Selección de Palma Africana y producción de Semilla en el centro para la investigación de Palma de Dami en Papua, Nueva Guinea

C.J. Breure. J. Konimor y E. A. Rosenquist

RESUMEN

En 1968 fueron plantados bloques genéticos de palmeras oleaginosas en el Centro para la Investigación de Palmeras Oleaginosas Dami de Papua Nueva Guinea. Se ofrece una descripción sobre el origen y la subsiguiente selección y reproducción del material **dura** Deli y del material africano usados como fuentes generadoras de **dura** hembra y **pisifera** macho para la producción de semillas.

Los resultados de los experimentos realizados en Dami han establecido el alto nivel de transmisión hereditaria del estado magnesífero, al tiempo de demostrar que la selección de un estado de alto nivel magnesífero origina un aumento en la producción de aceite de palmera bajo las condiciones locales.

Un índice de racimo más alto supone una producción incrementada relativa al desarrollo vegetativo. Los resultados muestran que, a pesar del bajo nivel de transmisión hereditaria, la selección de un índice de racimo más alto puede originar producciones mayores por área unitaria.

Los resultados confirman la necesidad de verificar la progenie del generador **pisifera,** así como la conveniencia de verificar la progenie de todos los generadores **dura.** Se describen los métodos adoptados en Dami.

Durante el tercer y cuarto año de cosecha, las progenies **dura** y **pisifera** de los generadores **pisifera** seleccionados, produjeron 6.8 toneladas de aceite anuales por hectárea.

INTRODUCCION

Poco después de que New Britain Palm Oil Development Ltd. (NBPOD) realizó en 1967 la primera plantación comercial a gran escala, se creó el Centro para la Investigación de Palma Africana de Dami (OPRS). El Centro perteneció y fue financiado por Harrisons y Crosfield hasta que en 1975 **la** propiedad fue transferida a NBPOD, que pertenece conjuntamente al gobierno de Papua, Nueva Guinea y a Harrisons y Crosfield.

El OPERS de Dami está situado en la Costa Norte de Nueva Bretaña Occidental en Papua Nueva Guinea, La precipitación anual promedio es de aproximadamente 4.000 mm por año y hay unas 1.800 horas de sol por año (Breure, 1978). La estación se desarrolló a partir de bosques secundarios. Los suelos volcánicos han respondido muy poco a los fertilizantes (Breure y Rosenquist, 1977). Para lograr la producción máxima fue esencial efectuar una polinización asistida hasta que se introdujo como agente de polinización en 1981 el insecto **Elaeidobius kamerunicus. El** medio ambiente general es muy favorable al cultivo de palma africana.

La razón más importante para la creación del OPRS de Dami era garantizar la disponibilidad de semillas de alto rango para la expansión de la industria de palma africana en Papua Nueva Guinea. Con ese objeto se sembraron en Dami en 1968 progenies derivadas de palmas existentes en el Centro para la Investigación de Palma Africana de Harrisons y Crosfield en Malasia. Este material malasio venía de Indonesia, a donde había llegado desde Africa.

Se registraron todos los detalles de los ensayos de Dami, incluyendo las medidas de crecimiento no destructivas tomadas por los trabajadores malasios (Hardon et al., 1969, Corley et al., 1971). Breure (1978, 1982), Rosenquist (1982) y Breure y Corley (1983) han publicado algunos de los resultados del programa de reproducción del Centro de Dami.

En 1974 se comenzó con la producción de semillas y hacia 1982 se estaban produciendo anualmente unos dos millones de semillas. Una gran parte de esta semilla se exporta, especialmente a América Central y del Sur.

En este artículo se describen el origen del material de reproducción, el rendimiento de los cruces introducidos, la formulación de los criterios de se-

Investigadores de HFAS Ltd.

lección y de los objetivos y los resultados de las pruebas de progenie efectuadas sobre el material de Dami en el medio ambiente local. Se mencionan los criterios para la selección de ortets para su multiplicación como clones.

A lo largo del artículo, la "Diferencia Menos Significativa" (LSD) con una probabilidad del 5% se indica con un asterisco; con una probabilidad del 1%, con dos asteriscos; y de 0.1%, con tres asteriscos.

Biología floral y clasificación

La palma africana es monoica, produce inflorescencias separadas macho y hembra en una misma palma en ciclos de duración variable. Es muy fácil realizar la polinización controlada para la reproducción y producción de semillas.

El fruto tiene un mesocarpio fibroso blando que contiene aceite y que rodea a una concha dura o endocarpio, y uno a tres palmistes. El aceite se extrae del mesocarpio y del palmiste.

Se distinguen principalmente tres formas de frutos según el espesor de la concha:

— **dura.** Concha de 2 a 8 mm, sin fibras alrededor de la concha; mesocarpio: 35 a 70%.

— **tenera:** Concha hasta de 3 mm, rodeada de fibras; mesocarpio: 60 a 95%.

— pisifera: Sin concha pero con fibras alrededor del palmiste aunque puede no haber palmiste.

El **tenera** es un híbrido monofactorial de dura y pisifera. El cruce de las tres formas de frutos dará los siguientes índices de segregación:

— **dura** x dura: 100% dura

— dura x tenera: 50% dura y 50% tenera

— dura x pisifera: 100% tenera

— tenera x pisifera: 50% tenera y 50% pisifera

— tenera x tenera: 25% dura, 50% tenera y 25% pisifera

Debido al porcentaje considerablemente más alto de mesocarpio, todas las siembras comerciales modernas usan **tenera** producida a partir de **dura y pisifera** como progenitores femenino y masculino, respectivamente.

Origen del material de siembra

Los programas modernos de reproducción de palma africana tienen como objetivo la selección de palmas **dura y pisifera** para la producción del material híbrido comercial **tenera.**

Se presenta en detalle el origen de los progenitores **dura y pisifera** de Dami puesto que tiene un interés histórico y una importancia práctica para la comparación con otras fuentes de material de siembra.

Origen de los **progenitores dura**

El material dura es de un tipo referido generalmente como **dura** Deli. Hardon y Thomas (1968) describen el origen de este material a partir de cuatro palmas introducidas al Jardín Botánico de Bogor (Indonesia) en 1848 y relatan su subsiguiente distribución y reproducción en Asia Suroriental.

Jagoe (1952) describe muy detalladamente la forma como se introdujo en Malasia el material de reproducción tipo "Deli". Dentro de los orígenes del material **dura** Deli que **se** introdujo en Malasia, se encuentran algunos relacionados con el linaje del material de Dami:

Selecciones de Serdang Avenue

Estas son 10 palmas seleccionadas de una avenida en donde fueron sembradas 86 palmas (prefijo: S. Av. 1-86) en la estación experimental central de Serdang en Selangor, Malasia Occidental, en 1922.

Palmas Serie E

Estas palmas se seleccionaron dentro de las progenies derivadas de semillas legítimas de las palmas seleccionadas de Serdang Avenue. Las progenies se sembraron en 1931 en Elaeis Estate en Johore, y a las palmas seleccionadas se les dio el prefijo E.

Palmas Serie PP

En 1927 se importaron directamente de Sumatra varios miles de semillas **dura** Deli como base para un programa de reproducción. Se seleccionaron aproximadamente 130 palmas como palmas progenituras (PP) para la reproducción.

Palmas Serie UR

De las palmas Serie E y PP se seleccionó un total de 175 para producir 338 progenies que fueron sembradas en Ulu Remis Estate en Johore. Las progenies se numeraron de UR1 a UR338 y la mayoría de ellas se sembraron en ensayos múltiples entre 1935 y 1941.

Con base en el rendimiento de las progenies UR, se seleccionaron 13 palmas Serie E y 19 palmas Serie PP a las cuales se les dio el nombre de progenitores UR grado A.

La selección dentro de los orígenes arriba mencionados se hizo principalmente con base en la producción de racimos y en el análisis físico de los racimos. Sparnaaij (1969), Hartley (1977) y los informes anuales Chemara, especialmente el informe de 1954, dan una descripción más detallada de los orígenes y de los procedimientos de selección.

