

IICA-CIDIA



# PROCIANDINO

*SPUS*

Centro Interamericano de  
 Documentación e  
 Información Agrícola

06 AGO 1992

IICA — CIDIA

**XI CURSO CORTO  
 METODOLOGIA PARA LA PRODUCCION  
 DE SEMILLA COMERCIAL DE PALMA  
 ACEITERA AFRICANA**

PROCIAN-  
 IICA  
 F03  
 I59

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA  
 BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA



PROCIAND/IJCA.

F03

I 59

**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA  
PARA LA SUBREGION ANDINA  
P R O C I A N D I N O**



**XI CURSO CORTO**

**METODOLOGIA PARA LA PRODUCCION  
DE SEMILLA COMERCIAL DE PALMA ACEITERA AFRICANA**

**Nariño, Colombia  
Agosto-septiembre , 1989**

00005733

**Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para  
La Subregión Andina - PROCIANDINO  
Dirección Postal: Apartado 17-03-00-301  
Mariana de Jesús 147 y La Pradera**

PROCIAND/IICA

F03  
I59.

00001818

---

**CITACION**

**IICA-BID-PROCIANDINO. 1991. XI Curso Corto.  
Metodología para la producción de semilla  
comercial de palma aceitera africana. Edición:  
PROCIANDINO. Quito, Ecuador. 86 p.**

---

**Este curso corto corresponde al evento codificado como 3.1.5 en el Plan Trienal de las actividades técnicas del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO).**

**Fue organizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entidad responsable de ejecutar en ese país las actividades planificadas por el IICA-BID-PROCIANDINO.**

**Coordinador local: Eric J. Owen  
Coordinador Internacional: Asdrúbal Díaz Q.**



## TABLA DE CONTENIDO

### Página

Presentación	Nelson Rivas V. IICA-PROCIANDINO_____	i
Introducción	Eric Owen ICA, Colombia Asdrúbal Dfáz FONAIAP, Venezuela_____	iii
Sección I: Mejoramiento Genético_____		1
Metodología del mejoramiento genético y selección de la palma africana	J. Arias F. ICA, Colombia_____	3
Sistema de mejoramiento en palma africana en El Mira-Tumaco, Colombia	Silvio Bastidas P. ICA, Colombia_____	19
Colecao internacional de ecotipos diversos de palma aceitera africana	Edson Barcelos Da Silva Consultor PROCIANDINO_____	49
Consideraciones generales sobre la situación del mejoramiento de la palma africana en la Subregión Andina	Edson Barcelos Da Silva Consultor PROCIANDINO_____	61
Sección II: Producción de semilla_____		63
Tecnología de la germinación de la semilla de palma aceitera africana	Pastor Figueredo V. ICA, Colombia_____	65
Importancia del uso de semilla seleccionada en el cultivo de palma africana (producción en el Ecuador)	Eduardo Maldonado P. INIAP, Ecuador_____	79
Lista de participantes_____		85



## **PRESENTACION**

La producción de aceites y grasas vegetales a partir del cultivo de la palma aceitera africana, involucra un conjunto complejo de agentes ambientales e insumos tecnológicos de relevante atención, por tratarse de un renglón alimentario de alta prioridad en el orden económico y social, actual y potencial, para las poblaciones de los países de la Subregión Andina.

Durante la última década, se ha fomentado el crecimiento sostenido del cultivo de la palma aceitera africana en Colombia, Ecuador y Venezuela, especialmente, promovido por el insuficiente abastecimiento de aceites y grasas, el bajo tenor en el consumo de calorías grasas en la dieta humana, así como un ambiente físico y político favorecedor. Simultáneamente, se ha desarrollado una capacidad tecnológica profesional que, conjuntamente con los paimicultores, han logrado una producción estable dentro de una agricultura empresarial moderna.

El Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO), dentro del marco del Subprograma Oleaginosas de Uso Alimenticio, ha realizado un curso sobre "Metodología de la producción de semilla comercial de la palma africana" (Evento 3.1.5), en respaldo al intenso crecimiento del cultivo y en respuesta a la necesidad de continuar superando las capacidades tecnológicas, para el establecimiento de las plantaciones a partir de semillas mejoradas.

En el evento participaron profesionales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela dedicados a la investigación y producción de la palma aceitera en sus países, que, en su conjunto, crearon un espacio tecnológico apropiado para el intercambio de experiencias metodológicas y conocimientos, favorecedor a la cooperación técnica-recíproca, médula central del Programa Cooperativo.

Por su parte, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), prestó un relevante apoyo para la realización de este evento en el Centro Regional de Investigación El Mira, Tunaco, donde la vivencia teórico-práctica profesional e institucional, llenaron ampliamente las expectativas de los participantes.

Las memorias que estamos presentando contienen las ponencias de algunos participantes al curso, además información pertinente a la Consultoría a Corto Plazo en "Mejoramiento de palma aceitera africana" (Evento 2.3.4) del Ing. Edson Barcelos da Silva. Esperamos que la difusión de este documento sirva de un manifiesto respaldo a la acción técnica cooperativa y de aprovechamiento a quienes no asistieron a este evento.

**Nelson Rivas Villamizar**  
**DIRECTOR**



## INTRODUCCION

El cultivo de la palma aceitera africana (Elaeis guineensis Jacq.) constituye actualmente la principal fuente de materia prima para la obtención de aceites y grasas comestibles. Por ello, las políticas para su desarrollo en los países que componen la Subregión Andina se han visto sustentadas hacia el incremento del área sembrada y el mejoramiento de su productividad, siendo que esto último solo es factible conseguir si se aplican las tecnologías adecuadas, las cuales se inician con la selección de la semilla apropiada para la siembra.

En función de lo anteriormente citado, PROCINDINO, a través del Subprograma IV (Oleaginosas de Uso Alimenticio), planificó la realización del Curso Corto "Producción de semilla comercial de palma aceitera africana", con miras a fomentar acciones que conlleven a enriquecer los programas nacionales de mejoramiento genético y producción de semilla de palma aceitera.

En la presente publicación, se presentan aspectos de gran importancia para el desarrollo de la "palmicultura" en los países de la Subregión Andina, como son las técnicas modernas de mejoramiento genético y la selección de palma aceitera a nivel mundial y subregional. Así mismo, se destaca el cumplimiento de actividades teórico-prácticas sobre técnicas para la producción de semilla de palma aceitera.

Se espera que los trabajos presentados en este documento sean de utilidad para los investigadores y técnicos que laboran en el ámbito de los países de la Subregión Andina, para el análisis de aspectos técnicos en pro de la obtención de semillas de alta calidad para la siembra comercial de palma aceitera. Además, es notorio destacar la inclusión de un artículo sobre las sugerencias del Consultor Internacional Dr. Edson Barcelos da Silva, sobre el Proyecto "Colección Internacional de ecotipos de palma aceitera", a fin de enriquecer las actividades del mismo para la consecución de los objetivos planteados en el proyecto cooperativo.

Por último, se desea dejar constancia que la realización del curso, la participación de destacados investigadores, la publicación de las disertaciones realizadas, así como documentos relacionados al tema, fundamentan la cooperación técnica recíproca promovida por el PROCINDINO.

Eric J. Owen  
COORDINADOR DEL EVENTO

Asdróbal Díaz Quintana  
COORDINADOR INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS



**S E C C I O N   I**  
**MEJORAMIENTO GENETICO**



**METODOLOGIA DEL MEJORAMIENTO GENETICO Y SELECCION  
DE LA PALMA AFRICANA (Elaeis guineensis Jacq.)**

J. Arias P. \*

**GENERALIDADES**

Un programa de mejoramiento de palma africana consta de cinco pasos básicos que son:

**a. Selección de progenitores DURA**

Selección artificial que se hace en los mejores lotes de palma Dura comercial disponible o a partir del material específicamente introducido con este propósito. La selección, que necesariamente tiene que ser individual, se basa en la producción de aceite, componentes del racimo y sanidad de la palma. Hay dos "clases" o fuentes de palma Dura:

i. DURA DELI, desarrollada y seleccionada originalmente en Indonesia, isla de Sumatra, a partir de cuatro palmas que fueron introducidas y sembradas en el Jardín Botánico de Buitenzorg, Java, en el año de 1848 y cuya característica genética es una mayor consanguinidad. De estas cuatro palmas se originó no solo la siembra comercial de Indonesia, sino también la de Malasia.

ii. DURA AFRICANA, núcleos desarrollados y seleccionados a partir de las palmeras naturales del Africa y cuya característica es la de tener una mayor variabilidad genética y una menor consanguinidad, debido al origen amplio por número y disperso por área geográfica de donde se han seleccionado los progenitores iniciales.

b. En un principio, es imposible seleccionar palmas PISIFERA. Para solucionar este inconveniente se acude al intercambio de polen entre programas.

Aparentemente, hay tres fuentes principales de progenitores Pisifera:

---

\* Investigador Jefe del Programa de Oleaginosas Perennes del CRI - Caribía, Santa Marta, Colombia.

- i. Fuente DJONGO, la gran mayoría de las selecciones Pisifera procede de la palma TENERA DJONGO, de la cual se tomó un racimo de polinización libre (el proyecto completo era de diez palmas Tenera diferentes, tomando un racimo de polinización libre de cada una de ellas), y del cual se han seleccionado las principales fuentes Pisifera que se usan en todo el mundo palmero. La Pisifera colombianas son indiscutiblemente de origen Djongo a través de la selección Yangambi.
  
- ii. Fuente SUNGEI PANGUR, seleccionada en Indonesia en una descendencia de la fuente Djongo y que se estabilizó en la palma Tenera Sungei Pangur - 540, SP 540, de donde salió una línea predominante y cuya descendencia más conocida es la semilla "Papua" de la empresa Harrisons and Fleming.
  
- iii. Fuente LA ME, seleccionada en la Costa de Marfil, a partir de la descendencia de sesenta palmas Tenera de polinización libre. La palma más sobresaliente es la L-2-T (LA ME-2-TENERA), cuyas descendencias proveen los mejores progenitores para el programa del IRHO.

c. Prueba de progenies DURA x PISIFERA

Las selecciones Dura y Pisifera son intercruzados y el comportamiento agronómico y productivo es evaluado estadísticamente. De esta prueba aparecen las palmas "probadas" que en el sistema tradicional equivalían a las que generaban palmas Tenera de mayor producción. En el esquema de la selección recurrente identifica a los progenitores con habilidad combinatoria general más alta.

d. Mejoramiento de MADRES DURA

Las palmas Dura "probadas", o mejor, con habilidad combinatoria general más alta, se intercruzan para generar poblaciones mejoradas Dura, dentro de las cuales se seleccionan nuevos individuos para establecer un ciclo mejorado por producción tanto para la respectiva evaluación de progreso genético como para la producción del híbrido comercial.

e. Mejoramiento de MACHOS PISIFERA

La población Pisifera se deriva de un campo de cruzamiento Tenera x Tenera, en donde, teóricamente, debe haber 25% de palmas Pisifera. Las Pisiferas se seleccionan entre las mejores familias Tenera, es decir, a partir de la evaluación de las palmas Tenera hermanas de la Pisifera.

Sin embargo, las necesidades actuales del cultivo y la tecnología moderna incluyen otros pasos o métodos que son:

- f. Introgresión Interespecifica, especialmente a partir del cruzamiento Elaeis oleifera x E. quineensis. El desarrollo de este cruzamiento interespecifico pretende transferir los genes de resistencia a algunas enfermedades y los de la alta calidad de aceite que se encuentran en el genomio del E. oleifera o Noli al de la palma africana. Dentro de este proceso, es conveniente recurrir al empleo del método de la Retrocruza aliada con el de la "Descendencia de la Semilla Unica".

g. Utilización de la Biotecnología

La contribución de la biotecnología como ayuda al mejoramiento genético de la palma africana está relacionada con:

- i. Cultivo de tejidos: La propagación vegetativa y/o clonal de la palma africana ofrece posibilidades amplias de propagar ejemplares élite de un programa de selección para derivar directamente poblaciones comerciales. También sería ideal reproducir vegetativamente progenitores Dura y Pisifera de alta habilidad combinatoria general y específica para derivar la respectiva semilla sexual. Sin embargo, a la luz de las experiencias actuales, todavía es necesario resolver algunos problemas técnicos antes de poder confiar plenamente en la utilización de esta herramienta. Un alto porcentaje de las palmas desarrolladas por cultivo de tejidos han presentado problemas de androgenicidad, frutos pluricarpelares y partenocárpidos y hojas erectas acortadas. Cuando estos problemas hayan sido solucionados, se podrá considerar de nuevo el valor que esta herramienta podría tener para la palma africana.

- ii. **Variabilidad somaclonal:** Se han detectado palmas regeneradas a partir del cultivo de tejidos con mayor contenido de ácido oleico, lo que de lograr estabilizarse contribuirá al mejoramiento de la calidad de aceite. Sin embargo, se necesita un refinanciamiento en el proceso para garantizar la repetitividad de los caracteres encontrados por este sistema.
  
