fértiles. Esto es especialmente cierto en el caso del híbrido *E. melanococca* Brasil X *E. guineensis*, en el cual un saco fecundado rico en núcleos endospermicos ha duplicado o triplicado su volumen en perjuicio de los otros sacos que quedan aplanados. Por el contrario, en las plantas madres o en el híbrido con *E. melanococca* Colombia, este tipo de situación aún no se ha definido con claridad.

Con base en lo anterior, cuando la *E. melanococca* es originaria de Brasil, se ha determinado que 15,3 p. 100 de los sacos embrionarios han comenzado a desarrollarse, mientras que 43,2 p. 100 tenían la capacidad para hacerlo (tabla III). Diez días después de la antesis, 44,2 p. 100 de los sacos están presentes (desarrollados o no), y éste es un valor muy semejante al obtenido el día de la floración. El porcentaje de flores fructificadas se reduce a 42,9, mientras que el de flores fecundables era de 81,2 p. 100.

Si la planta madre *E. melanococca* es originaria de Colombia, vemos que solamente han comenzado a desarrollarse 9,2 p. 100 de los sacos, mientras que 21,4 p. 100 tenían la capacidad para hacerlo (diez días después de la antesis se encontraron 25,7 p. 100 de sacos normales, desarrollados o no). En este estado, 23,5 p. 100 de las flores que tenían la capacidad para hacerlo.

## CONCLUSIONES

El examen cariológico de la meiosis de las células madres de los granos de polen indica que el apareamiento en la metafase I es casi normal, tanto en las plantas madres como en el híbrido F1. Principalmente encontramos cifras con 16 bivalentes y, por lo tanto, hay una distribución balanceada de cromosomas en los gametos, con la presencia de tétradas regulares y la ausencia de micronúcleos. Aunque posteriormente hay evidencia de que gran parte del polen tomado de los híbridos F1 no puede germinar, esto no se debe a una esterilidad cromosómica, por lo menos en los árboles estudiados hasta el momento. No obstante, existe la posibilidad de que el polen se desarrolle de manera anormal entre la meiosis y la antesis.

En las flores femeninas de los híbridos F1 tomadas el día de la floración, el análisis de la conformación de los sacos embrionarios se inclina a favor del cruce con una planta madre *E. melanococca* de Brasil. Esta ventaja prevalece 10 días después de la antesis, en vista de que han empezado a desarrollarse 15,3 p. 100 de los sacos, contra 9,2 p. 100 en el caso de utilizar una planta madre de origen colombiano. La diferencia es más marcada en las flores, con 42,9 p. 100 flores fructificadas contra 23,5 p. 100. Estos resultados implican que, en ambos casos, la probabilidad de la fructificación de un saco se aproxima a  $p=0,35$  (es decir,  $15,3/44,2 = 0,346$  y  $9,2/25,7 = 0,358$ ). El saco puede no fructificar debido a una fecundación fallida, a la incompatibilidad entre el núcleo secundario y uno de los núcleos reproductivos si el polen evita la formación de albumen, y a una posible competencia entre dos sacos normales, sin que sea posible decir en este momento cuál es el papel respectivo de cada uno de estos fenómenos. Tomada de *oléagineux*, vol. 37, No. 7, 1982.



### FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE PALMA AFRICANA

Calle 54 No. 10-81, Piso 7. Tels: 2854358 - 2116823  
Apartado Aéreo 13772 Bogotá, Colombia

## IMPRESOS