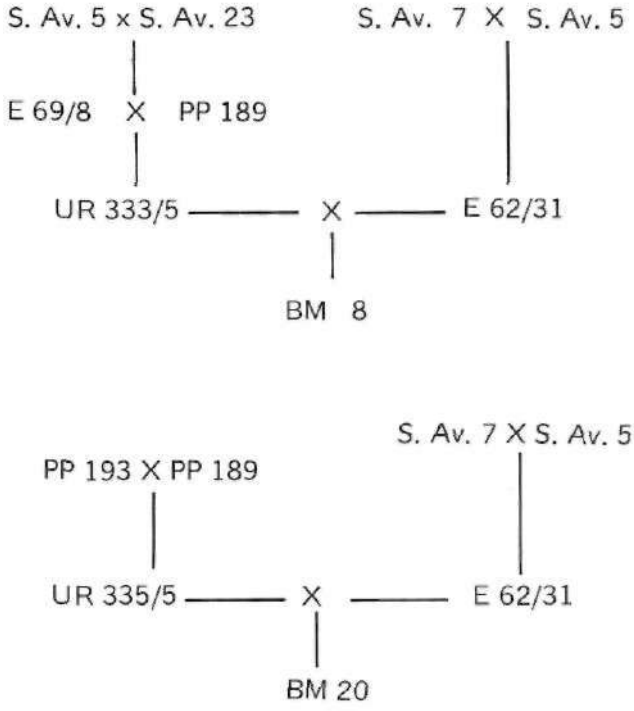
En 1957 se sembraron en un ensayo múltiple de progenie en el OPRS de Banting en Selangor, Malasia Occidental, 20 progenies derivadas de palmas seleccionadas en progenies UR y en progenitores UR grado A. En este punto, el objetivo era producir material mejorando **dura** Deli para la siembra comercial. Por esta época comenzó la reproducción de palmas **dura,** específicamente para la producción de semillas de **dura x pisifera.**

Durante muchos años el ensayo de Banting se registró completamente por la producción de racimos y la composición de racimo, incluyendo el aceite contenido en el mesocarpio, al que no se había dado antes la atención adecuada.

Las progenies eran de alto rendimiento y la producción media de progenies se situaba entre 198 y 241 kg. de racimos/palma/año durante los primeros 8 años de producción.

Dos de las progenies que tuvieron el mayor rendimiento en el ensayo de Banting fueron BM 8 y BM 20.

El linaje de estas dos progenies es el siguiente:



Las progenies derivadas de palmas seleccionadas en estas progenies de Banting se utilizaron como la fuente para los progenitores **dura** Deli de Dami, como se describirá más adelante (experimento 1).

Origen de Pisifera

El origen último de los progenitores **pisifera** de Banting y Dami es la famosa palma "Djongo" de los Jardines Botánicos Eala de Zaire. En menor medida, los progenitores **pisifera** se derivan de otro patrón africano **tenera.** Los dos orígenes se importaron a Indonesia y allí se reprodujeron antes de llegar a Malasia.

La palma 'Djongo'

En 1922 se comenzó en Africa un trabajo de selección, estableciendo progenies derivadas de racimos abiertos polinizados de 10 palmas **tenera** seleccionadas en Yangambi, una de las cuales era la

famosa 'Djongo' (— la mejor) de los Jardines Botánicos Eala de Zaire. Esto fue antes de que se informara sobre el carácter híbrido de la palma **tenera** (Beirnaert y Vanderweyen, 1941).

Los descendientes de las 10 **tenera** se registraron meticulosamente y de las 22 palmas madre seleccionadas para la producción de semilla, 16 (de un total de 370) se derivaban de la palma 'Djongo' y sólo 6 (de un total de 1.400), de las otras 9 palmas **tenera.** Esto ¡lustra el rendimiento superior de los descendientes de la palma 'Djongo'.

Palma tenera SP 540T y sus descendientes

La semilla abierta polinizada de la palma 'Djongo' de Eala también se sembró en Sungei Pancur (SP), Sumatra del Norte, en 1922. Una de las palmas **tenera** derivadas de la semilla 'Djongo' introducida es la bien conocida SP540T, una palma **tenera** seleccionada para mayor reproducción (la palma todavía estaba viva en marzo de 1983).

La palma SP 540T se autopolinizaba y las semillas se sembraron en Polonia (Pol) cerca de Medan en 1931. Dentro de esta progenie SP 540T autofertilizada, se seleccionaron 7 palmas **tenera** principalmente por las características de sus racimos y sus frutos (Hartley, 1977). Se hizo el cruce entre hermanos con dos de estas palmas **tenera,** y una tercera se cruzó con Pol 3184P, una pisífera hembra fértil derivada de un patrón **tenera** diferente importado sembrado en el estado de Bangun Bandar (Bg). Estos cruces se sembraron en Ack Pancur (AP) en 1937.

Una **tenera** y una pisífera seleccionadas de estas progenies se cruzaron y se sembraron en Banting en 1957 como progenie BM 119.

El linaje de BM 119 es el siguiente:

Año		
1922	SP540T autofert Bg489.57 x Bg489.46	SP540T autofert Bg489.46
1931	Pol3468T x Pol3752T	Pol 3601T x Pol3184P
1937	AP 7/8.945.1107T	X AP 9/10.1019.119P
1957	BM 119	

La fuente actual de **pisifera** para la producción de semillas en Dami es la progenie DM 742, que es un cruce entre hermanos entre dos palmas **tenera** seleccionadas en la progenie BM **119.**

La **pisifera** en BM 119 (Malasia) y DM 742 (Papua Nueva Guinea) han sido extensamente sometidas a pruebas de progenie y las mejores de ellas se han utilizado como progenitores machos para la producción de semillas comerciales a muy grande escala. Otras **pisifera** estrechamente relacionadas se han utilizado también para la producción de semilla en Indonesia.

Experimentos en Dami

Los siguientes experimentos se sembraron en el OPRS de Dami con materiales de los orígenes arriba descritos.

Experimento 1: Fuente de **dura** Deli (D x D-1968).

Este experimento incluye 12 progenies **dura** x **dura** sembradas en 1968 en un bloque al azar con 8 repeticiones y 20 palmas/testigo, con una densidad **de** 143 palmas/ha. Los resultados (por discutir) se presentan en el Apéndice 1.

Las progenies se derivan de cruces entre palmas seleccionadas de BM 8 y BM 20, y de cruces entre ellas y 4 **dura** Deli UR no relacionadas del Centro de Investigación de Chemara (ver Apéndice 1).

Experimento 2: Fuente de **pisifera** (T x T-1968)

Este experimento comprende 5 progenies **tenera** x **tenera** sembradas con el objeto de obtener una fuente de **pisifera.** Las progenies se sembraron en 1968 en un bloque al azar con 6 repeticiones y 16 palmas/testigo, con una densidad de 143 palmas/ha.

La pisifera seleccionadas de las dos siguientes progenies se probaron como progenitores machos de **pisifera** en los cruces **dura** x **pisifera** (experimento 6):

- DM 742 (BM 119/31T x BM 119/20T), un cruce entre hermanos hecho en el OPRS de Banting entre dos **tenera** seleccionadas en BM 119.
- DM 743 (BM 119/20T x BM 29/42T), un cruce entre una palma **tenera** seleccionada en BM **119**

y una **tenera** selccionada en BM 29, derivada de una selección 'dumpy' (E 206.2/4) cruzada con una **pisifera** fértil (SP 29/36), los dos seleccionados en Serdang (Hartley, 1977 y Chin y Tang, 1979).

Experimento 3: Prueba de progenie **pisifera** (Dx P- 1968)

En este ensayo se prueban **pisifera** de BM 119 cruzadas con 4 **dura** Deli, pero no en todas las combinaciones. En 1968 se sembraron 15 cruces **dura** x **pisifera** en un bloque al azar con 5 repeticiones y 16 palmas/testigo, con una densidad de 143 palmas/ha. Los resultados (por discutir) se presentan en el Apéndice 2.

Experimento 4: Prueba de progenie **tenera** (T x D-1968)

Este ensayo incluye 11 cruces **tenera** x **dura** sembrados en 1968 utilizando 5 repeticiones y 16 palmas testigo en un bloque al azar con una densidad de 143 palmas/ha. Las progenies se derivan de cruces entre varias **tenera** de BM 119 **y dura** Deli Ulu Remis seleccionadas. Los resultados (por discutir) se presentan en el Apéndice 2.

Experimento 5: Densidad x fertilizante (d x P-1970)

Este fue un experimento de densidad por fertilizante sembrado en octubre de 1970 con materia-**tenera** del mismo linaje, como en el experimento 3.

Las cuatro densidades son 56, 110, 148 y 180 palmas/ha. Breure (1977) da una discusión detallada de este experimento.

Experimento 6: Prueba de progenie **pisifera (D x P - 1976)**

Este experimento incluye 6 **pisifera** de DM 742; 6 **pisifera** de **DM 743** y **2 pisifera** de BM 119. Incluye 56 progenies **dura** x **pisifera** sembradas en un diseño de varios lotes, los principales de ellos, determinados por los progenitores **pisifera,** con 16 palmas y los lotes secundarios de 4 palmas cada uno determinados por los progenitores **dura.**

Este experimento se sembró en 1976, con tres repeticiones a una densidad de 115 palmas/ha y 3 a 143 palmas/ha.

Los resultados para los lotes principales (por discutir) se presentan en el Apéndice **3.**

Procedimiento de registro

Producción de aceite

La producción por racimo (peso de la cosecha) por cada palma se registró en cada recolección a partir del comienzo de la producción.