- iii. **Fusión de protoplastos:** Es aceptado que el progreso hecho mediante esta tecnología en la palma africana ha sido demasiado lento.
  
- iiii. **Ingeniería genética:** Todavía está empezando su infancia en la palma africana. Será necesario descubrir los caracteres genéticos especiales que estén controlados por un solo par de genes, para luego tratar de hacer uso de ellos.

#### **OBJETIVOS**

El mejoramiento genético de la palma africana tiene por objeto, en forma práctica, producir el híbrido entre las formas Dura (DD) y Pisifera (dd) para la propagación comercial del híbrido monofactorial Tenera (Dd). En términos teóricos, se hace para seleccionar progenitores madre Dura y progenitores machos Pisifera que generen poblaciones comerciales Tenera que produzcan la mayor cantidad posible de aceite por unidad de superficie durante la vida económica del palmaral.

El descubrimiento de la forma Tenera y de su control genético por un solo par de alelos, determinó que a las selecciones Dura se les asignara la función de contraparte femenina y a las selecciones Pisifera la de componente masculino. Esta situación establece, a su vez, que entre los objetivos del mejoramiento de la palma africana sea necesario seleccionar y mejorar poblaciones Dura y poblaciones Tenera, en donde se origina la selección de Pisíferas.

El mejoramiento genético se hace únicamente por medio de la selección artificial para identificar los genotipos deseables. El proceso de selección conlleva, entonces, a establecer objetivos a corto, mediano y largo plazos. Los objetivos a corto plazo pretenden hacer variedades o híbridos rápidamente para satisfacer

necesidades inmediatas. Los objetivos a mediano y largo plazos contemplan el desarrollo de materiales que tienen potencial para ser utilizados en programas del futuro. En los países andinos, el objetivo a corto plazo se ha cumplido mediante INTRODUCCIONES MASALES, con las cuales se ha cubierto el 70-80% de las siembras. Los programas de Colombia y Ecuador contribuyen hoy eficientemente a reemplazar parte de esas introducciones masales. En cuanto a los objetivos a mediano y largo plazos se puede considerar el desarrollo de poblaciones que generen progenitores de máximo rendimiento en cantidad y calidad de aceite y de poblaciones con resistencia a algunas enfermedades (Pudrición del Cogollo, Amarillamiento Letal, Marchitez Sorpresiva) derivados a partir de genes provenientes del Noli.

Es necesario destacar que los programas de mejoramiento siempre están más relacionados con objetivos a corto plazo, pero el mejoramiento de poblaciones y la conservación de la variabilidad genética son muy importantes objetivos a largo plazo.

#### JUSTIFICACION

La producción de semilla de palma africana a nivel local y, por ende, la existencia de programas de selección y mejoramiento genético, en los países del grupo andino, que tengan dentro de sus planes de desarrollo la programación de áreas significativas sembradas con esta oleaginosa, tiene una serie de justificaciones, entre las cuales se destacan:

**a. Area sembrada**

1.1. Bolivia:	0 ha
1.2. Colombia:	100,000 ha
1.3. Ecuador:	70,000 ha
1.4. Perú:	11,000 ha
1.5. Venezuela:	13,000 ha

**b. Demanda de semilla**

1.1. Bolivia:	0 semillas/año
1.2. Colombia:	750 - 1,500,000 semillas/año
1.3. Ecuador:	500 - 1,200,000 semillas/año
1.4. Perú:	300,000 semillas/año
1.5. Venezuela:	400,000 semillas/año

**c. Déficit en la producción de semilla**

Colombia ha satisfecho, durante los últimos 10 años, sus

necesidades de semilla de palma africana importando el 90% de ella. Ecuador ha sido casi autosuficiente. Venezuela y Perú han importado el 100%.

El déficit en la producción de semilla implica:

- . La contribución de la tecnología extranjera (Harrisons and Fleming de Nueva Guinea, ASD de Costa Rica, IRHO de Costa de Marfil) ha hecho y sigue haciendo una excelente contribución a nuestros países.
- . La introducción intercontinental de semillas siempre deja abierta la puerta de introducción de organismos peligrosos.
- . Siempre existirá la incertidumbre sobre la dependencia física de mercados internacionales.
- . Existencia actual de facilidades.

Tanto Ecuador como Colombia, tienen proyectos de mejoramiento ya establecidos que incluyen los laboratorios de producción de semilla.

- . Se elimina la explotación benéfica de la variabilidad adaptativa que aparece por la interacción de los materiales introducidos a los diferentes medios ambientales.
- . Se desperdicia el uso de recursos genéticos propios y autóctonos, v.gr. Elaeis oleifera.
- . Los países andinos tienen vasto potencial para ampliar la frontera agrícola mediante la siembra de la palma africana.

Hay después, plena justificación para el establecimiento de programas de mejoramiento con estructuración sólida, financiación adecuada y de continuidad garantizada.

#### PROGRESO RELATIVO A TRAVES DEL MEJORAMIENTO

En palma africana no hay datos disponibles sobre una comparación experimental del material actual de siembra. Sin embargo, esta comparación estaría limitada al medio ambiente seleccionado para el experimento. Cada país tiene condiciones diferentes y dentro de cada país hay regiones con medio ambiente

especifico. Esta situación quizá dificultaría la interpretación de la interacción "material" (variedades) por medio ambiente. A pesar de la anterior consideración, más el efecto del empleo de mejores prácticas culturales en los cultivos, se puede sumarizar el progreso del material proveniente de programas de selección en comparación con el material no seleccionado o seleccionado previamente, así:

- a. **Comprensión genética y uso práctico y universal de la forma Tenera.** Un resumen de las ventajas de la forma Tenera en comparación con la Dura es la siguiente:

#### CARACTERISTICAS DE LOS RACIMOS DURA Y TENERA

Carácter	Dura	Tenera
% de frutos	60	60*
% de mesocarpio/fruto	60-65	76-85
% de cuesco/fruto	25-30	8-15
% de aceite/pulpa	50	50
% de aceite/racimo	18-19.5	22.5-25.5

\* Este parámetro ha aumentado su valor en la actualidad debido a la contribución del polinizador Elaeodobius kamerunicus introducido por D.R. SYED al Asia y a América (J.A.F.).

- b. **Indiscutible avance en la precocidad de los materiales utilizados.** En Colombia se conoce el caso de un lote comercial de 40 ha, con riesgo y fertilización por goteo, que inició producción a los 20 meses de transplantado en el campo. Hay datos internacionales que muestran lotes que en el segundo año de producción han producido 20 toneladas de racimos por hectárea.
- c. **Hardon et al.** analizaron un experimento en que compararon cuatro poblaciones Dura Deli, cuyo rango cubría desde palmas de polinización abierta sembradas en 1878 hasta progenies Dura x Dura sembradas en 1969. Encontraron un incremento del 23% en la producción de aceite en la primera generación de selección seguida por un incremento del 10-15% por generación subsiguiente.

- d. Los mismos autores revisando los datos de siete experimentos en que se comparaban progenies de Pisíferas, en los que intervenían un promedio de siete Pisíferas por experimento, encontraron que la progenie de la mejor Pisífera producía un 12% más que el promedio de las otras.
- e. El IRHO encontró diferencias notables entre las descendencias Deli x Pisífera de Yangambi-Sibiti y Deli x Pisífera LA ME. La primera descendencia producía Teneras con racimos y frutos grandes y con altas proporciones de mesocarpio en el fruto y aceite en el mesocarpio; la segunda, tenía racimos más numerosos pero más pequeños. No obstante, parece hacer la impresión general de que el mejor progenitor masculino es la selección L2T (La Mé 2 Tenera).
- f. Comparaciones de semilla seleccionada contra semilla no seleccionada del Programa de Nigeria, han mostrado producciones de racimos superiores en un 20-25% a favor de la semilla seleccionada.
- g. Noiret et al. han estimado que sobre un periodo de 30 años, la producción de aceite se ha elevado de 3.3 a 4.5 t/ha/año. Bajo condiciones óptimas, la producción de 43 kilos/palma/año, con un rango de 3 a 11 toneladas ó 21 a 77 kg/palma/año.
- h. El ICA encontró en un experimento comparativo de 28 progenies Dura, en Tumaco, un rango de producción de racimos entre 103.2 y 156.2 kilos/palma/año y promedio de 135.1. El número de racimos por familia/palma/año osciló entre 6.6 y 12.6 con un promedio de 10.2. Las palmas de las ocho familias seleccionadas en este experimento tuvieron los siguientes rangos: 50.1 a 58.3 kg de aceite/palma, 196 a 233 kg de racimos/palma/año, 61.9 a 65.4 como % de pulpa/fruto y 46.7 a 51.5 como % de aceite/pulpa.

Este resumen de progresos obtenidos en diferentes programas confirma la certidumbre de que la producción de aceite de palma puede ser aumentada mediante el proceso de selección.

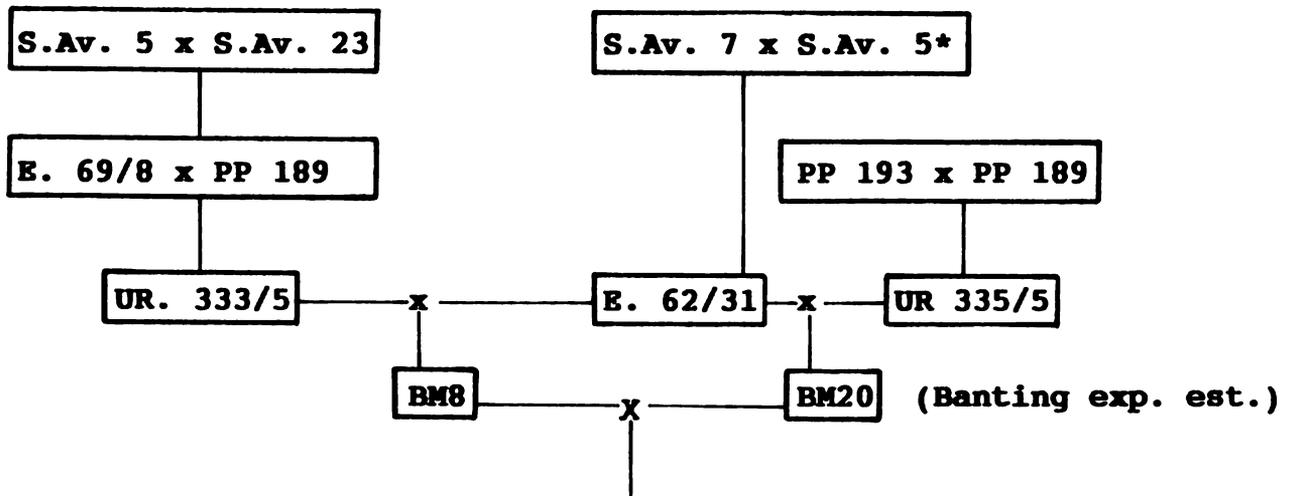
#### MÉTODOS DE SELECCIÓN EN PALMA AFRICANA

El mejoramiento genético y la selección en palma africana ha sido realizado mediante la aplicación de modalidades ajustadas tanto del método de la selección masal como del método de la selección recurrente.

a. Selección masal

En la selección masal "se selecciona un número indeterminado pero numeroso de plantas, se cosechan y se hace un compuesto de semillas, sin prueba de progenies, para producir la siguiente generación", ALLARD, R.W. Principes of Plant Breeding, pp. 252. En la selección de la palma africana ha tenido preponderancia la selección del progenitor femenino. El propósito de la selección masal es aumentar la proporción de genotipos superiores en la población. La selección masal ha sido muy eficiente en cambiar el grado de adaptabilidad de ciertas variedades para que respondan mejor a nuevas áreas de producción. No ha sido muy efectiva en aumentar los rendimientos de variedades adaptadas.

Un modelo de selección masal seguida en palma africana es el de Harrisons and Fleming, cuyo resumen es:



(PRUEBA DE PROGENIES SEMBRADAS EN DAMI - PAPUAO

- |     |           |   |            |
|-----|-----------|---|------------|
| 1.  | BM 20/139 | x | BM 20/139  |
| 2.  | BM 20/110 | x | BM 20/139  |
| 3.  | BM 8/ 63  | x | BM 8/178   |
| 4.  | BM 20/ 42 | x | BM 20/ 42  |
| 5.  | BM 8/123  | x | BM 8/ 61   |
| 6.  | BM 8/128  | x | BM 20/139  |
| 7.  | BM 20/ 57 | x | BM 8/178   |
| 8.  | BM 8/118  | x | BM 20/ 42  |
| 9.  | BM 8/139  | x | UR 404/ 27 |
| 10. | BM 8/178  | x | UR 435/ 16 |
| 11. | BM 20/119 | x | UR 416/ 4  |
| 12. | BM 8/178  | x | UR 427/ 28 |

\* Selecciones de la Avenida Serdang, Sumatra.