Utilizando procedimientos estándar (Black **et** al., 1963), se analizó una muestra de racimos para estimar la composición del racimo. Los datos promedio sobre la composición del racimo para la proge - nie se basan en el análisis de un promedio de 490 racimos en el Experimento 1 y de aproximadamente 100 racimos en los Experimentos 3, 4 y 6. Se considera que estas cifras dan una estimación confiable de los valores promedio de la progenie para los diversos componentes.

La producción se ha expresado en términos de producción de racimos de fruta fresca y también en términos de producción de aceite y de palmiste, utilizando estos datos sobre la composición del racimo.

Crecimiento

Se registraron las mediciones no destructivas, efectuadas según el método desarrollado por Hardon **et** al. (1969) y Corley **et** al. (1971), con el objeto de determinar algunos parámetros importantes de selección. Corley y Breure (1981) dan más detalles al respecto.

Un parámetro de considerable interés es el índice de Racimos (BI), es decir la relación de materia seca utilizada para la producción de un racimo a la producción total de materia seca sobre la tierra. En este estudio, el índice de Cosecha (HI) se calcula multiplicando el índice de racimo por la relación de aceite a racimo seco. Esta definición excluye los palmistes.

Otro dato importante es el índice de área de follaje (LAR), que significa la relación de la nueva área de follaje producida al total de materia seca vegetativa producida.

Además, también es importante el incremento anual de la altura, ya que ésta con frecuencia determina la vida económica de un sembrado comercial.

Estado magnesífero

En Dami se presentaron muchos síntomas de deficiencia de magnesio, especialmente durante los primeros años de producción. Como se describirá más adelante, el estado magnesífero es un criterio de selección importante.

La estimación del estado magnesífero se hizo visualmente, calificando en una escala de 5 (ausencia de síntomas) a 0 (síntomas graves) y analizando las muestras de hojas recogidas de todas las palmas en cada lote por separado.

Las correlaciones entre la calificación de síntomas visuales para el promedio de la progenie y los niveles de magnesio en 17 hojas para el promedio de la progenie fueron muy significativas indicando así que los síntomas observados reflejaban una deficiencia de magnesio.

Los niveles de magnesio de las hojas en las palmas individuales se calcularon mediante muestreos repetidos a intervalos mensuales y el amontonamiento de las muestras antes de efectuar el análisis.

Selección de material progenitor: objetivos y tasa de progreso

El objeto de un programa de reproducción debe ser la selección de progenitores **dura** hembras y **pisifera** machos para producir material **tenera** que dé una producción máxima de aceite por hectárea durante toda la vida económica del sembrado. Los progresos en la producción del material **tenera** deseado son mayores cuando las características seleccionadas en los progenitores son altamente hereditarias.

Los elementos importantes de la producción de aceite por palma son el número de racimos, el peso de los racimos, la relación de fruta a racimo, la relación de mesocarpio a fruta y la relación de aceite a mesocarpio.

Los anteriores trabajos sobre la reproducción de palma africana, por lo general, han dado importancia únicamente a la selección según la producción de aceite por palma. Pueden utilizarse datos históricos para estimar la posible tasa de progreso en el aumento de la producción de aceite por palma. Hardon et al. (1982) han revisado los datos de un experimento que compara cuatro poblaciones **dura** Deli, que van desde semillas abiertas polinizadas de palmas sembradas en 1878 hasta progenies **dura x dura** sembradas en 1969.

El experimento sugiere una mejora del 23°/o en la producción de aceite en la primera generación de selección, y del 10-15% por generación de ahí en adelante.

El progenitor **pisífera** no puede juzgarse por su propia producción, sino únicamente por la producción de sus progenies. Los mismos autores (Hardon et al., 1982) revisaron los datos de 7 ensayos de progenie **pisifera** realizados sobre un promedio de 7 palmas **pisifera** por ensayo. La mejor **pisifera** en cada ensayo dio en promedio una producción de aceite superior en 12% al promedio.

Estas conclusiones confirman que la producción de aceite por palma puede incrementarse mediante la selección y dan una indicación de la posible tasa de progreso.

La producción de aceite por hectárea está determinada por la producción de aceite por palma y por la densidad de siembra. También existen diferencias en la tolerancia a la competencia entre palmas, ya que el nivel de competencia está directamente relacionado con el vigor.

Varios programas de reproducción han considerado la altura como criterio de selección y se han encontrado grandes diferencias entre la progenie (de Berchoux y Gascon, 1965; Hardon, 1969; Breure, 1982), pero sólo recientemente han empezado a considerarse como importantes en el trabajo de selección otras características más relacionadas con la competencia entre palmas (Hardon et al., 1972; Hirsh, 1980; Breure y Corley, 1983).

En el Centro de Dami se han desarrollado técnicas de selección que deberían conducir al desarrollo de las palmas menos competitivas que pueden sembrarse en mayores densidades.

Selección según producción de aceite por palma

Hardon (1976) ha analizado la transmisión hereditaria de los componentes de la producción.

En Dami se ha confirmado que generalmente el nivel de transmisión hereditaria de la producción de racimos es bajo. Breure y Corley (1983) encontraron valores poco significativos de la correlación progenitores-descendencia en la producción de racimos de frutas. Estos datos, así como la mayoría de los datos publicados, se basan en progenies de palmas progenitoras que han sido seleccionadas por su alto rendimiento. Las conclusiones habrían sido diferentes si las progenies estudiadas hubieran provenido de apareamientos al azar. A pesar de que se ha demostrado que el nivel de transmisión hereditaria de la producción de un racimo es bajo, la política adoptada en el Centro de Dami consiste en seleccionar progenitores con un alto nivel de producción de racimos.

La tasa de extracción de aceite depende de tres elementos: fruto/racimo, mesocarpio/fruto y aceite/ mesocarpio. El análisis de Hardon atribuye un alto nivel de transmisión hereditaria a la relación mesocarpio a fruto, pero estos datos se basan en progenitores dura o progenies **dura** o en progenitores **te-era** y progenies **tenera.** Sparnaaij (1969) y Van der Vossen (1974) señalaron que generalmente existe una correlación baja por la relación mesocarpio a fruto entre los progenitores femeninos dura y su descendencia **tenera.**

Esto ha sido confirmado en el Centro de Dami a partir de los progenitores **dura** (Experimento 1) y su descendencia **tenera** (Experimento 6), que dan a una correlación de sólo +0.46* La correlación entre los índices mesocarpio a fruto de los hermanos completos dura y tenera en el Experimento 4 fue solamente de +0.23.

Se registraron bajos niveles de transmisión hereditaria para fruto/racimo y aceite/mesocarpio, debido probablemente no a una falta de variación genética sino a un componente importante de varianza del medio ambiente (Hardon **et** al., 1982).

Los datos de los Experimentos 3 y 6 muestran que a pesar del bajo nivel aparente de transmisión hereditaria de los elementos de la relación aceite a racimo, existen diferencias importantes entre las progenies D x P.

La mayoría de las palmas **pisifera** no desarrollan racimos normales, de tal manera que es imposible hacer la selección por fenotipos de los progenitores **pisifera** en cuanto a la producción de aceite. El valor de la selección por fenotipos se reduce también para los progenitores **dura** debido al bajo nivel de transmisión hereditaria de los componentes.

Esta es una de las razones por las cuales todas las **pisifera** utilizadas en Dami para la producción de semillas han sido sometidas a pruebas de progenie. Además, como explicaremos más adelante, se está adelantando un programa para la aplicación de pruebas de progenie a progenitores seleccionados **dura** Deli.

Selección según estado magnesffero (Mg)

Se ha demostrado que en algunos cultivos existen diferencias en los niveles de magnesio de las hojas entre las progenies (Epstein, 1972), y también se han encontrado diferencias significativas en las progenies de la palma africana (Coulter y Rosenquist, 1955; Breure, 1982; Ollagnier, 1983).

En el Centro de Dami se calificaron los síntomas de la deficiencia de magnesio y se analizaron muestras de hojas. Utilizando los promedios de progenie, la correlación entre los síntomas visuales y el nivel de magnesio en 17 hojas fue de +0,86*** en el Experimento 1 y de +0,92*** en el Experimento 3 (Rosenquist, 1982). Es indudable que los síntomas observados indicaban una deficiencia de magnesio.

En los dos ensayos de progenie D x P (Experimentos 3 y 6), Breure (1982) encontró una correlación de +0.70** entre el estado magnesífero medio de la progenie y la producción de aceite. En el Experimento 1, existía una correlación entre la producción de aceite y los síntomas visuales, así como entre la producción de aceite y el nivel de magnesio de las hojas (Rosenquist, 1982).

En un ensayo comercial para la prueba de progenie realizado en un estado cercano se encontró una co-

rrelación de +0,63** entre la producción del racimo en los primeros 18 meses y el nivel del estado magnesífero.