Este programa incluye un total de 1,920 palmas Dura, 160 por progenie, de las cuales se han seleccionado 449 para producción comercial de semilla D x P, que en Colombia es conocida con el nombre de "Papua".

b. Selección recurrente

Selección recurrente es cualquier esquema ciclico de selección de plantas, mediante el cual se aumenta la frecuencia de genes favorables en una población de plantas. El objetivo básico de cualquier método de selección recurrente es el de aumentar sistemáticamente la frecuencia de genes deseables en una población, de tal modo que la oportunidad de extraer genotipos superiores sea mayor.

En la utilización de un esquema de selección recurrente se procede en cinco etapas:

- . Selección de plantas de una fuente heterocigota y autofecundación de ellas (en el caso de la palma africana, las palmas han tenido evaluación previa a la selección).
- . Descarte de las palmas de comportamiento inferior.
- . Propagación de las palmas seleccionadas a partir de la semilla autofecundada.
- . Intercruzamiento intensivo entre las progenies superiores.
- . Realización de nuevos ciclos de selección y cruzamientos usando como fuente la población resultante de los intercruzamientos.

Este es el esquema básico de la selección recurrente, pues existen cuatro tipos diferentes a ella: Selección recurrente simple, selección recurrente por habilidad combinatoria general, selección recurrente por habilidad combinatoria específica y selección recurrente recíproca.

Es probable, pero discutible, que el mejoramiento en palma africana que utiliza el método de la selección recurrente, esté más inclinado hacia la selección recurrente simple.

Los esquemas o modelos prácticos que se han empleado en palma africana están relacionados en detalle en el libro "La Palma de Aceite" de C.W. S. Hartley, 1977, pp. 352 a 364. Hay que agregar que el modelo de IRHO está siendo replicado con una generación más de selección en el EMBRAPA, Manaus, Brasil. El modelo del Asia, representado por la Harrisons

and Fleming ha sido trasladado a Papua, Nueva Guinea, en donde Breure y colaboradores han introducido como criterios de selección la relación de área foliar y el contenido de Magnesio. Una replicación del material Dura de este programa, se encuentra en Colombia, Hacienda "Las Flores" de Codazzi, Cesar.

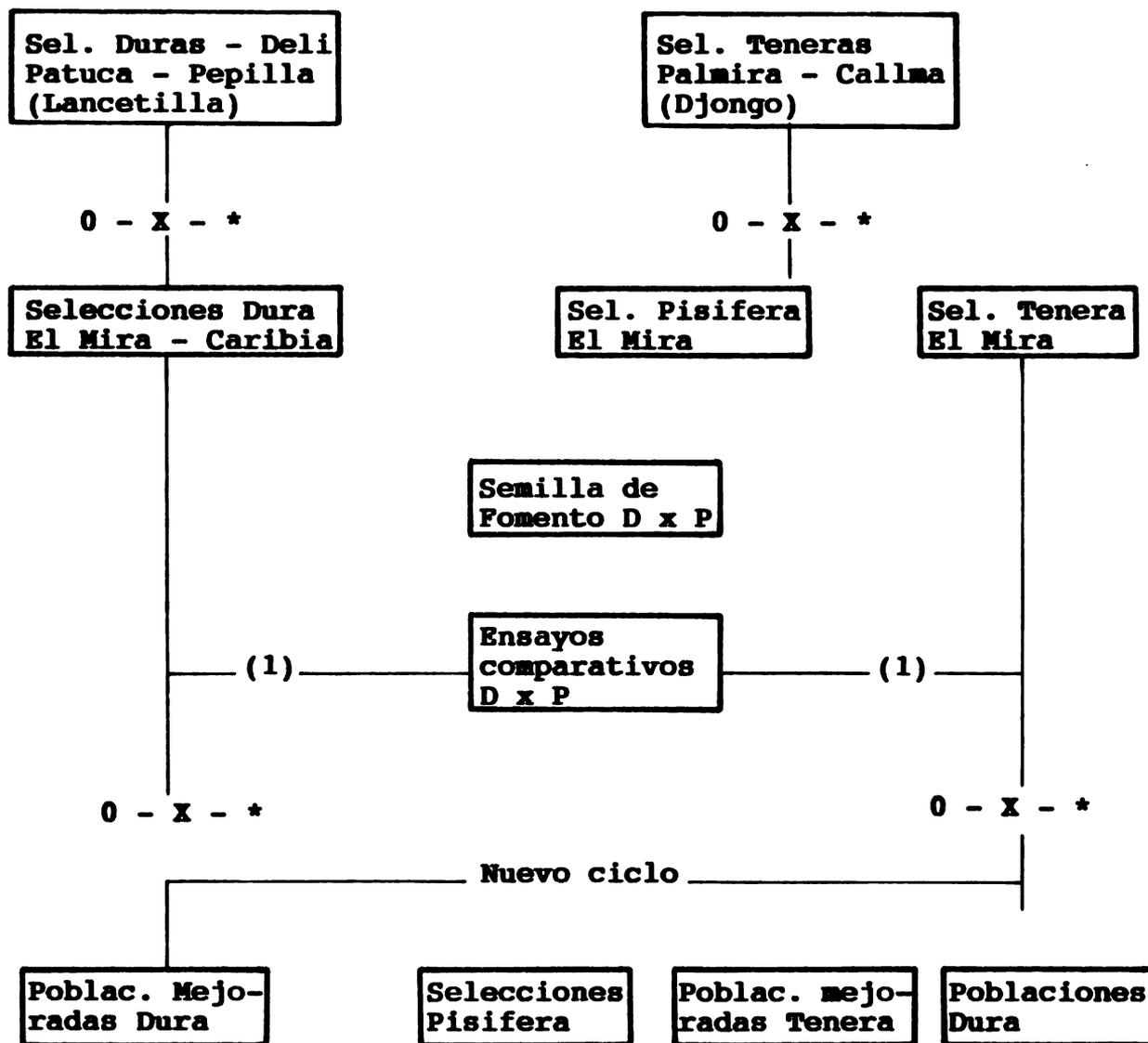
El ICA no conoce el método de selección utilizado por la ASD de Costa Rica, que es uno de los principales proveedores de semilla para Colombia. Sin embargo, hay la certeza de que una buena parte de su material básico de selección proviene del mismo material utilizado por la Harrisons and Fleming de Papua, Nueva Guinea.

La metodología seguida actualmente en Malasia parece no estar disponible públicamente. Sin embargo, de acuerdo a los artículos aparecidos en el Newsletter de la International Society for Oil Palm Breeders, parece que hay una tendencia fuerte a evaluar métodos de mejoramiento utilizados en otros cultivos, v.gr. el método de la descendencia de la semilla única.

Finalmente, parece que la propagación vegetativa a través del cultivo de tejidos, ofrece todavía algunos problemas que deben ser resueltos. Si esto fuese cierto, se demorará hasta cuando los problemas sean resueltos, la aplicación de la hipótesis sobre la impresionante perspectiva que ofrece esta tecnología.

El ICA está desarrollando un Proyecto de Selección Recurrente, cuyo esquema es el siguiente:

**ESQUEMA DE MEJORAMIENTO Y SELECCION DE PALMA AFRICANA  
EMPLEADO POR EL ICA**



- 
- 0** : Autofecundaciones
  - X** : Cruzamientos y líneas endocriadas
  - \*** : Incorporación de material de intercambio
  - (1)** : Selección de progenitores con buena habilidad combinatoria.

Una síntesis de los progenitores utilizados por el Programa del ICA es:

DURAS

Selecciones Patuca (1968)	Patuca No.	kg.aceite palma/año	kg racimos palma/año	% pulpa	%aceite / pulpa
1	208-D	42.4	228	61.8	---
2	221-D	46.9	241	61.9	---
3	464-D	42.4	230	65.2	---
4	<u>542-D</u>	<u>48.2</u>	<u>238</u>	<u>62.7</u>	<u>---</u>
	$\bar{x}$	45.0	234	62.9	

Selecciones Pepilla (1968)

1	559-D	54.1	230	60.6	---
2	625-D	43.0	222	63.5	---
3	642-D	40.2	232	61.1	---
4	<u>733-D</u>	<u>53.8</u>	<u>230</u>	<u>60.6</u>	<u>---</u>
	$\bar{x}$	47.8	228	61.4	

Selecciones El Mira (1988)

(PA-542-D x PA-208-D)	0406-D	51.3	208	63.6	53.8
"	0787-D	58.9	241	67.7	50.6
"	0828-D	57.5	203	64.0	54.0
"	1696-D	62.1	210	65.7	54.9
(PA-208-D x PA-542-D)	0913-D	73.3	273	64.5	52.2
"	1968-D	64.8	220	65.0	55.7
"	2484-D	56.1	206	60.1	55.7
(PA-542-D x PA-464-D)	0359-D	54.0	297	61.1	38.8
"	0421-D	53.3	224	60.0	48.9
"	<u>1228-D</u>	<u>58.0</u>	<u>195</u>	<u>67.1</u>	<u>54.0</u>
	$\bar{x}$	58.9	228	63.9	51.0

TENERAS

Selecciones Palmira (1946)

"	I-19	---	216	86.1	63.0
"	XII- 7	---	227	79.4	47.9
"	XII- 8	---	157	95.4	54.7
"	<u>XII-13</u>	<u>---</u>	<u>233</u>	<u>84.0</u>	<u>39.9</u>
	$\bar{x}$		208	86.2	51.4

Selecciones Calima (1968)

"	XII-743-T	---	---	86.6	---
"	XII-798-T	---	---	85.6	---
"	XII-821-T	---	---	88.8	---
"	XII-1089-T	---	---	87.3	---
"	<u>XII-1170-T</u>	<u>---</u>	<u>---</u>	<u>88.2</u>	<u>---</u>
	$\bar{x}$			87.7	

Selecciones El Mira (1988)	Palma No.	kg.aceite palma/año	kg racimos palma/año	% pulpa	%aceite /pulpa
(CL-821-T x CL-1170-T)	4051-T	67.8	201	84.3	---
"	4350-T	57.8	234	92.2	---
(CL-1170-T x CL- 821-T)	4232-T	61.3	189	83.9	---
(CL- 821-T x CL-1089-T)	4826-T	58.6	178	90.4	---
(CL- 821-T x CL- 743-T)	3837-T	58.4	227	92.9	---
(CL- 798-T x CL- 798-T)	<u>0220-T</u>	<u>60.8</u>	<u>193</u>	<u>86.8</u>	---
	$\bar{x}$	62.3	204	88.4	

Una de las conclusiones que ofrece la observación de estos datos es que el ICA posee un núcleo Dura de origen Deli y un núcleo Tenera de origen Yangambi, con características de producción de aceite sobresaliente que los convierte en una importante fuente de producción de semilla y de selección, pues, los progenitores originales tenían producción de aceite alta y, además, lo más importante, han transmitido esa característica a su descendencia.

#### TECNICAS DE MEJORAMIENTO

Las técnicas de mejoramiento de la palma africana, una vez definido el método de mejoramiento a seguir, son:

##### a. Selección de progenitores

Rigen esencialmente los siguientes conceptos:

- . Hacer cruzamientos entre palmas seleccionadas que tengan caracteres fenotípicos complementarios.
- . Hacer cruzamientos entre palmas seleccionadas por alta producción de aceite.
- . Hacer cruzamientos entre palmas de familias seleccionadas por alta habilidad combinatoria.

**b. Criterios de selección**

Además de estos conceptos, existe una serie de criterios de selección, entre los cuales figuran:

- . Producción de aceite de palma: < 50 kg
- . Altura de palma: > 60 cm/año
- . % de aceite del mesocarpio: < 50%
- . % de mesocarpio: < 60% en Duras y 82% en Teneras
- . % de endocarpio (cuesco): > 30% Duras y 10% en Teneras
- . Sanidad total
- . Relación de área foliar
- . Contenido de Magnesio
- . Índice de racimo

**c. Realización de los cruzamientos**

Los cruzamientos para los programas de mejoramiento se deben hacer siempre bajo la dirección y supervisión directa del agrónomo responsable del Programa.

**d. Tamaño de parcela y diseño experimental**

Se ha generalizado la parcela experimental de 16 palmas, con un mínimo de 5 replicaciones. Los diseños más comunes son el de bloques al azar y Lattice simple.

**e. Registros de producción de racimos y aceite**

Se lleva por un mínimo de tres años. Necesariamente, se necesita el análisis físico-químico de racimos (ver anexo).

**f. Selección**

La selección por producción se hace primero "entre" familias y/o progenies y luego "dentro" de cada familia seleccionada.

**g. La selección de los progenitores Pisifera se hace en base al comportamiento de las familias Tenera derivadas de cruzamientos T x T. Las selecciones Pisifera son hermanas de**

aquellas Tenera, cuyas familias hayan mostrado los índices más sobresalientes en cuanto a los criterios de selección expuestos en el punto b. Por regla general, no se utilizan Pisíferas fértiles, ya que estas tienen la tendencia a producir Teneras de cuesco grueso. La selección ideal es la de su propia evaluación como progenitor de palmas Tenera. En la selección de Pisíferas no se tiene en cuenta el comportamiento de sus hermanas Dura, debido a que la correlación especialmente de % de mesocarpio entre estas y sus hermanas Tenera es muy baja.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. 1966. Principles of Plant Breeding, J.W. and Sons, New York.
2. BREURE, C.J., KOMINOR, J. and ROSENQUIST, E.A. 1986. Oil palm Selection and Seed Production at Dani Oil Palm Research Station, Papua, New Guinea.
3. HARTLEY, C.W.S. 1977. La palma de aceite. Compañía editorial Continental, México.
4. HALLAUER, R.A. 1981. En Plant Breeding II. Editado por K.J. Frey, The Iowa State University Press.
5. LOWE, J. 1961. Informe al Instituto de Fomento Algodonero, Bogotá, Colombia.
6. NEWSLETTER 1988-89. The International Society for Oil Palm Breeders, Malasia.

**SISTEMA DE MEJORAMIENTO EN PALMA AFRICANA  
EN EL MIRA-TUMACO, COLOMBIA**

**Silvio Bastidas Pérez \***

**1. INTRODUCCION**

El objetivo del Programa de Mejoramiento de la Palma es aumentar la producción de aceite por hectárea. Las técnicas de evaluación son las herramientas que permiten seleccionar los progenitores Dura y Pisifera que al cruzarse cumplan con ese objetivo.

Las palmas Dura producen pocos racimos de gran peso, las Pisifera alto número de racimos de bajo peso, mientras que las Tenera proporcionan buen número y peso de racimos.

El Programa de Mejoramiento del ICA, en el CRI El Mira, se fundamenta en la selección de palmas Dura con características asiáticas, dentro de progenies DxD y palmas Pisifera con características africanas, dentro de progenies TxT, utilizando los mismos principios de selección; la diferencia está en los parámetros evaluados para determinar la palma ideal.

A continuación se describen algunas de estas técnicas.

**2. TECNICAS DE EVALUACION**

**2.1. Evaluación y selección de progenitores Pisifera**

Cuando se trata de la evaluación de palmas Pisifera, las dificultades afloran desde el mismo momento de la siembra. Como se sabe, es muy difícil, si no imposible, establecer un lote genealógico con el 100% de palmas Pisifera, a menos que se haga por clonación.

Para la selección de estas palmas, únicamente se debe contar con el 25% teórico de progenies segregantes del cruzamiento TxT, sembrados en lotes extremadamente grandes con un bajo número de familias. Por ejemplo, en el CRI El Mira se dispone de un lote con algo más de 20 ha, donde se evaluaron 16 familias para un total de 15 palmas seleccionadas (presión de selección de 0.52% con relación al total de palmas).

---

\* Investigador en Fitomejoramiento en el Centro Regional de Investigaciones El Mira, Tumaco, Colombia.

De otra parte, como las Pisifera no se pueden evaluar por su propia producción, la selección se hace según el resultado de la evaluación de sus hermanas Dura y Tenera, de su apariencia fenotípica y, en definitiva, por el desempeño de sus progenies, semejante a como se hace la selección de un semental con características lecheras

En el lote genealógico TxT o TxP, destinado a la selección de palmas Pisifera, se debe seguir la siguiente secuencia:

2.1.1. Tipicación de los frutos.- Se toma una muestra de frutos de los racimos de cada palma, se parten transversalmente al pie de la palma, para evitar confusiones, y se determina si se trata de una palma Dura, Tenera o Pisifera.

2.1.2. Marcación de palmas.- Es necesario identificar cada palma con pintura de diferente color para cada forma de fruto. Para esto, se pinta un anillo de unos 10-15 cm alrededor del estipe con los colores elegidos, por ejemplo: negro-Dura, rojo-Pisifera, azul-Tenera. Además, es necesario pintar lateralmente en el estipe una placa con el número de identificación y la familia. Igual identificación se hace en el plano de cada lote.

2.1.3. Una vez que se han identificado las Pisifera, es necesario clasificarlas en fértiles, medianamente fértiles y estériles con base en sus propios registros de producción, así:

Caracteres cuantitativos:

- . Número promedio de racimos/palma/año
- . Peso promedio de racimos/palma/año
- . Producción total/palma/año

2.1.3.1. Fértiles: Almendra mediana a grande  
% de frutos normales mayor del 50%  
Fruto mediano a grande  
Alto número de racimos  
Peso promedio del racimo mayor de 6 kg

2.1.3.2. Medianamente fértiles:  
Almendra pequeña  
% de frutos normales menor del 50%  
Fruto mediano a pequeño

Bajo número de racimos  
Peso promedio del racimo menor de 6 kg

2.1.3.3. Estériles: Alto porcentaje de aborto de inflorescencias  
Alto porcentaje de malogro de racimos  
Escasa fructificación por racimo  
Frutos partenocárpicos

De todas las características evaluadas, las de mayor importancia son el % de frutos normales y el tamaño de la almendra. Es recomendable evaluar el material en cuanto a: Relación sexual, % de frutos normales, % de frutos partenocárpicos, % de frutos abortados, % de almendra sobre fruto, % de pulpa sobre fruto, etc.

Inicialmente, se preseleccionan como progenitoras aquellas clasificadas como medianamente fértiles por las siguientes razones: Las Pisifera fértiles tienen la tendencia a producir progenies DxP con alto porcentaje de cuesco, mientras que las estériles además de que producen muy pocas inflorescencias, sus progenies son de cuesco extremadamente delgado y con alto porcentaje de frutos partenocárpicos.

## 2.2. Características de las Pisifera seleccionadas

### 2.2.1. C. fenotípicas:

- . Diámetro del estipe mediano
- . Bajo incremento anual en altura
- . Más de 48 hojas en la corona, con disposición radial asimétrica.
- . Bases peciolares y peciolo de mediana contextura (que no demuestren vigor)
- . Foliolos anchos, con espacio entre ellos angosto
- . Fitosanitariamente sana

### 2.2.2. C. cuantitativas

- . No. de inflorescencias femenina: 15-20 por año

- . Producción de racimos: 12 por año
- . Peso promedio de racimos: 6 kg
- . Producción: 64-72 kg/palma/año

Finalmente, la selección debe basarse en la experiencia del fitomejorador y a las necesidades locales de producción.

### **2.3. Evaluación y selección de progenitores Dura**

En este caso si es posible establecer bloques genealógicos con material 100% Dura y evaluar en lotes relativamente pequeños un mayor número de familias. Aquí se disminuye la presión de selección a 5 ó 10% sobre el total de palmas. El método de selección de familias y de palmas individuales dentro de las familias comprende los siguientes pasos:

- 2.3.1. Tipificación de frutos.- Como el material disponible es una mezcla de material asiático y africano, es conveniente hacer una tipificación mediante observación de las características de los racimos y de los frutos para elegir únicamente los de características Deli. Nos interesan las palmas del tipo Deli porque se ha demostrado que la producción se aumenta mediante cruzamientos interorigenes.
- 2.3.2. Selección entre familias.- Selección de familias con relación al promedio de los factores cuantitativos.
- 2.3.3. Preselección individual.- Dentro de las familias seleccionadas, se hace una preselección según el comportamiento individual con relación a los promedios de las familias, y en base a las características cuantitativas.
- 2.3.4. Preselección masal o fenotípica.- Es una segunda preselección de palmas individuales dentro de las preseleccionadas por caracteres cuantitativos. Esto con el fin de corregir una selección de familias defectuosa.

**2.3.5. Selección definitiva.- Finalmente, se hace la selección definitiva de palmas progenitoras según el comportamiento individual con relación a los promedios generales de la población seleccionada, en cuanto a la clase y calidad de los caracteres cuantitativos, cualitativos y de fenotipo.**

**Las características que están involucradas en el proceso de selección, son:**

**2.3.5.1. C. cuantitativas**

- . **Número promedio de racimos/palma/año**
- . **Peso promedio de racimos/palma/año**
- . **Producción promedio/palma/año**

**Grado I: Las familias con los 3 caracteres cuantitativos positivos.**

**Grado II: Positivos producción y peso. Es una característica concentrante para la cosecha.**

**Grado III: Positivos producción y número. Características de cosecha permanente.**

**2.3.5.2. C. cualitativas**

- . **% de frutos normales por racimo**
- . **% de mesocarpio por fruto**
- . **% de almendra por fruto**
- . **% de aceite por mesocarpio**
- . **% de aceite por racimo**

**2.3.5.3. C. fenotípicas**

- . **Estado fitosanitario sano**
- . **Bajo incremento anual en altura**
- . **Diámetro del estipe mediano tirando a delgado**

- . Bases peciolares y peciolo de contextura mediana
- . Hojas con foliolos anchos y escasa separación entre ellos
- . Hojas de la parte media dispuestas a más de 45 con relación al eje vertical y con disposición radial
- . Buen número de inflorescencias

La primera selección se basó en los promedios, eligiendo aquellos que superaban en dos desviaciones estandar el promedio general de la familia, resultando una presión de selección de 8.70%.

#### **2.4. Características de las Dura seleccionadas**

##### **2.4.1. C. fenotípicas**

- . Forma del fruto del tipo Deli
- . Diámetro mediano a delgado de estipe
- . Bajo incremento anual en altura
- . Hojas de la parte media con ángulo superior a 45 y dispuestas en forma radial asimétrica
- . Corona de 45-48 hojas
- . Folíolos anchos y poco distanciados
- . Peciolo y bases peciolares de contextura mediana
- . Aspecto fitosanitario sano

##### **2.4.2. C. cuantitativas**

- . Número promedio de racimos/palma/año: 12
- . Peso promedio por racimo/palma/año: 14
- . Producción/palma/año: 168

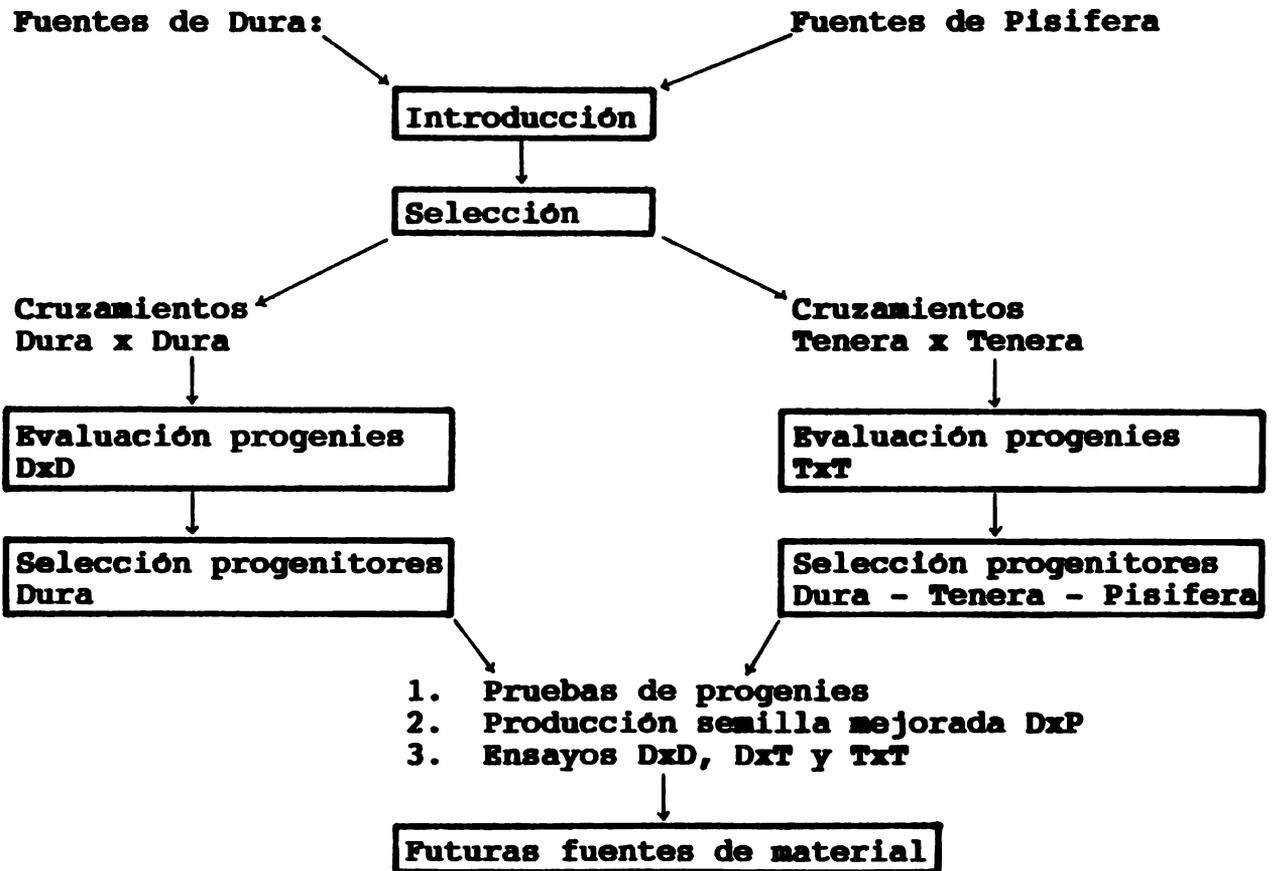
**2.4.3. C. cualitativas**

- . % de frutos por racimo: 65%
- . % de mesocarpio por fruto: 60%
- . % de cuesco por fruto: 25-30%
- . % de almendra por fruto: 7-15%
- . % de aceite en pulpa fresca: 42%
- . % de aceite en pulpa seca: 75%
- . % de aceite en racimo: 20%

**2.5. El Programa en lo que respecta al CRI El Mira se puede sintetizar así:**

- 2.5.1. Introducción de materiales**
- 2.5.2. Evaluación y selección de materiales nacionales e importados**
- 2.5.3. Selección de madres Dura dentro de las mejores progenies Dura**
- 2.5.4. Selección de padres Pisifera dentro de las mejores progenies TxT**
- 2.5.5. Pruebas de progenies para probar las Pisifera. Esta prueba se realiza cruzando las Pisifera seleccionadas con un grupo de palmas Dura de características conocidas**
- 2.5.6. Cruzamientos DxT y TxT para futuros programas de hibridación**

**Esquematizando el proceso, es como sigue:**



### **3. ESTABLECIMIENTO DE ENSAYOS DE MEJORAMIENTO**

El establecimiento de un programa de mejoramiento requiere del consenso general como respuesta a objetivos previamente establecidos. En cultivos perennes, como la palma, se planifica una sola vez tomando como referencia los éxitos y fracasos de otros países. Después que se determina el derrotero de trabajo es posible iniciar con el establecimiento de ensayos, siempre y cuando se cuente con la asesoría necesaria y objetiva.