Una relación similar se encontró en un experimento realizado en Aek Kawasan, Sumatra del Norte, en el "Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux" (IRHO), en donde la deficiencia de magnesio se ha constituido en un problema (Ollagnier, 1983). Es interesante anotar que los fertilizantes magnésicos utilizados en los ensayos de fertilización realizados en Dami, no lograron curar los síntomas de deficiencia de magnesio ni aumentar la producción (Breure, 1978; Breure y Rosenquist, 1978).

El grado de transmisión hereditaria de los niveles de magnesio de las hojas ha sido estudiado por Tan y Rajaratnam (1978), quienes encontraron un valor de 0,85 para la estricta transmisión hereditaria con base en el progenitor macho **pisifera** en un ensayo de progenie **dura** x **pisifera.**

El alto nivel de transmisión hereditaria del estado magnesi'fero lo confirman las correlaciones altamente positivas obtenidas utilizando los datos de los progenitores **dura** del Experimento 1, de los progenitores **pisifera** del Experimento 2 y de sus progenies D x P en el Experimento 6. La correlación entre los valores de magnesio en las hojas del progenitor medio y el i'ndice de magnesio de su progenie, fue de + 0,72** y la correlación entre el progenitor macho y su progenie fue de +0,78**.

Se, obtuvo una correlación mucho más baja en cuanto al estado magnesífero (r = 0,24) entre los progenitores femeninos **dura** Deli y su descendencia, pero en un ensayo realizado en el Centro de Dami con una segunda generación de **dura** x **dura,** la correlación en cuanto al estado magnesiífero entre los progenitores medios (Experimento 1) y su descendencia fue de +0,64**.

De lo anterior se concluye que los progenitores que tienen un buen estado magnesífero pueden producir progenies con potencial para un alto rendimiento cuando se siembran en el medio de Dami. Esto es especialmente útil cuando se va a tomar una decisión sobre cuál **pisifera** debe someterse a una prueba de progenie.

En muchas otras regiones del mundo la deficiencia de magnesio constitutye un problema. En la América Latina tropical, el 49% de los suelos tienen deficiencia de magnesio (Sánchez y Cochrane, 1980). La semilla que ha sido seleccionada en Dami por su elevado estado magnesífero podría adaptarse muy bien a las zonas con deficiencia de magnesio.

Selección según la producción de aceite por hectárea

En muchos cultivos productores de frutas y semillas, el mayor incremento de producción por área unitaria se ha obtenido a través de la reproducción con base en altos índices de Cosecha (HI), lo que significa que se aumenta la materia seca en las partes generativas, a expensas del crecimiento vegetativo (Spitters, 1983). Hardon et al. (1982) sugiere que este enfoque se adopte también en la reproducción de la palma africana. Para hacer una estimación del índice de cosecha en la palma africana es necesario tener una cifra confiable respecto a la relación aceite a racimo, lo que no siempre es posible. Por diversas razones, pero especialmente porque es más fácil de medir con precisión, se utiliza con mayor frecuencia en las palmas africanas el índice de Racimo (BI).

Hardon et al. (1982) sugieren que las palmas con un índice de racimo elevado estarían especialmente indicadas para siembras de alta densidad y que la reproducción de la palma africana debería utilizar este enfoque como un medio para lograr mayores rendimientos por hectárea.

En el medio de Nueva Bretaña Occidental es mayor el crecimiento vegetativo y más pronunciada la competencia entre palmas que en otros lugares (Breure, 1982). Por lo tanto, se realizó un estudio del enfoque propuesto por Hardon.

Con base en los resultados del Experimento 5, Breure y Corley (1983) demostraron que las palmas seleccionadas por su alto índice de racimo tienen un mejor rendimiento que el promedio en una siembra de alta densidad.

Por lo tanto, se considera que un alto índice de racimo es una característica muy deseable para el material **tenera** comercial, especialmente en condicio-

nes locales y siempre que sea un problema el crecimiento vegetativo excesivo.

El material de reproducción que se introdujo al Centro de Dami había sido seleccionado únicamente con base en la producción y la calidad del racimo. Sin embargo, un estudio sobre las palmas individuales de los experimentos 3 y 5 indicó que existe un alto grado de variabilidad en el índice de racimo, lo cual sugiere que es posible mejorar el índice de racimo a través de la reproducción.

Fue posible estudiar el nivel de transmisión hereditaria del índice de racimo utilizando los datos sobre los progenitores del experimento 1 y sus progenies en el experimento 6. Desafortunadamente, la correlación entre los progenitores hembras y sus progenies fue bastante baja (r = 0,33). Breure y Corley (1983) estudiaron el tema en detalle y concluyeron que la selección según el índice del racimo puede ser efectiva si se basa en los promedios de las progenies, pero que puede no serlo si se refiere a palmas individuales. El hecho de que las palmas **pisifera** casi nunca producen frutos y no puedan por lo tanto seleccionarse según el índice de racimo, constituye un problema adicional para la reproducción de palmas **tenera** con un alto índice de racimo.

Un índice alto de área de follaje (LAR) implica que la palma desvía más materia seca vegetativa hacia los tejidos fotosintéticos que hacia el tronco, los pecíolos y el raquis. Corley (1973) sugirió que debería intentarse aumentar este índice mediante selección. Breure (en preparación) sugiere que la selección simultánea según el Bl y el LAR puede ser más efectiva que la selección según el Bl únicamente en cuanto al aumento del Bl. A esta observación se ha llegado como resultado de cuatro factores:

En primer lugar, puede demostrarse que existe una correlación entre Bl y LAR. Utilizando los datos sobre progenies de los experimentos 3, 4 y 6, las correlaciones entre Bl y LAR fueron de +0,54*, +0,64** y +0,86***, respectivamente. Considerando las palmas individuales en el experimento 4, la correlación entre Bl y LAR es de +0,51**.

En segundo lugar, el nivel de transmisión hereditaria de LAR es mucho más alto que el de Bl. Las estimaciones basadas en los valores de LAR para los progenitores **dura y pisifera** (experimentos 1 y 2) y su descendencia **tenera** (experimento 6) muestran las siguientes correlaciones:

Progenitores hembra: descendencia +0,60**
Progenitores macho : descendencia +0.64**
Progenitores medios: descendencia +0.77*

La existencia de la correlación entre el progenitor macho y la descendencia reviste un interés particular para la selección de **pisifera.**

En tercer lugar, utilizando otra vez los datos de los experimentos 1, 2 y 6, se observa que existe una mayor correlación entre los valores LAR del progenitor medio y el Bl de su progenie (+0,56*) que entre el Bl de sus progenitores hembra y el Bl de su descendencia (r= +0,31**).

En cuarto lugar, existe una prueba directa de que la selección simultánea según el Bl y el LAR es más efectiva que la selección según el Bl únicamente. En el experimento 6 se consideraron las progenies de 8 **pisifera** derivadas de BM119/DM 742. Cada **pisifera** se cruzó con 4 dura Deli. Cada progenitor **dura** Deli se clasificó según el índice de racimo únicamente como Bl alto (a) o Bl bajo (b). También se clasificaron según el Bl y el LAR simultáneamente como Bl alto y LAR alto (c) o como Bl bajo y LAR bajo (d).

La Tabla 1 muestra la relación entre el Bl de los 4 grados de progenitores y los valores promedio del Bl de sus progenies.

Tabla 1
índice de racimo

	Selección según:			
	Bl alto (a)	*Bl bajo* (b)	*Bl y LAR altos* (c)	*Bl y LAR bajos* (d)
Progenitores **dura**	0,523	0,450	0,517	0,457
Descendencia	0,504	0,502	0,514	0,442

La selección efectuada según el índice de racimo únicamente no modificó el Bl de las progenies

(0,504 y 0,502), pero la efectuada simultáneamente según Bl y LAR ocasionó una modificación sustancial en el Bl de la descendencia (0,514 y 0,442).

Todavía está en curso la investigación sobre los beneficios que representa la selección de progenitores efectuada simultáneamente según el Bl y el LAR con el objeto de mejorar el Bl de sus progenies, pero ya se está introduciendo este procedimiento de selección.

Podrá lograrse un mayor progreso en el aumento de la producción por hectárea a través de la selección de palmas en las cuales la tasa inicial de expansión del follaje es alta pero cuyo follaje es relativamente pequeño en su plena madurez. Existen diferencias entre las progenies y entre las palmas individuales. Por ejemplo, las áreas promedio de follaje de dos progenies en el experimento en la tabla siguiente:

TABLA 2

AREA DE FOLLAJE (m^2)*

Progenie	Año 5	Año 6	Año 11	Año 12
DM 751	8,15 (3)	10,08 (5)	10,51 (13)	12,18 (11)
DM 755	7,64 (13)	9,87 (9)	10,99 (6)	12,57 (4)
Pro. Exp. 3	7,86	9,98	10,89	12,28

Nota* Clasificados sobre 15 entre paréntesis.