Por el momento, todo el programa de mejoramiento se basa en las características de producción, el objetivo es producir semillas Tenera de alto rendimiento a partir de cruzamientos controlados DxP. El éxito de un programa se mide por el comportamiento de las progenies, el diseño experimental usado, la metodología de evaluación y la habilidad del fitomejorador para analizar e interpretar resultados.

Los diseños experimentales utilizados para evaluar experimentos DxP, DxT y TxT, donde se seleccionan individuos, deben ser diferentes a los diseños utilizados para pruebas de progenies, donde se quiere probar esos individuos.

Los diseños experimentales que más se acomedan para la evaluación de los ensayos de mejoramiento son: bloques, bloques incompletos y látices, y los métodos que se utilizan en estos diseños para la evaluación de progenitores son:

- 3.1. Comportamiento individual en varios ambientes.- En síntesis se trata de estudiar la interacción genotipo ambiente para establecer la estabilidad fenotípica de un determinado material.
- 3.2. Diseños de apareamiento o diseños genéticos.- Son planes de cruzamientos entre los individuos de una población, con objeto de estimar teóricamente las varianzas genéticas que se presentan en las progenies para hacer predicciones de la respuesta a la selección.
- 3.3. Cruzamientos dialélicos: Es el sistema de cruzamientos posibles entre P. padres. Se usa básicamente para líneas endogámicas. Es un método útil porque permite determinar la habilidad combinatoria específica y la habilidad combinatoria general. Con algunas modificaciones, se puede utilizar en palma con buenos resultados.

A continuación se esquematiza una serie de cruzamientos para evaluar progenies donde se están probando 12 palmas Pisifera con 9 madres Dura de características conocidas.

### Esquema de cruzamientos

---

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
D1	X	X	X	X								
D2		X	X	X	X							
D3			X	X	X	X						
D4				X	X	X	X					
D5					X	X	X	X				
D6						X	X	X	X			
D7							X	X	X	X		
D8								X	X	X	X	
D9									X	X	X	X

---

De todas formas, sea cual sea el diseño experimental y el método que se utilice, siempre se deben contemplar 4 ó 5 repeticiones con parcelas de 16 a 36 palmas sembradas mediante el sistema de parcela por racimo (un racimo para las 4 ó 5 repeticiones).

#### 3.4. Duración del ciclo de selección

El tiempo transcurrido desde que se efectúa un cruzamiento hasta la selección de las palmas progenitoras, depende del número de años requeridos para obtener un estimativo confiable del rendimiento, o sea, la repetibilidad. Esta se puede medir por el coeficiente de correlación de rendimientos entre palmas y entre años.

Una norma generalizada incluye 4 años de registros de producción, paralelamente se toman las medidas de crecimiento y 3 años de análisis físico-químico de racimos. Estos análisis se inician al segundo año después de iniciados los registros de producción, por lo tanto, la duración de un ciclo genérico en palma africana desde la polinización controlada hasta la selección de progenitores es de 10 años como mínimo.

#### 4. REGISTROS DE PRODUCCION Y ANALISIS FISICO-QUIMICO DE RACIMOS

La selección definitiva requiere necesariamente de los análisis de laboratorio para cuantificar los componentes de los racimos y las características del fruto.

Los registros de producción se realizan palma por palma, pero es muy costoso y difícil hacer los análisis físico-químicos a cada racimo, por lo tanto, en lo posible, se debe llevar la siguiente frecuencia:

- 4.1. Iniciar los registros de producción 3 y 5 años después de estar las plantas en sitio definitivo, durante 4 años.
- 4.2. No registrar el primer semestre de producción, porque no hay uniformidad, no proporcionan datos confiables y, además, se presentan anomalías en la floración.
- 4.3. Paralelamente a los registros de producción, se llevan los registros de las medidas de crecimiento.
- 4.4. Después de dos años de registros, iniciar los análisis físico-químicos de racimos. Anteriormente se procuraba analizar un mínimo de 3 racimos/palma/año. Fue muy dispendioso y difícil de cumplir. Ahora se toman muestras al azar procurando hacer un mínimo de 60 análisis por familia por año. Con este sistema en cada ronda se registra el análisis a la palma correspondiente eliminando de los análisis aquellos que acumulen 3, con objeto de que la muestra de 60 racimos abarque a todas las palmas de esa familia.
- 4.5. Después de finalizar la toma de registros de producción, se continúa con los análisis físico-químicos, pero únicamente a las palmas de las familias seleccionadas.
- 4.6. Paralelo a lo anterior, se hace una preselección de individuos dentro de las familias con base en los registros de producción.
- 4.7. Iniciando el tercer año de análisis de laboratorio, ya es posible seleccionar las palmas progenitoras definitivas.  
Anexo 1: Procedimiento para el análisis físico-químico de racimos.

## 5. MEDIDAS DE CRECIMIENTO

Ultimamente, los programas de mejoramiento de palma africana han adoptado, con satisfacción, los registros de las medidas de crecimiento, por varias razones, entre las cuales se puede citar:

- . Las medidas de crecimiento, en su mayoría, están íntimamente correlacionadas con la producción.
- . Son indicadores visuales confiables del estado productivo de un material.
- . Compenetran al fitomejorador con la fisiología. El conocimiento botánico y fisiológico de la palma facilita la interpretación de ciertos resultados.
- . Dan la posibilidad de seleccionar materiales con mayor precisión y en relativo corto tiempo.
- . Son parámetros fáciles de medir, únicamente se realizan dos veces por año. (La producción se registra cada 10 días).

A continuación se describen algunas de las medidas de crecimiento que actualmente se realizan en este Centro, como apoyo directo del Programa de Mejoramiento. Las medidas se refieren a palmas mayores de 3 años.

#### 5.1. Emisión foliar (producción en hojas)

- 5.1.1. Marcar con pintura el peciolo de la hoja No. 1 al inicio del periodo de registros. Se conoce como hoja No. 1 a la hoja más joven que, como mínimo, tiene el 50% de los folíolos desplegados.
- 5.1.2. En cada medida posterior, contar la posición de la hoja marcada con relación a la nueva hoja No. 1, además se debe marcar con otro color la nueva hoja No. 1.
- 5.1.3. Determinar el número de hojas según el diagrama adjunto. Por ejemplo, si la hoja marcada es ahora la segunda hoja, bajando por la espiral 4, en el diagrama se encuentra que se han producido 11 hojas nuevas.  
Frecuencia: cada 6 meses  
Rango: 18-40 hojas/año

#### 5.2. Número total de hojas (g)

Para obtener un estimado muy aproximado, se debe contar las hojas existentes en la espiral 4 y luego multiplicar el total por 8.

Frecuencia: cada año  
Rango: 35-40 hojas

### **5.3. Altura de la palma**

- 5.3.1. Identificar la hoja No. 41 (la 6ta. hoja de la espiral 1) o la base de esta hoja si ha sido podada y buscar el punto de unión de esta base con el tronco.**
- 5.3.2. Marcar en el tallo un anillo como punto de referencia permanente. Puede ser con pintura y a 0.50 - 1 m de altura, con el fin de evitar fallas en la medición por acumulación de desechos y otras causas, y para estimar con mayor precisión el incremento anual en altura. \***
- 5.3.3. Tomar la altura desde la base de la hoja hasta el nivel preestablecido.  
Frecuencia: cada año  
Rango: 30-90 cm por año**

### **5.4. Area foliar**

- 5.4.1. Seleccionar la hoja No. 17. Contar el número de folíolos (n) por un lado del raquis, incluyendo los folíolos rudimentarios.**
- 5.4.2. Medir la longitud del raquis desde el punto de inserción del último folíolo hasta la punta del raquis. Marcar un punto en las 3/5 partes de esta longitud desde la base del raquis atando dos folíolos.**
- 5.4.3. Contar los folíolos de cada lado del raquis a partir de la marca hacia el ápice de la hoja.**
- 5.4.4. Seleccionar los 6 folíolos más largos y medir la longitud (L) y el ancho (a) en la parte media de cada folíolo. La longitud del raquis es un carácter altamente heredable.**
- 5.4.5. Calcular el área foliar así:  $2n \times L \times a \times 0.55$   
Frecuencia: cada 6 meses  
Rango: 1-12 metros cuadrados**

---

\* Comunicación personal Dr. Breure, C. (1988).

## 5.5. Sección transversal del peciolo

- 5.5.1. Esta medida se toma en la misma hoja seleccionada con el numeral anterior.
- 5.5.2. Medir el ancho y la profundidad del peciolo en el punto de inserción del último foliolo rudimentario.
- 5.5.3. Calcular el área de la sección así:  $ap/2$ .

Este parámetro está estrechamente correlacionado con el peso seco de la hoja, peso seco de la palma y con la producción de materia seca vegetativa. K.S. Tan y Breure en (3).

Frecuencia: cada 6 meses

Rango: 5-30 metros cuadrados

## 5.6. Diámetro del tronco

- 5.6.1. Remover las bases peciolares aproximadamente a 1.50 m de altura sobre el nivel del suelo en dos puntos opuestos al tronco.
- 5.6.2. Medir el diámetro del tronco con un calibrador o pie de rey.  
Frecuencia: una sola vez. No es necesario repetir esta observación porque la variación año tras año es extremadamente pequeña.  
Rango: 30-60 cm  
Con las anteriores medidas de crecimiento, es fácil calcular los parámetros de crecimiento.

## 5.7. Parámetros de crecimiento

- 5.7.1. Materia seca usada en el crecimiento vegetativo (V).

- 5.7.1.1. Peso seco del tallo (T)

Se requiere:

- a. Altura del tallo al principio y al final del periodo.
- b. Diámetro del tronco (d)

- c. **Peso de materia seca por unidad de volumen de tronco.** Como lo ha demostrado Corley et al. (1971), citado por (3) esto depende de la edad de la palma en años (y), se calcula por:

$$S = 0.00076 y + 0.083$$

Donde S es el peso de materia seca del tronco en kg/dm<sup>3</sup>.

- d. **Calcular el incremento en altura del tronco (h).**
- e. **Calcular el incremento del volumen en dm<sup>3</sup> (u), donde  $u = \pi \cdot d \cdot h / 4$ .**
- f. **Calcular el incremento del peso seco (T), donde  $l = u \cdot S$ , en kg/año.**

**5.7.1.2. Peso seco de las hojas (N.W.)**

- a. **Se requiere el dato de producción de hojas (emisión foliar) durante un periodo de tiempo (N).**
- b. **Se requiere el promedio de la sección peciolar (p), en cm<sup>2</sup>.**
- c. **Calcular el promedio del peso seco en la hoja (W) en kg, a partir de  $W = 0.102 p + 0.206$ .**
- d. **Multiplicar (W) por el número de hojas producidas (n) para obtener el peso seco total de las nuevas hojas (N.W.) en kg/año.**

**5.7.1.3. Incremento total de materia seca (V)**

- a. **Se requiere: Peso seco del tronco (T)  
Peso seco de la hoja (N.W.)**
- b. **Calcular el incremento de materia seca (v) en kg/palma/año, mediante:  $V = T + N.W.$   
Rango: Menos de 50 kg/palma/año en palmas de 2 años, por encima de 130 kg/palma/año en palmas viejas y vigorosas.**

**5.7.2. Peso seco del racimo (Y)**

a. Se requiere: Pesos frescos de los racimos (producción de fruto fresco por racimo).  
Contenido de materia seca de los racimos frescos.

b. El peso de los racimos es aproximadamente 53% del peso fresco, suministrado en relación fruto/racimo, el peso seco de los racimos está entre 60-65%. Cuando se encuentra grandes diferencias en fruto/racimo, el contenido de materia seca de los racimos (B) puede ser estimado a partir de:

$$B = 0.37 X + 29$$

Donde X es la relación fruto/racimo. (X y B son porcentajes).

c. Calcular el peso seco total de racimos (Y), en kg/palma/año, a partir de B y de los pesos frescos de los racimos.  
Rango: Directamente relacionado con la producción de fruto fresco por racimo.

**5.7.3. Tasa de crecimiento (C)**

a. Se requiere: . Materia seca vegetativa (V)  
. Peso seco de los racimos (Y)  
. Densidad de siembra (D)

b. Calcular la producción de materia seca total por palma por año = V + Y.

c. Calcular la tasa de crecimiento vegetativo, C. (Producción de materia seca total por hectárea por año:  
 $C = D (V + Y)$   
Rango: 20-30 t/ha/año.

**5.7.4. Índice de área foliar (L)**

a. Se requiere: . Área promedio de la hoja (a)

- . Número de hojas verdes por palma (g)
  - . Densidad de siembra (D)
- b. Calcular el área foliar total por palma (A), en m<sup>2</sup>, donde  $A = a.g.$
- c. Calcular el área foliar total por hectárea (A.D.).
- d. El índice de área foliar (L) es la relación entre el total de área foliar y la unidad de área de terreno, o sea:  $L = A.D/10.000$   
Rango: En plantaciones adultas normalmente de 4-7.

#### 5.7.5. Tasa de asimilación neta (E)

- a. Se requiere:
- . Tasa de crecimiento (E)
  - . Área foliar total por hectárea (A.D.) o índice de área foliar (L).
- b. La tasa de asimilación neta es la relación entre la producción de materia seca por unidad de área foliar, así:
- $E = C/A.D.$  o  $E = C/L$   
E es comúnmente expresado en g/m<sup>2</sup>/semana, mientras que C en kg/ha/año y A.D. en m<sup>2</sup>/ha  
 $E = C/(0.052 A.D.)$   
Rango: 5-20 gr/m<sup>2</sup>/semana.

#### 5.7.6. Índice de racimo (BI)

- a. Se requiere:
- . Materia vegetativa seca (V)
  - . Peso seco de los racimos (Y)
- b. El índice de racimo es la proporción del total de materia seca, la cual es usada para la producción de racimo:

$$BI = Y / (V + Y)$$

Rango: Por encima de 0.6 ó más.

#### 5.7.7. Relación de área foliar (F)

- a. Se requiere:
- . Materia vegetativa seca (V)
  - . Producción de hojas (N)
  - . Promedio de área por hoja (a)
- b. Calcular el área total de las nuevas hojas (N.a).
- c. La relación de área foliar es la relación del área de la hoja sobre materia vegetativa seca:  
 $F = N.a/V$   
Rango: 1.5 - 3.0 m<sup>2</sup>/kg.

#### 5.7.8. Producción de inflorescencias

Se requiere:

- a. Producción total de hojas (N)
- b. Número de racimos cosechados (f)
- c. Inflorescencias masculinas (m). Este dato puede ser registrado en cada ronda de cosecha, las inflorescencias viejas se cortan para evitar ser contadas.
- d. Racimos podridos (r). Este dato puede ser registrado en cada ronda de cosecha. Si es posible, se debe hacer la distinción entre racimos no polinizados (podridos por falta de polen) y racimos polinizados podridos parcialmente desarrollados.
- e. Es necesario notar que cada uno de los pasos antes mencionados sean registrados en diferentes periodos de desarrollo de la inflorescencia. Para que los cálculos sean válidos, los datos deben corresponder más o menos al mismo periodo.

**f. Cálculos:**

- . **Relación sexual (%) =  $100 (f + r) / (f + r + m)$**
- . **Tasa de abortos (%) =  $100 - 100 (f + r + m) / N$**
- . **Tasa de malogro de racimos (%) =  $100 r / (f + r)$ .**

**6. BIBLIOGRAFIA**

1. **BREURE, C. 1987. Report on visit to Colombia African Oil Palm and Coconut Palm. Harrinsons Fleming Advisory Services Limited. 59 p. Mecanografiado.**
2. **BREURE, C. 1988. Report on Visit to Colombia African Oil Palm and Coconut Palm. Harrinsons Fleming Advisory Services Limited. 43 p. Mecanografiado.**
3. **CORLEY, R.H.V. and BREURE, C.L. s/f. Measurements in Oil Palm Experiments. Harrinsons Fleming Advisory Services. 27 p. Mecanografiado.**
4. **FIGUEREDO, P. 1978. Informe de una visita realizada a la Estación Experimental El Mira. 51 p. Mecanografiado.**
5. **HARTLEY, C.W.S. 1983. Selección y propagación de la palma de aceite. La palma de aceite. Compañía Editorial Continental S.A. Primera ed. español, México, pp. 249-386.**
6. **MARQUES, F. 1985. Diseños genéticos. Genotecnia vegetal, métodos, teoría, resultados. Tomo 1. A.G.T. Editor. México. pp. 64-126.**
7. **VALLEJO, G. 1978. Mejoramiento genético. La palma africana de aceite. ICA Manual de Asistencia No. 22. pp. 57-83.**

## ANEXO 1

### METODOLOGIA PARA EL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE RACIMOS \*

El siguiente es un resumen de la metodología empleada en el laboratorio para análisis de racimos del Programa Oleaginosas Perennes, con algunas modificaciones según concertación con el Dr. C. Breure, Asesor de Mejoramiento en palma africana ante el ICA, durante los últimos dos años.

#### 1. Recolección y número de racimos para análisis

Debido a limitaciones de tiempo y presupuesto, el número de racimos que se debe analizar dependerá del objeto, así: Para seleccionar familias es suficiente una muestra al azar de 60 racimos por familia por año; para seleccionar progenitores se debe analizar un mínimo de 3 racimos por palma por año. Cada 10 días se efectuarán rondas para buscar racimos maduros en las palmas por analizar.

Después de cosechado el racimo, se corta el pedúnculo a dos pulgadas de la base del racimo y se marca con lápiz rojo en dicho corte el número de la palma de donde procede. Para una completa identificación se amarra una tarjeta con la siguiente información: No. de la palma, de la familia, del lote y fecha de cosecha. El racimo completamente identificado, junto con los frutos desprendidos, se lleva al laboratorio. Se debe llevar un registro cuidadoso para evitar hacer más de 3 análisis por palma por año.

#### 2. Análisis físico de racimos

##### 2.1. Recepción de racimos:

A cada racimo con los frutos desprendidos que llegan al laboratorio en un empaque de fique, se les registra su peso.

Después se pesa el empaque de fique y se resta del peso anterior para hallar el peso neto del racimo. Posteriormente, con la ayuda de una hachuela se procede a separar las espigas del raquis del racimo, se pesa el raquis y por diferencia se obtiene el peso de las espigas con los frutos.

---

\* Contribución del Programa Oleaginosas Perennes del ICA, al curso "Metodología de la producción comercial de semilla de palma africana", Agosto, 1989.

## 2.2. Muestreo:

Tan pronto se separan las espigas del raquis, se juntan con los frutos desprendidos y se revuelven cuidadosamente. Luego con la ayuda del cajón de la mesa muestreadora se toman dos muestras, A y B. La muestra A se usa para determinar los componentes de los racimos y está constituida por 5 kg de espigas y frutos desprendidos; con la muestra B se determinan los componentes de los frutos y consta de 1-2 kg de espigas. Las dos muestras siguen caminos diferentes.

La muestra A se deja en reposo por tres días para facilitar el desprendimiento manual de los frutos para el correspondiente pesaje. Al peso de la muestra A se le resta el peso de los frutos para obtener el peso de las espigas de la muestra, luego se calcula el porcentaje de frutos por racimo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ fruto/racimo} = \frac{\text{Peso neto racimo} - \text{peso raquis} \times \text{Peso frutos} \times 100}{\text{Peso neto racimo} \quad \text{Peso muestra}}$$

$$\star \text{ Peso frutos} = \text{Peso frutos fértiles} + \text{partenocárpicos} + \text{abortados}$$

$$\text{Peso muestra} = \text{Peso frutos} + \text{peso espigas.}$$

Los frutos que se obtienen de la muestra se clasifican en tres grupos: fértiles, partenocárpicos (sin nueces) y abortados (frutos que no alcanzaron su completa formación). A cada grupo se le toma su peso el cual se relaciona con el peso de los frutos de la muestra para calcular su porcentaje.

$$\% \text{ frutos fértiles} = \frac{\text{Peso frutos fértiles de la muestra} \times 100}{\text{Peso fruto de la muestra} \star}$$

$$\% \text{ frutos partenocárpicos} = \frac{\text{Peso frutos partenocárpicos de la muestra} \times 100}{\text{Peso fruto de la muestra} \star}$$

$$\% \text{ frutos abortados} = \frac{\text{Peso frutos abortados de la muestra} \times 100}{\text{Peso fruto muestra} \star}$$

$$\star \text{ Peso fruto de la muestra} = \text{Peso frutos fértiles} + \text{partenocárpicos} + \text{abortados}$$

### 2.3 Submuestreo de los frutos fértiles

De la muestra B se toma una submuestra de aproximadamente 500 gr, de la siguiente forma:

De cada espiga se toma un fruto del ápice, uno de la parte media y uno de la base hasta completar la submuestra de 500 gr. Esto se hace con el criterio de estimar de una manera más real los componentes de los frutos en base a la composición real del racimo y no del azar.

### 2.4. Despulpe y rompimiento de las nueces de la submuestra de frutos fértiles

Para calcular el % de mesocarpio, % de endocarpio, % de endospermo sobre fruto y el % de aceite sobre mesocarpio se hace necesario despulpar los frutos removiendo el mesocarpio de estos con un cuchillo y luego romper las nueces para recuperar los endospermos o almendras. Después de remover el mesocarpio o pulpa de los frutos, se les toma el peso a las nueces (cuesco + almendra) y se le resta el peso de la submuestra de frutos fértiles para calcular por diferencia el peso del mesocarpio.

Para calcular el porcentaje de pulpa o mesocarpio por fruto, se emplea la siguiente fórmula:

$$\% \text{ meso-} \\ \text{carpio/fruto} = \frac{\text{Peso mesocarpio submuestra frutos fértiles} \times 100}{\text{Peso submuestra de frutos fértiles}}$$

Las nueces frescas de la submuestra, después de tomarles el peso, se colocan en una bandeja con su respectiva tarjeta de identificación y se ponen a secar en un horno secador a 105 grados centígrados durante 4 horas.

Después de terminar el secamiento de las nueces se procede a romperlas para recuperar las almendras enteras. Tan pronto como se obtienen las almendras, se les toma el peso y se resta el peso de las nueces para calcular el peso del cuesco.

Para calcular los porcentajes de endocarpio (cuesco) y endospermo (almendra) se emplean las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ endocar-} \\ \text{pio/fruto} = \frac{\text{Peso endocarpio submuestra frutos fértiles} \times 100}{\text{Peso submuestra de frutos fértiles}}$$

$$\% \text{ endospermo/frutos} = \frac{\text{Peso endospermo submuestra frutos fértiles} \times 100}{\text{Peso submuestra de frutos fértiles}}$$

### 3. Análisis químico de racimos

#### 3.1. Desmenuzamiento y secamiento del mesocarpio de la submuestra de frutos fértiles

El mesocarpio fresco de la submuestra de frutos fértiles se pica cuidadosamente en pequeños pedazos, los cuales se colocan en un recipiente de aluminio cuyo peso es conocido. El recipiente se marca en la superficie exterior con lápiz rojo de cera, dando la siguiente información: peso del recipiente vacío, número de serie de análisis, peso del recipiente con el mesocarpio fresco de la submuestra y fecha del análisis.

El recipiente con el mesocarpio fresco de la submuestra de frutos fértiles se pone a secar en un horno eléctrico a 105 grados centígrados durante 24 horas. Después de terminado el secamiento, el mesocarpio seco se pesa junto con el recipiente y se resta del peso del mesocarpio fresco junto con el recipiente; la diferencia de estos pesos da el peso de la humedad que tenía el mesocarpio. El % de humedad se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad de mesocarpio} = \frac{\text{Peso humedad} \times 100}{\text{Peso mesocarpio fresco}}$$

El recipiente con el mesocarpio o pulpa seca se pone a enfriar a temperatura ambiente pero bien cubierto por una tapa que cierre herméticamente o en un desecador de vidrio con absorbente de humedad.