En los años 5 y 6, la progenie DM 751 tuvo un follaje mayor que el promedio, y la progenie DM755, menor que el promedio. En los años 11 y 12 la evolución del follaje fue inversa.

En otros artículos se publicarán más datos sobre este tema (Breure, en preparación).

Selección según el aumento de la **altura**

Con frecuencia una altura excesiva es el factor que limita la vida económica de una plantación. Por lo tanto, es deseable lograr un aumento anual bajo en la altura de las palmas.

En el experimento 3, Breure (1982) encontró una correlación negativa baja entre la altura promedio de la progenie y la producción y también entre la altura de las palmas individuales y la producción. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Hirsch (1980). Estos resultados indican que es posible hacer una selección según un pequeño aumento de la altura sin sacrificar el potencial de producción.

En los experimentos 1 y 6 se encontró una correlación positiva entre los progenitores medios y la descendencia (r = +0,52**) en cuanto al aumento de la altura (Breure y Corley, 1983). La correlación respecto a la altura entre los progenitores machos en el experimento 3 y su descendencia es de + 0,79* (Breure, 1982). La altura y los aumentos de altura son altamente hereditarios.

Utilizando el mismo procedimiento con el cual se elaboró la Tabla 1, se identificaron los más altos y los más bajos de los cuatro **dura** cruzados con cada uno de los 8 **pisifera.** En el experimento 6 se observó la altura promedio de sus progenies. Las cifras sobre altura que se registraron fueron desde la base de la hoja 45 en el sexto año para los progenitores dura y también en el sexto año para sus progenies.

TABLA 3

ALTURA (cm.) EN EL SEXTO AÑO

	Progenitores altos	Progenitores bajos
Progenitores **dura**	275	222
Progenies **ténera**	279	257

De lo anterior se concluye que la selección según un aumento anual de altura más bajo es efectiva. Las palmas **pisifera** pueden seleccionarse por esta característica.

Producción de semillas: aspectos generales

Los primeros progenitores para la producción de semillas se seleccionaron en 1973 utilizando los datos limitados que en ese entonces estaban disponibles. Se produjo un número limitado de semillas únicamente para uso local.

La selección era más confiable a medida que se disponía de un mayor número de datos y las ventas

comenzaron en pequeña escala en el año financiero abril 1975/marzo 1976. Hacia 1978 se obtuvieron los primeros resultados del ensayo de progenies sembrado en 1976 y se revisaba periódicamente la lista de las palmas progenitoras. La producción de semillas aumentó aproximadamente a 1.5 millones por año.

Durante algunos años se produjeron en Dami dos cepas de semillas. La cepa del número alto de racimo (HBN) se produjo a partir de palmas para las cuales el principal criterio de selección era la producción por palma. La cepa del índice sexual promedio (MSR) se produjo a partir de palmas en las cuales se daba preferencia a aquellas palmas que tenían un número menor de racimos pero con racimos más grandes, con más flores macho, troncos más cortos y follajes más pequeños. En 1980 dejaron de producirse dos cepas separadas, al adoptarse los actuales procedimientos de selección.

Desde 1980 se adoptaron los criterios de selección arriba descritos y volvió a revisarse la lista de palmas progenitoras. Actualmente se están utilizando alrededor de 450 palmas **dura** Deli para la producción de semillas (Apéndice 1). Periódicamente se suprimen de la lista de cruces algunas palmas, cuando hay más información disponible sobre sus progenies.

En 1978 se sembró otra generación de progenitores **dura** (D x D). Más recientemente se seleccionaron algunos progenitores **dura** utilizando los últimos criterios de selección. Se hicieron cruces entre estos últimos y las progenies se sembrarán en 1983. Cuando las selecciones de esta siembra comiencen a utilizarse como progenitores para la producción de semillas hacia 1989, habrá una mejora significativa en la producción potencial de aceite por hectárea de la semilla producida. Será necesario efectuar ensayos de densidades para establecer la densidad óptima de siembra.

También se sembró en 1978 otra generación de cruces T x T para obtener progenitores **pisifera** mejorados. Se está adelantando la selección de progenitores **tenera** utilizando los últimos criterios de selección y se planea efectuar otra siembra de cruces T x T.

Independientemente de los criterios que se tengan en cuenta, la selección de palmas progenitoras machos y hembras comprende los tres procedimientos siguientes:

— Evaluación y selección de las progenies que van a utilizarse;

— Selección de las palmas individuales dentro de las progenies seleccionadas;

— Aplicación de la prueba de progenie a todos los **pisifera** que van a utilizarse como progenitores machos, y a todos los progenitores **dura** Deli que sea posible utilizar.

Los procedimientos utilizados en el Centro de Dami para la selección de los progenitores **dura y pisifera** se consideran por separado.

Selección de dura Deli

En el Apéndice 1 se presenta un resumen de los datos relativos a la siembra de progenies **dura** Deli efectuada en 1968. La interpretación de los resultados se dificulta un poco debido a las variaciones en el grado de endocría. Las progenies 702 y 706 se "autofertilizan", pero la disminución de la endocría ha sido baja y las producciones de aceite son iguales al promedio del ensayo. Las palmas seleccionadas dentro de la progenie DM 702 produjeron en el experimento 6 algunas progenies de buena calidad.

A pesar del origen genético limitado, existen diferencias significativas entre las progenies, no sólo en lo referente a la producción sino también en cuanto al crecimiento y al estado magnesífero.

En el Apéndice 1 se han señalado las características débiles. Al seleccionar las palmas individuales es necesario asegurarse de que son buenas en cualquiera de las características en las cuales la progenie es débil.

El número de palmas seleccionadas en las diversas progenies se indica en la columna derecha. En algunas progenies todas las palmas han sido rechazadas. Aunque la progenie DM 704 es débil tanto en producción como en estado magnesífero, se seleccionaron algunas palmas de ella debido a las características de crecimiento muy deseables.

En los ensayos de progenie D x P, los progenitores **dura** deberían seleccionarse según la alta producción de aceite, pero es imposible seleccionar las palmas **pisífera** según la producción de aceite. En los ensayos existentes los progenitores **dura** no han sido seleccionados por sus características de crecimiento. Utilizando los datos del experimento 3 (Apéndice 2) puede elaborarse la tabla siguiente, tomando los rendimientos promedio de **dura** BM 8/19 y BM 20/38, cada uno de los cuales fue cruzado con cuatro **pisifera.**

TABLA 4

Producción promedio de aceite, características de crecimiento y estado magnesífero de las progenies D x P de dos progenitores dura

Promedio de progenies	Producción de aceite (kg)	BI	LAR	Estado magnesífero Follaje	Calificación
BM 8/19	45,6	0,495	2,25	0,224	4,40
BM 20/38	45,3	0,425	1,98	0,204	4,14
Promedio ensayo	44,4	0,449	2,08	0,216	4,28

En términos de producción de aceite no existe ninguna diferencia entre los dos progenitores **dura,** pero en términos de características de crecimiento y estado magnésico la progenie BM 8/19 es claramente un mejor progenitor.

El experimento 6 consistió también en un ensayo de progenie D x P y la palma **dura** DM 703.220 se cruzó con tres pisifera diferentes, y la DM 702.806 con cuatro pisifera diferentes. La tabla 5 se elaboró utilizando los datos del experimento 6 relativos a los lotes secundarios.

Aunque la producción de aceite de los progenies DM 703.220 y 702.806 es cercana al promedio, es evidente que las características de crecimiento de las progenies DM 703.220 son superiores al promedio de aquellas de otros **dura** cruzados con el mismo pisifera. Las progenies 702.806 tienen características de crecimiento bastante pobres.

Estos ejemplos de ensayos con la progenie **pisifera** (experimentos 3 y 6) muestran que los ensayos de progenie también pueden proporcionar informaciones útiles respecto a los progenitores **dura** y que las progenies de algunas palmas **dura** tienen mejores características de crecimiento.

No es posible someter a pruebas de progenie a todos los progenitores **dura** Deli antes de comenzar a utilizarlos como progenitores. Sin embargo estas pruebas se están practicando lo más rápido posible. El experimento 6 incluye 52 progenies derivadas de los 14 **pisifera** a los cuales se están aplicando las pruebas de progenie. Los **pisifera** se cruzaron con 29 progenitores **dura** Deli diferentes, y **ia** información respecto a sus progenies ha sido utilizada para revisar la lista de las palmas progenituras.

Se han sembrado otros 3 experimentos similares al experimento 6 y, aunque han sido diseñados para aplicar la prueba de progenie a los **pisifera,** suministran datos sobre un total de 43 **dura** Deli.

Además de los experimentos formales se están sembrando "ensayos comerciales de progenie". Cada lote comprende dos hileras desde el borde de la

TABLA 5

Caracteríticas de crecimiento y producción de aceite de las progenies específicas D x P, en comparación con el promedio de otros dura cruzados con el mismo pisifera.

Progenitor pisífera	BI		LAR		Prod. de aceite kg/palma /año	
	Dura **703.220**	Prom. otros dura	Dura **703.220**	Prom. de otros dura	Dura **703.220**	Prom. de otros dura
x 742.112 P	0,542	0,521	2,33	2,15	50,1	47,0
x 742.316 P	0,516	0,496	2,37	2,08	49,5	50,6
x 743.510 P	0,504	0,474	2,44	2,12	38,8	37,9
Promedio	0,521	0,497	2,38	2,12	46,1	45,2
	Dura **702.806**	Prom. de otros dura	Dura **702.806**	Prom. de otros dura	Dura **702.806**	Prom. de otros dura
x 742.205	0,485	0,494	2,02	2,16	46,8	46,6
x 742.816	0,496	0,516	2,08	2,37	50,6	49,5
x 743.207	0,469	0,467	2,12	2,16	41,6	38,2
x 743.210	0,425	0,448	1,97	2,07	37,6	35,3
Promedio	0,469	0,481	2,05	2,19	44,2	42,4

carretera hacia el centro del campo, de tal manera que un recolector pueda cargar los racimos a lo largo de su línea de recolección hasta un punto al borde de la carretera con un mínimo de supervisión. Los racimos se colocan en una red de recolección y se pesan, a medida que se van cargando al camión, en una pesa de muelle colocada entre el gancho de la grúa y la red de carga. Usualmente son dos hileras de 30 palmas a partir de las cuales se obtiene una progenie de 60 palmas.

De 1975 a 1980 se sembraron 8 "ensayos comerciales de progenies". Estos incluían por lo menos una, pero generalmente dos o tres, progenies derivadas de 153 progenitores **dura** Deli. Algunos de estos también se están probando en los ensayos formales. En total, se están observando las progenies de 173 progenitores **dura** Deli derivados del total de 449 palmas madre.

Los ensayos comerciales proporcionan informaciones valiosas y actualmente se están realizando de manera más formal. El Departamento de Investigación retira 150 semillas de cada cruce producido que aún no esté en el ensayo. Una vez al año esta semilla se germina y las plantas resultantes se siembran en un área compacta de ensayo comercial. Todos los portadores de semilla se someterán a este tipo de pruebas de progenie lo más pronto posible.

En los ensayos comerciales se obtienen los siguientes registros de cada progenie por separado:

— Producción total de los racimos (no por palma);

— Medidas de follaje y de tronco al comienzo del cuarto año de producción - un método para calcular todos los parámetros importantes a partir de una sola medida ha sido desarrollada por Breure (en preparación);

— Evaluación visual del estado magnesífero en varias ocasiones y un solo análisis de follaje;

— Análisis de 60 racimos representativos por progenie derivados de progenies que no han sido descartadas con base en los anteriores registros.

La calidad de la semilla producida mejorará progresivamente a medida que los resultados de estos ensayos se utilicen para suprimir de la lista de cruces las palmas madre menos deseables.

Selección de progenitores pisifera

Un progenitor macho puede utilizarse para producir 500.000 semillas en un año, pero un progenitor hembra no podrá producir más de 15.000 semillas. La selección de **pisifera** es muy importante.

Los progenitores **pisifera** se seleccionaron usualmente dentro de cruces T x T. Las mejores progenies T x T pueden identificarse utilizando los criterios de selección ya mencionados. La producción de los racimos, las medidas de crecimiento y el estado magnesífero pueden evaluarse utilizando datos de las palmas **dura y tenera,** pero los componentes del racimo sólo pueden evaluarse en las palmas **tenera** debido a la baja correlación que existe entre las palmas **tenera** y sus hermanos **dura,** especialmente en cuanto al porcentaje de la relación mesocarpio a fruto (Van der Vossen, 1974).

Dentro de un cruce T x T habrá varios **pisifera.** Como puede observarse en los Apéndices 2 (para **pisifera** BM 119) y 3 (para **pisifera** DM 742 y DM 743), existen grandes diferencias entre los hermanos pisifera en cuanto a su valor como progenitores. Dentro de las mejores progenies, la **pisifera** debe seleccionarse dentro de una prueba de progenie ya que no es práctico seleccionarlas todas.

Como la mayoría de los **pisifera** producen racimos abortivos, poco significado tienen los datos sobre producción. En el pasado no existían criterios satisfactorios para seleccionar un progenitor **pisifera** dentro de una progenie. Como ya se ha demostrado, el LAR y el estado magnésico (calificación visual y análisis de hojas) son criterios efectivos para el medio de Dami y se están utilizando actualmente. Las palmas más altas se descartan. Actualmente se está evaluando la posibilidad de utilizar la velocidad de expansión del área del follaje.

Los resultados del experimento 3 (Apéndice 2) y del experimento 6 (Apéndice 3) hacen evidente la necesidad de someter los **pisifera** a prueba de progenie. En el experimento 3, el **pisifera** BM 119/18 es superior a su hermano BM 119/16, ya sea que haya sido cruzado con **dura** Deli BM 8/19 o con **dura** BM 8/165. El **pisifera** BM 119/18 es superior

no sólo en cuanto a la producción de aceite sino también respecto al índice de cosecha, al índice de racimo, al índice de área de follaje y al estado magnésico.

En el experimento 6 (Apéndice 3), el **pisífera** DM 742/207 es superior al promedio de sus 5 hermanos respecto a la producción de aceite y a otras características secundarias. Los cuatro cruces derivados de SM 742/207 son muy buenos.

Utilizando los datos del experimento 6, se han seleccionado los siguientes **pisífera** que se están utilizando para la producción de semillas comerciales:

Progenie DM 742 palmas 112, 205, 207 y 316.

A esta lista podrán agregarse otros **pisífera** cuando se obtengan otros datos a partir de los últimos ensayos de progenie **pisífera.**

Selección de ortets para crear clones

Un ortet es el plantón del cual se toma una muestra de tejido con miras a la producción de plantas clónales en cultivos de tejido. Corley **et al.** (1982) informó que en 1980 se plantaron en el campo más de 3.000 palmas que representaban 32 clones. Desde entonces, ha habido rápidos progresos y los clones de palma africana se están convirtiendo en una muy buena posibilidad comercial.

En el Centro de Dami se han seleccionado como ortets más de 100 palmas **tenera** y se han tomado las muestras de sus tejidos con el fin de realizar su multiplicación en clones.

Los criterios de selección han sido similares a los que ya se describieron para la selección de progenitores. Las palmas **tenera** se seleccionaron no sólo por su alta producción de aceite sino también por sus altos índices de racimo y de área de follaje, por sus bajos aumentos anuales de altura y por su buen estado magnesífero.

APENDICE No. 1

EXPERIMENTO No. 1 • FUENTE DE DURA DELI - SEMBRADO EN 1968

VALORES DEL PROMEDIO DE LA PROGENIE DE IMPORTANTES CRITERIOS DE SELECCION (160 PALMAS POR PROGENIE)

Progenie	Padres		Rendi-rac-	COMPOSICION DEL RACIMO (promedio 492 racimos/progenie)					Rend. kg/ palmas 72/76		Dato de crecimiento.		Incr. altura cm/ año 73-76	Estado del magnesio		No. de palmas selec-tas (en 1982)
	B	BM-R		Fruta racm. (polin. asist.)	Mes. fruto	Acei. Meso.	Alm. Fruta	Acei. Raci.	Aceite	Alm.	Prome- 1974-76 BI	(años) LAR		Hoja 17 °/o Mg. 1973	Mg datos 71/72/73	
702	20/139	x 20/139	172	71.2	62.4	44,7	7.2	19.9	34	9	0.411	1.83	92	.283	4.28	60
703	20/110	x 20/139	176	71.7	59.1	47.1	8.4	20.0	35	11	0.444	1.92	82	.263	3.94	67
704	8/63	x 8/178	171	70.6	61.6	40.1	6.4	17.4	30	8	0.500	2.05	72	.244	3.71	23
706	20/42	x 20/42	166	71.7	63.4	43.5	7.3	19.8	33	9	0.468	1.98	74	.305	4.23	44
708	8/123	x 8/61	164	72.1	59.9	40.8	6.4	17.6	29	8	0.461	1.91	78	.264	3.92	4
711	8/28	x 20/139	199	72.7	64.1	45.2	6.3	21.1	40	9	0.443	1.76	82	.315	4.52	68
712	20/57	x 8/178	188	60.6	60.1	43.1	7.2	18.0	34	9	0.486	1.93	70	.251	3.89	76
713	8/118	x 20/42	163	70.9	61.9	45.2	7.2	19.8	32	8	0.431	1.83	76	.283	4.13	0
714	8/139	x UR404/27	200	73.2	59.7	47.2	7.8	20.6	41	11	0.467	1.76	91	.265	4.38	85
715	8/178	x UR435/16	172	67.9	63.5	43.7	6.7	18.8	32	8	0.472	2.02	70	.231	3.61	22
716	20/119	x UR416/4	149	73.2	59.6	46.5	8.0	20.3	30	9	0.433	1.76	70	.242	3.46	0
717	8/178	x UR427/28	179	72.5	57.2	41.8	7.6	17.3	31	10	0.463	1.74	78	.270	3.99	0
Promedio			174	71.4	61.0	44.1	7.2	19.2	33	9	0.456	1.90	79	.268	4.06	Total
LSD 5°/o			10								0.040	0.06	7	.020	0.21	449
1°/o			13								0.054	0.08	9	.027	0.29	

Nota: Las características débiles están subrayadas.