#### 3.2. Submuestro del mesocarpio de la submuestra de frutos fértiles

Después de enfriado el mesocarpio, se toma la mitad del contenido y se vacía dentro del vaso de una licuadora. Se pone en alta revolución durante un minuto con el objeto de desmenuzar el mesocarpio en granos diminutos. Una vez batido el mesocarpio en la licuadora, se vacía en un pequeño recipiente de aluminio y se pone a secar durante 6 horas en un horno eléctrico a temperatura de 105 grados centígrados. Tan pronto se termine el periodo de secamiento, la submuestra con el recipiente se pone a enfriar en un

desecador de vidrio hasta cuando empiece el proceso de la extracción del aceite.

### 3.3. Extracción del contenido de aceite de la submuestra de mesocarpio

Tan pronto como se enfríe la submuestra de mesocarpio seco, se toma una (1) submuestra de 5 gramos y se vacía en un dedal de papel filtro; los dedales deben ser llevados a peso constante antes de ser usados. Para esto, primeramente, se remojan en disolvente "éter de petróleo" y luego se ponen a secar en el horno eléctrico a temperatura de 105 grados centígrados hasta alcanzar el peso constante. En la superficie exterior de los dedales se anota con lápiz rojo su peso constante y el peso de la submuestra de mesocarpio.

El dedal de papel filtro con la submuestra de 5 gramos de mesocarpio seco, se coloca en un Soxhlet para realizar la extracción de aceite.

El aparato Soxhlet está compuesto por tres piezas de vidrio a saber:

- . Cámara de condensación del disolvente que va a la parte superior del Soxhlet.
- . Recipiente de extracción del aceite que va en la parte media del Soxhlet.
- . Balón de evaporación del disolvente químico, el cual va en la base del Soxhlet.

El proceso de extracción del aceite se realiza de la siguiente manera:

Los dedales de papel filtro conteniendo las diferentes submuestras de mesocarpio seco, se colocan en el recipiente de extracción del aceite del aparato Soxhlet y se taponan con algodón esterilizado o en papel filtro, para evitar que las muestras de mesocarpio sean dispersadas por el golpe de las gotas de disolvente condensado que caen sobre los dedales durante la extracción. Al recipiente de extracción se le pone la cantidad de 250 cc de disolvente químico. Al balón de evaporación del disolvente químico se le pone la cantidad de 500, 700, 1,000 ó 2,000 cc de disolvente químico (éter de petróleo o iso-hexano), se coloca sobre un calentador térmico o estufa eléctrica provista de un control para graduar la temperatura a la escala deseada.

El control de temperatura de la estufa se corre a la escala de 80 grados centígrados y se deja trabajando a esa

temperatura durante más o menos 18 horas continuas, periodo que dura la extracción del aceite.

La cámara de condensación del Soxhlet se acopla a un circuito cerrado de mangueras que llevan el agua a temperatura ambiente de un tanque elevado a la cámara de condensación y de allí a un tanque de depósito, de donde es bombeada, posteriormente, al tanque elevado. El disolvente químico, durante la extracción del aceite sigue un circuito cerrado pasando del balón a la cámara de condensación en forma de vapor y de la cámara de condensación pasa al recipiente de extracción condensada en forma de gotas. Del recipiente de extracción, el disolvente regresa al balón por el sistema de vasos comunicantes. El recipiente de extracción, tiene localizado un orificio a cierta altura de la base, del cual sale un tubo fino llamado vaso comunicante que conduce el disolvente al balón. El paso del disolvente químico del recipiente de extracción al balón se realiza tan pronto el nivel del disolvente alcanza el nivel del orificio de salida. Cuando el disolvente químico sale completamente blanco del recipiente de extracción de aceite, se sabe que la extracción ha terminado.

Después de concluir la extracción del aceite, lo que queda en los dedales es únicamente fibra, porque el mesocarpio está compuesto por fibra más aceite.

Tan pronto como se termine el proceso de extracción del aceite, los dedales con el contenido de fibra se ponen a secar en un horno eléctrico a 105 grados centígrados durante 12 a 24 horas, es decir, hasta alcanzar el peso constante. Los dedales con el contenido de fibra seca se ponen a enfriar en secadores de vidrio durante unas 24 horas. Después de enfriarse, se pesa el dedal con la fibra y se resta el peso del dedal con el contenido de la submuestra de mesocarpio. La diferencia de estos dos pesos da el peso del aceite extraído.

Para calcular los porcentajes de aceite sobre mesocarpio seco, sobre mesocarpio fresco y por racimo, se emplean las siguientes fórmulas:

### 3.3.1. Porcentaje de aceite sobre mesocarpio seco

$$\% \text{ AC/MS} = \frac{\text{Peso aceite submuestra mesocarpio seco dedal} \times 100}{\text{Peso submuestra mesocarpio seco dedal}}$$

### 3.3.1. Porcentaje de aceite sobre mesocarpio fresco

$$\% \text{ AC/MF} = \frac{\text{Peso aceite submuestra mesocarpio seco dedal}}{\text{Peso submuestra mesocarpio seco dedal}} \times \frac{\text{Peso mesocarpio seco submuestra frutos fértil.} \times 100}{\text{Peso mesocarpio fresco submuestra frutos fértiles}}$$

### 3.3.3. Porcentaje de aceite por racimo

$$\% \text{ AC/R} = \frac{\% \text{ fruto por racimo} \times \% \text{ pulpa por fruto} \times \% \text{ aceite pulpa fre}}{10,000}$$

### 3.4. Recuperación del disolvente químico

Cuando el proceso de extracción del aceite ha culminado, entonces se toma el contenido del balón del Soxhlet (disolvente más aceite de palma) y se vacía al balón del Soxhlet recuperador del disolvente. Por evaporación y condensación se recupera el disolvente químico separando así del aceite. Acoplado al vaso comunicante de la cámara de condensación del Soxhlet recuperador del disolvente va un balón de vidrio, el cual recibe las gotas de disolvente químico que sale de la cámara de condensación. La temperatura que se utiliza para evaporar el disolvente químico es de 30 grados centígrados producido por el calentador eléctrico. El disolvente recuperado se almacena en un recipiente de latón o de vidrio oscuro.

### 3.5. Registro de los datos de los análisis y cálculo de los caracteres cualitativos de racimos

Los resultados obtenidos del proceso del análisis físico y químico de racimos de palma de aceite, se registran en dos tarjetas las que se adjuntan a continuación, en la siguiente página.

### BIBLIOGRAFIA

1. BREURE, C. 1988. Report on visit to Colombia African Oil Palm and Coconut Palm. Harrinsons Fleming Advisors Services Limited. 43 p. Mecanografiado.

2. **FIGUEREDO, P. 1978. Informe de una visita realizada a la Estación Experimental El Mira. 51 p. Mecanografiado.**
3. **HARTLEY, C.W.S. 1983. Técnicas de selección y propagación de la palma de aceite. La palma de aceite. Compañía Editorial Continental, S.A. Ed. Español. México. pp. 276-284.**

LABORATORIO DE ANALISIS FISICO  
CRI EL MIRA

- A -

Lote  
Palma No.  
Forma fruto

No. análisis físico  
Fecha cosecha

- 1) Peso de racimos..... kg \_\_\_\_\_
- 2) Peso de raquis..... kg \_\_\_\_\_
- 3) Peso de recipiente A..... kg \_\_\_\_\_
- 4) Peso de recipiente A + espigas..... kg \_\_\_\_\_
- 5) Peso de frutos fértiles..... kg \_\_\_\_\_
- 6) Peso de frutos partenocárpicos..... kg \_\_\_\_\_

LABORATORIO DE ANALISIS FISICO  
CRI EL MIRA

- B -

Lote  
Palma No.

No. análisis físico

- 7) Peso de recipiente B..... Gr \_\_\_\_\_
- 8) Peso de recipiente B + muestra de frutos... Gr \_\_\_\_\_
- 9) Número de nueces..... Gr \_\_\_\_\_
- 10) Peso de nueces..... Gr \_\_\_\_\_
- 11) Peso de almendra..... Gr \_\_\_\_\_
- 12) Peso de recipiente para secado pulpa..... Gr \_\_\_\_\_
- 13) Peso de recipiente pulpa seca..... Gr \_\_\_\_\_
- 14) Peso del dedal..... Gr \_\_\_\_\_
- 15) Dedal + pulpa seca..... Gr \_\_\_\_\_
- 16) Dedal + fibra..... Gr \_\_\_\_\_

### ANEXO 1 a

Diagrama para la determinación del número de hojas producidas en un determinado período de tiempo. Adaptación de Corley y Breure (3).

Número de la hoja	Número de orden de la espiral							Número de hojas producidas	
	1	4	7	2	5	8	3		6
	Posición actual hoja marcada anteriormente como 1								
1	1							0	
2			1					1	
3							1	2	
4	1							3	
5		1			1			4	
6							1	5	
7			1					6	
8						1		7	
9	2							8	
10				2				9	
11							2	10	
12	2							11	
13		2						12	
14					2			13	
15			2					14	
16						2		15	
17							2	16	
18	3							17	
19				3				18	
20							3	19	
21	3							20	
22					3			21	
23			3					22	
24							3	23	
25						3		24	
26	4							25	
27				4				26	
28							4	27	
29		4						28	
30					4			29	
31			4					30	
32							4	31	
33						4		32	
34	5							33	
35				5				34	
36							5	35	
37					5			36	
38								37	
39			5					38	
40							5	39	
41	6							40	
42				6				41	
43							6	42	
44		6						43	
45					6			44	
46							6	45	
47			6					46	
48							6	47	



**COLEÇÃO INTERNACIONAL DE ECOTIPOS DIVERSOS  
DE PALMA ACEITERA AFRICANA \***

✓ Edson Barcelos Da Silva \*\* ✓

**COMENTÁRIOS**

Apesar dos programas de melhoramento do Equador e Colômbia disporem de praticamente da mesma base genética, é importante que se promova intercâmbios de materiais entre estes dois programas bem como o envio para o Peru e Venezuela, que por sua vez, contribuirão com germoplasma de Noli, de relevante importância para os programas de melhoramento na região.

**OBJETIVOS**

- . Formar banco de germoplasma nos países andinos (Peru, Equador, Colômbia, Venezuela), onde constarão as principais linhagens representativas do germoplasma disponível na região.
- . Promover a introdução deste germoplasma, de maneira sistematizada visando a sua avaliação e utilização, no menor espaço de tempo possível.
- . Promover intercâmbio de germoplasma e troca de informações entre os países do Pacto Andino, de forma a obter um mais eficiente aproveitamento das investigações com a palma aceitera, visando o progresso da palmicultura na região.

**ESTRATÉGIAS**

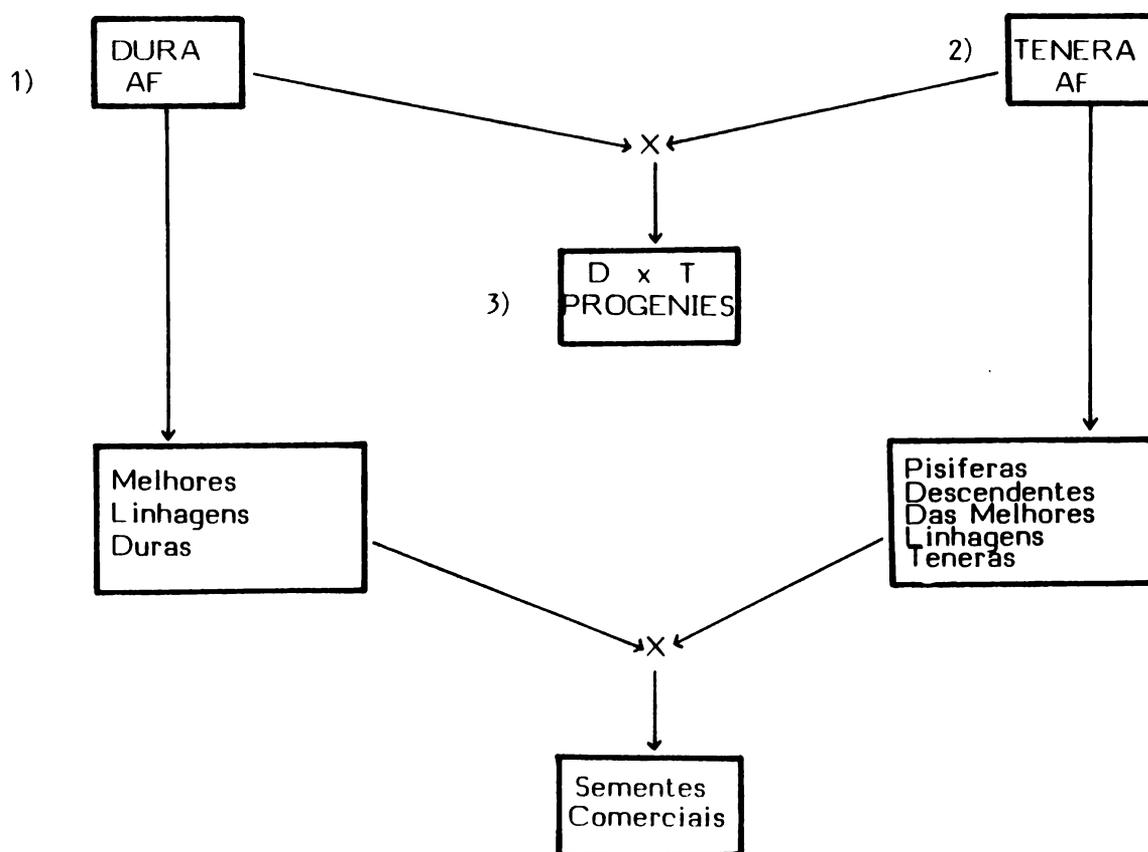
- . Estabelecer uma metodologia de introdução do germoplasma, de forma que o mesmo se ajuste a um programa de melhoramento, visando a economia de tempo e recursos, bem como a real possibilidade de utilização de tal germoplasma no mais curto espaço de tempo possível. Para tanto, as introduções de palma (Elaeis guineensis), deverão ser efectuadas de maneira planejada, abedecendo a seguinte estrutura:

---

\* Sugestões ao Evento IV/3.4.4. PROCIANDINO.