APENDICE No. 2

EXPERIMENTO 3 - PRUEBA DE LA PROGENIE PISIFERA Y EXPERIMENTO 4

PRUEBA DE LA PROGENIE TENERA

SEMBRADOS EN 1968. PROMEDIOS DE LA PROGENIE PARA PRODUCCION. CRECIMIENTO Y ESTADO MAGNESIFERO

(80 PALMAS POR PROGENIE)

Progenie	Padres		Rend. racimos kg.pal./ 72/76	COMPOSICION DEL RACIMO (Media 99 . racimos/progenie)					Rendimiento kg/palma/año		Dato de crecimiento Media (3 años) 74-76			Increm. Altura cm/año	Estado del magnesio	
	BM x	BM		Fruta Racimo	Mesoc. Fruta	Aceite Mesoc.	Almen. Fruta	Aceite Racimo	Aceite	Almend.	BI	HI	LAR		Hoja 17 °/o 1975	datos m dia 71/ 72/73
Experim	D	x P														
751	8/19	x 119/12	192	66.5	78.6	46.5	9.5	24.3	46.7	11.7	.503	.258	2.31	81	.212	4.34
752	8/19	x 119/15	187	63.6	77.7	51.1	9.5	25.3	47.3	10.5	.488	.261	2.25	80	.222	4.41
753	8/19	x 119/16	185	60.7	78.9	48.7	9.4	23.3	41.1	9.8	.492	.244	2.14	78	.222	4.38
754	8/19	x 119/18	183	65.5	78.6	50.4	9.6	25.9	47.4	11.0	.496	.273	2.29	86	.242	4.46
755	8/165	x 119/16	170	63.1	79.2	50.0	8.6	25.0	42.5	8.7	.437	.229	1.95	76	.226	4.41
756	8/165	x 119/19	170	64.5	80.3	48.6	8.2	25.2	42.8	8.5	.427	.225	1.99	92	.204	4.23
757	8/165	x 119/23	148	65.8	79.4	49.5	8.4	25.9	38.3	7.5	.386	.210	2.04	91	.210	4.28
766	8/165	x 119/18	174	66.2	79.1	51.2	8.8	27.0	47.0	9.7	.462	.262	1.92	87	.244	4.53
758	20/38	x 119/19	179	63.4	77.4	48.8	9.0	23.9	42.8	9.6	.434	.220	1.94	84	.192	4.05
759	20/38	x 119/23	153	67.8	79.3	50.1	9.3	26.9	41.2	8.9	.379	.216	2.04	88	.186	4.05
760	20/38	x 119/26	185	67.4	80.2	50.8	8.4	27.5	50.9	9.8	.454	.261	2.02	83	.218	4.14
761	20/38	x 119/30	184	63.5	80.0	49.9	8.5	25.3	46.6	9.2	.435	.231	1.92	80	.220	4.32
762	20/118	x 119/12	184	64.2	81.2	49.9	8.9	26.0	47.8	9.4	.461	.253	2.18	80	.244	4.33
764	20/118	x 119/30	164	64.4	74.7	47.7	9.8	22.9	37.6	9.8	.454	.225	2.17	71	.162	3.76
765	20/118	x 119/35	175	62.5	81.5	49.4	8.5	25.2	44.1	8.4	.432	.228	2.10	80	.248	4.47
	Media		176	64.6	79.1	49.5	9.0	25.3	44.4	9.5	.449	.240	2.08	82	.216	4.28
	LSD 5°/o		12	–	–	–	–	–	–	–	.044	–	0.08	5	.024	0.26
				PALMAS TENERA SOLAMENTE												
Experi	T BM	x D x UR														
729	119/31	x/404/17	163	62.8	81.3	49.0	7.6	25.0	40.8	7.3	.418	.217	1.86	78	.190	4.60
730	119/10	x 404/17	168	64.8	76.6	49.1	9.8	24.4	41.0	10.0	.435	.228	1.89	84	.200	4.62
731	119/13	x 404/17	176	62.3	77.3	51.4	8.2	24.8	43.6	8.3	.465	.242	2.00	74	.222	4.59
732	119/17	x 416/1	157	62.1	78.3	47.4	10.0	23.0	36.1	8.9	.406	.201	1.82	81	.182	4.55
733	119/20	x 416/1	153	64.4	77.5	46.7	10.2	23.3	35.6	9.3	.426	.215	1.98	79	.172	4.55
735	119/27	x435/1	188	62.8	82.2	49.1	7.4	25.3	47.6	7.2	.480	.250	2.02	73	.188	4.51
736	119/28	x 435/1	177	63.5	84.7	50.6	6.0	27.2	48.1	6.1	.442	.244	1.84	72	.178	4.52
737	119/32	x 435/1	160	61.9	83.1	48.7	7.7	23.0	36.8	6.7	.395	.190	1.82	82	.180	4.38
738	119/33	x 427/3	176	66.9	83.1	47.4	8.7	24.0	42.2	9.7	.445	.227	1.97	88	.192	4.52
739	119/34	x 427/3	186	66.9	80.9	46.1	10.1	25.0	46.5	12.0	.472	.254	2.05	83	.182	4.58
740	119/36	x 427/3	183	66.3	81.2	47.5	9.0	25.6	46.8	10.1	.481	.261	2.15	74	.200	4.58
	Media		172	64.1	80.6	48.5	8.6	24.6	42.3	8.7	.442	.230	1.95	79	.189	4.55
	LSD 5°/o		14	–	–	–	–	–	–	–	.030	–	0.08	5	.020	0.12

Corley et **al.** (1982) consideran que los clones pueden tener una producción superior en un 30% a la de los plantones. Los ortets del Centro de Dami se han seleccionado cuidadosamente y se espera que produzcan algunos buenos clones con un potencial alto de producción por hectárea.

Potencial de producción de la semilla comercia!

A partir del Experimento 6 (Apéndice 3) puede calcularse que la producción promedio de palmas derivadas de las cuatro **pisifera** seleccionadas ha sido de 48,9 kg. de aceite por palma durante los primeros cuatro años de producción. Esta cifra se basa en las 96 palmas de cada una de las 4 **pisifera,** sin excluir aquellas de bajo rendimiento. La cifra equivalente para el tercero y cuarto años fue de 55,2 kg de aceite/palma/año. Suponiendo que la densidad de siembra es de 138 palmas/ hectárea y que el porcentaje de recuperación es de 90°/o, la producción comercial promedio en el tercero y cuarto años de producción habría sido de 6,8 toneladas de aceite/hectárea/año. Esta producción puede compararse a la que se está obteniendo con las plantaciones comerciales en la región.

Se logrará una mejora gradual continua del material de siembra cuando se haga una nueva selección de los progenitores sobre la base de los futuros resultados obtenidos a partir de los diversos experimentos en curso. A largo plazo, habrá aún más progresos a través de los programas de reproducción en curso, en los cuales se han utilizado los últimos criterios de selección con el fin de crear la siguiente generación de progenitores **dura y pisifera.**

Reconocimientos

— Primero Publicado (en inglés) en Oil Palm News No. 26 (1982).

— A Tropical Development and Research Institute y HFAS Ltd. por permitir su publicación.

APENDICE No. 3

EXPERIMENTO 6 - PRUEBA DE LA PROGENIE PISIFERA SEMBRADO EN 1976

VALORES PROMEDIO DE LA PROGENIE PISIFERA DE IMPORTANTES CRITERIOS DE SELECCION

(96 PALMAS POR PISIFERA, ES DECIR 24 PALMAS DE 4 DURA DIFERENTES)

Pisífera padres	Rendim. racimos 4.78-3.82 (4 años kg/pal./ Año	COMPOSICION DEL RACIMO (Media 105 racimos/progenie)					Rend. (kg/palm/año) Aceite		Almend.	Dato de crecimiento (1978-82)			Incre. altura cm/año	Estado del magnesio	
		Fruta Racimo	Mesoc. Fruta	Aceite Mesoc.	Almen. Fruta	Aceite Racimo	Media	Rango (a)		BI	HI	LAR		Hoja 17 1981	Dato Mg
DM 742/112*	190	59.2	82.3	51.6	7.9	25.1	47.7	46.8-50.1	8.6	.454	.273	2.32	78	.178	4.07
205*	173	62.3	83.5	51.9	7.1	27.0	48.7	44.8-48.5	7.5	.421	.273	2.25	78	.175	3.80
207*	188	63.8	82.0	52.1	7.9	27.3	51.3	48.8-483.7	9.1	.456	.299	2.57	77	.196	4.49
307	160	63.1	81.7	52.8	8.1	27.2	43.5	40.4-46.7	7.9	.426	.281	2.32	77	.173	3.88
316*	187	63.7	81.7	51.5	8.1	26.8	50.1	47.5-52.9	9.2	.436	.282	2.28	80	.186	4.21
503	164	59.4	81.6	50.9	8.0	24.6	40.3	38.9-42.2	7.3	.422	.248	2.37	77	.181	3.65
Media de 742 progenies	177	61.9	82.1	51.8	7.9	26.4	46.7	–	8.3	.436	.276	2.35	78	.182	4.02
DM 743/202	163	65.4	80.5	49.8	8.2	26.2	42.7	39.4-46.7	8.5	.424	.262	2.15	73	.171	3.82
207	163	59.6	80.0	50.2	8.7	23.9	39.0	35.8-42.4	8.0	.417	.238	2.31	75	.180	4.01
210	158	57.9	79.4	49.7	7.7	22.8	36.0	32.2-38.3	6.5	.395	.211	2.16	82	.161	3.87
302	173	59.5	82.2	51.6	7.7	25.3	44.8	39.6-46.2	7.6	.433	.263	2.35	73	.183	3.87
510	163	57.2	81.1	50.3	7.8	23.4	38.1	36.1-40.4	6.7	.424	.233	2.33	74	.166	3.76
514	161	64.4	80.3	49.0	7.9	24.7	39.8	38.9-40.2	7.9	.433	.264	2.21	78	.142	3.53
Media de 743 progenies	164	60.7	80.6	50.1	8.0	24.4	39.9	–	7.5	.421	.245	2.25	76	.167	3.81
BM 119/16	168	61.5	81.8	51.6	7.3	25.9	43.5	40.9-49.7	7.2	.434	.264	2.27	80	.208	4.32
26	183	59.2	79.6	51.4	8.5	24.2	44.3	43.4-46.3	8.5	.445	.262	2.31	72	.180	4.19
Media 119 progenies	176	60.4	80.7	51.5	7.9	25.1	44.2	–	7.9	.440	.263	2.29	76	.194	4.26
LSD 5°/o	17	–	–	–	–	–	–	–	–	.015	–	0.13	–	.016	–
1°/o	22	–	–	–	–	–	–	–	–	.021	–	0.17	–	.020	–

Notas: " **Pisífera** seleccionada.
9a) Rango - cada pisífera se cruzó con cuatro dura y ei "rango" se refiere a las progenies de menor y de mayor rendimiento.

BIBLIOGRAFIA

1. BEIRNAERT, A. (1933). La selection du palmier á huile. **Bulletin agricole du Congo Blge, 24,** 359-80, 418-58.

2. BEIRNAERT, A. and VANDERWEYEN, R. (1941) Contribution a "étude génerique et biométrique des varietés d' **Eiaeis** guineensis (Jacq.) **Publications** Instituí **National pour l'Etude Agronomique du Congo, Series Scientifiques, No. 27.**

3. DE BERCHOUX, C. and Gascón, J.P. (1965). Caracteristiques végétatives de cinq descendances **d'Elaeis guineensis** Jacq. **Oléa**gineux, 20, 1.

4. BLAAK, G., Sparnaaij, L. D. and Menendez, T. (1963). Breeding and inheritance of the oil palm. Part II. Methods of bunch quality analysis. **Journal of the West African Instituto for Oil Palm Research** 4 (14), 146-155.

5. BREURE, C.J. (1977). Preliminary results from an oil palm density x fertiliser trial on young volcanic soils in West New Britain. In: **International Developments in Oil Palm** (ed. D.A. Earp and W. Newall). pp. 192-207, Kuala Lumpur: Incorported Society of Planters.

6. BREURE, D.M. (1978) Research Report Dami Oil Palm Research Station 1971-1977 Vols. I and II, 215 pp.

7. BREURE, C.J. (1982) Factors affecting yield and growth of oil palm **tenera** in West New Britain. **Oléagineux,** 37,213-228.

8. BREURE, C.J. and Corley, R.H.V. (1983) Selection of oil palms for high density planting. **Euphytica,** 32, Vol. **I** (In press).

9. BREURE, C.J. and Rosenquist, E.A. (1977). An oil palm fertiliser experiment on volcanic soils in New Guinea. **Oléagineux,** 32, 301-310.

10. Chemara Research Station, Layang Layang (1960) Oil Palm planting material Ulu Remis (D x P). Mimeograph.

11. CHEMARA Research Station Annual Reports (various issues). Seremban, Malaysia: Chemara Research Station.

12. CHIN, C.W. and Tang, T.L. (1979). The oil palm fertile **pisifera. Planter, Kuala Lumpur,** 55 (635), 64-77.

13. CORLEY, R.H.V. and Breure, C.J. (1981). Measurements in oil palm experiments. Internal report, Unilever Plantation Group, London.

14. CORLEY, R.H.V., Hardon, J.J. and Tan, G.Y. (1971) Analysis of growth of the oil palm **(Eiaeis guineensis** Jacq.). **Euphytica,** 20, 307-315.

15. CORLEY, R.H. V., Wong, C.Y., Wooi, K.C. and Jones, L.H. (1982). Early result s from the first oil palm clone triáis. In: **The Oil Palm in Agricultura in the Eighties.** (eds. E. Pushparajah and Chew Poh Soon), Vol. 1, pp. 173-196.

16. COULTER, J. and Rosenquist, E.A. (1955). Mineral nutrition of the oil palm. **Malayan Agricultural Journal, 38,** 214-236.

17. EPSTEIN, E. (1972). Mineral Nutrition of plants: Principies and Perspectives. New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley and Sons, Inc.

18. HARDON, J.J. (1969). Vegetative growth and yield of F1 hybrids **E. guineensis x E. oleífera. Euphytica, 18,** 380-388.

19. HARDON, J.J. (1976). Oil palm breeding. In: Oil Palm Research ed. R.H.V. Corley, J.J. Hardon and B.J. Wood) Amsterdam. Elsevier, pp.89-107.

20. HARDON, J.J., Corley, R.H.V. and Lee, OH. (1982). Breeding and selection for vegetative propagation in the oil palm. In: **Proceedings of the VIII Long Ashton Symposium on: 'Im**provement of vegetatively propagated plants.

21. HARDON, J.J.andThomas, R.L. (1968). Breeding and selection of the oil palm in Malaya. **Oléagineux,** 23,85.

22. HARDON, J.J., Williams, C.N. and Watson, I. (1969) Leaf área and yield in the oil palm in Malaysia. **Experimental** Agricult**re, 5,** 25-32.

23. HARTLEY, C.W.S. (1977). The oil palm, 2nd edn. London: Longman, 806 pp.

24. HIRSCH, P.J. (1980). Relations entre l'appareil végétatif et la production chez le palmier á huile en Cote d' Ivoire. **Oléagineux,** 35, 233-237.

25. JAGOE, R.B. (1952). Deli oil palms and early introduction of **Elais guineensis to Malaya. Malayan agricultural Journal, 35.3**

26. OLLAGNIER, M. (1983). Personal communication. Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux, París..

27. ROSENQUIST, E.A. (1982). Performance of ¡dentical oil palm progenies in contrasting environments. In: **The oil palm in the eighties.** (ed. E. Pushparajah and Chew Poh Soon). Vol. I, **pp. 131-143.**

28. SANCHEZ, P.A. ad Cochrane, T.T. (1980). Soil constraints in relation to farming systems in tropical America. Manila: International Rice Research Institute.

29. SPARNAAIJ, L. D. (1969). Oil palm. In: **Outlines of perennial crop breeding in the tropics** (ed. F.P. Ferwerda and F. Wit). Miscellaneous Papers, Agricultural University of Wageningen No. 4, pp. 339-382.

30. SPITTERS, C.J.T. (1983). Personal communication, Department of Theoretical Production Ecology, Agricultural University, Wageningen.

31. TAN, G.Y. and Rajaratnam, J. A. (1978). Genetic variability of leaf nutrient concentrations in oil palm. **Crop Science,** 18, 548-550. -

32. VAN der Vossen, H.A.M. (1974). Towards more efficient selection for oil yield in the oil palm. **(Eiaeis guineensis,** Jacq.). Ph.D. Thesis, University of Wageningen, 107 pp.