\*\* Consultor a corto plazo sobre "Mejoramiento genético de palma aceitera africana". PROCIANDINO. Evento 2.3.4. Informe de Consultoria, noviembre de 1989.

1. Autofecundações das melhores plantas, das melhores linhagens DURA, dos programas de melhoramento do Equador e Colômbia.
2. Autofecundações das melhores plantas TENERAS, das melhores linhagens Tenera/Pisifera, dos programas de melhoramento genético do Equador e Colômbia.
3. Cruzamento entre as plantas DURA x TENERA seleccionadas e autofecundadas nos itens 1 e 2. Tais cruzamentos visam avaliar o potencial de combinação entre os indivíduos das populações DURA e TENERA/PISIFERA, sendo um teste de progênie que indicará os melhores cruzamentos a serem reproduzidos como sementes comerciais.



**OBS:** As melhores linhagens DURAS e TENERAS são aquelas que deram as melhores progenies. Os cruzamentos D x P para a produção de sementes, serão feitos entre as plantas DURAS e PISIFERAS, descendentes das autofecundações que deram as melhores progenies.

Caso interesse e se disponha de recursos, recombinações D x D e T x T entre as plantas seleccionadas para autofecundações nas duas populações (DURA e TENERA), poderão ser obtidas, o que estará buscando por exemplo, o cruzamento entre as plantas DURAS, mães das melhores progênies e assim criando um material para a continuação do programa de melhoramento. São cruzamentos especulativos uma vez que as melhores progênies e portando as melhores mães (DURA) e pais (TENERA), só, serão identificados após os resultados dos testes de progênies. Tais cruzamentos visam ganhar tempo, pela criação do material a ser avaliado no ciclo seguinte de melhoramento.

É importante que haja uma equivalência ou equilíbrio entre as autofecundações DURAS, TENERAS e as progênies introduzidas.

Os quadros a seguir, apresentam um plano de cruzamentos e autofecundações entre DURAS e TENERAS, dos programas de melhoramento do Equador e Colômbia, seleccionadas baseando-se nas informações disponíveis. As sementes obtidas de cada autofecundação ou cruzamento deverão ser enviadas ao IICA/PAÍS LÍDER, onde serão germinadas, divididas e enviadas a cada um dos países interessados (Peru, Equador, Colômbia e Venezuela), sendo necessário no mínimo 1,000 sementes de cada cruzamento ou autofecundação, sendo 200, o número ideal de sementes prégerminadas, à ser enviado a cada país.

Tais cruzamentos deverão ser rigorosamente identificados e a remessa do material, deve acompanhar do maior número possível de informações sobre as plantas que deram origem aos cruzamentos.

Uma vez recebidas as sementes pre-germinadas, com todas as informações, todo o cuidado deverá ser tomado em todas as fases subsequentes, visando evitar mistura de material ou perda de identidade, o que tornará o material sem valor para a investigação e futura utilização.

As autofecundacoes DURA e TENERA, devem ser plantadas sem delineamento estatístico, em linhas simples, devendo-se plantar cerca de 100 plantas de cada descendência.

Os testes de progênies (D x T), deverão ser plantados em delineamento estatístico (látice, bloco de Fischer), como 12 plantas por parcela e 6 repartições, rigorosamente identificados.

Para as introduções de Noli (Elaeis oleifera), à serem obtidas em populações naturais do Peru e possivelmente da Venezuela, propõe-se a introdução de 20 (mínimo), linhagens oriundas de cada país, sendo cada linhagem equivalente à descendentes de uma planta coletada em populações naturais da espécie. Deve-se procurar obter representantes do maior número possível de populações selvagens de Noli. Estas linhagens deverao ser plantadas rigorosamente identificadas, sem delineamento estatístico, em linhas, num total de 10 plantas por linhagem.

En resumo, o programa envolveria o seguinte material:

ORIGEM	MATERIAIS	NÚMERO DE LINHAGENS	ÁREA PLANTADA POR PAIS	OBS
. Equador	Dura AF	10	7,0 ha	
	Tenera AF	5	3,5 ha	
	D x T	40	20,0 ha	
. Colombia	Dura AF	10	7,0 ha	
	Tenera AF	9	7,0 ha	
	D x T	40	20,0 ha	
. Peru	Noli	20	1,5 ha	
. Venezuela(?)	Noli	20	1,5 ha	

**Observacoes:** Nas provas de progênies (D x T) deverá constar um testigo comum para todos os paises, bem como sugere-se a utilizacao de sementes comerciais (ICA, INIAP, IRHO, ASD, PAPUA), como testigos secundários.

**ANEXOS**

CARACTERÍSTICAS DE MATRIZES DURAS DO ICA/COLÔMBIA, SELECIONADAS  
PARA O PROGRAMA DE INTERCÂMBIO DE GERMOPLASMA DO PROCLANDINO.

F a m í l i a	Palma	Rac/Ano Kg	Ac/Ano Kg	Pul/FR %	AC/Pul. %	Anal. Nº
PA 542D x PA 208D	2527	199	52,5	67,5	54,7	12
	2712	182	59,1	69,5	55,9	7
	<b>Progênie</b>	<b>216</b>	<b>56,7</b>	<b>63,7</b>	<b>51,5</b>	<b>196</b>
PA 208D x PA 542D	0960	212	59,6	68,0	51,3	10
	<b>Progênie</b>	<b>214</b>	<b>56,4</b>	<b>63,3</b>	<b>51,0</b>	<b>164</b>
PA 208D x PA 350D	1207	205	58,6	67,6	53,4	9
	<b>Progênie</b>	<b>213</b>	<b>56,0</b>	<b>64,1</b>	<b>50,8</b>	<b>156</b>
PA 350D x PA 208D	2077	255	71,3	68,0	51,7	10
	<b>Progênie</b>	<b>215</b>	<b>54,4</b>	<b>63,0</b>	<b>49,7</b>	<b>149</b>
PA 179D x PA 542D	1164	236	66,5	65,9	53,9	12
	<b>Progênie</b>	<b>238</b>	<b>59,7</b>	<b>61,9</b>	<b>50,7</b>	<b>186</b>
PA 179D x PA 350D	1704	213	58,4	65,9	51,9	8
	<b>Progênie</b>	<b>233</b>	<b>58,3</b>	<b>63,0</b>	<b>50,2</b>	<b>95</b>
PA 542D x PA 464D	1228	195	58,0	67,1	54,6	11
	<b>Progênie</b>	<b>226</b>	<b>52,9</b>	<b>63,2</b>	<b>46,7</b>	<b>89</b>
PA 464D x PA 350D	1057	185	48,7	71,6	48,0	5
	1060	226	63,8	66,2	53,0	8
	<b>Progênie</b>	<b>196</b>	<b>50,1</b>	<b>65,4</b>	<b>49,6</b>	<b>41</b>
M é d i a	Palmas	211	59,6	67,7	52,8	92
	Progênies	219	55,5	63,4	50,0	1.076

CARACTERÍSTICAS DE MATRIZES TENERAS DO ICA/COLÔMBIA, SELECIONADAS  
PARA O PROGRAMA DE INTERCÂMBIO DE GERMOPLASMA DO PROCIANDINO.

Família	Palma	Rac/Ano Kg	Ac/Ano Kg	Pulpa/fruto %
CL 821T x CL 1170T	G-3-4350	234	57,8	92,2
CL 821T x CL 1089T	G-3-4773	207	61,3	88,3
	G-3-4826	178	58,6	90,4
CL 821T x CL 743 T	G-3-3837	227	58,4	92,9
CL 798T x CL 798T	G-3-0220	193	60,8	86,8
Média	Palmas	208	59,4	90,1



CARACTERÍSTICAS DE MATRIZES DURAS DO INIAP/EQUADOR, SELECIONADAS  
PARA O PROGRAMA DE INTERCÂMBIO DE GERMOPLASMA DO PROCIANDINO.

F a m í l i a	Palma	Número de Racimos	Prod. de Racimos Kg	Peso Médio Racimos Kg	Pulpa/fruto %
157D AF	14 (131)	7,3	157,5	24,0	68,0
	14 (269)	8,1	169,9	21,0	70,1
	Progênie	11,5	104,4	9,1	62,7
427D AF	14 (423)	8,1	141,6	17,5	61,0
	Progênie	9,4	110,4	11,7	61,0
192D AF	15 (181)	12,3	174,1	14,2	64,7
	Progênie	9,4	93,3	9,9	64,5
155D AF	16B (312)	13,1	166,0	12,7	70,0
	Progênie	15,2	111,1	7,3	68,7
185D AF	14 (537)	10,2	164,2	16,1	66,0
	Progênie	13,9	90,4	6,5	66,5
222D AF	15 (336)	12,0	176,7	14,7	67,2
	Progênie	7,2	93,3	12,9	63,3
Pi3D AF	15 (64)	11,9	137,3	11,5	65,2
	Progênie	6,4	60,0	9,4	61,7
212D AF	16B (206)	6,9	119,7	17,3	63,0
	Progênie	5,4	80,0	14,8	62,8
309D AF	7 (153)	10,8	179,5	16,6	67,0
	Progênie	7,5	108,1	14,5	64,9
M é d i a	Palmas	10,0	158,6	16,5	66,2
	Progênies	8,6	85,1	9,6	57,6

CARACTERÍSTICAS DE MATRIZES TENERAS DO INIAP/EQUADOR; SELECIONADAS  
PARA O PROGRAMA DE INTERCÂMBIO DE GERMOPLASMA DO PROCLANDINO.

F a m í l i a	Palma	Número de Racimos	Produção Racimos (kg)	Peso Médio Racimos	Polpa/fruto %
15.4382T x 3.415T	16A(323)	16,3	145,7	8,9	80,4
	Progênie	14,3	96,3	6,7	82,2
4.3488T x 4.17T	16A(389)	14,4	162,4	11,2	81,8
	Progênie	7,7	94,1	12,2	82,1
3.386T x 32.3005T	13A(332)	15,0	141,4	9,4	88,0
	Progênie	10,9	106,7	9,8	82,4
2.2311T x 2.5710T	13A(400)	10,3	137,8	13,8	85,6
	Progênie	7,0	83,0	11,8	87,2
4.493T x 4.1624T	13A(48)	11,8	132,2	11,3	82,0
	Progênie	9,5	81,5	9,6	89,0
Média	Palmas	13,5	143,9	10,9	83,5
	Progênies	9,9	92,3	10,0	84,5





**CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA SITUACION DEL MEJORAMIENTO  
DE LA PALMA ACEITERA AFRICANA EN LA SUBREGION ANDINA**

Edson Barcelos Da Silva \*

- . De los países que forman parte del PROCANDINO, solamente Ecuador y Colombia conducen actividades de investigación con el cultivo de la palma y producción de semillas.
- . La producción de semillas de palma en estos países (Ecuador y Colombia), no atiende las necesidades internas de los propios países. Las semillas producidas necesitan tener una calidad comprobada para que sean preferidas por los cultivadores de palma que, en la mayoría de las veces, prefieren importar tal insumo.
- . El germoplasma de palma disponible en los países de la Subregión Andina, presenta una estrecha base genética y necesita de una evaluación más crítica y sistematizada, pero es importante para un programa de mejoramiento, ser enriquecido con introducciones de otras fuentes de variabilidad.
- . En Perú y Venezuela, prácticamente no existe investigación en palma, a pesar de las perspectivas y potencial de expansión del cultivo en estos países.
- . El equipo técnico relacionado con la investigación de palma en PROCANDINO es reducido; necesita de capacitación y presenta una alta rotación; sin embargo, está bastante motivado y presenta potencial y capacidad de trabajo.
- . La multiplicación vegetativa de la palma es una realidad, habiendo previsiones que dentro de aproximadamente 15 años, estará contribuyendo efectivamente a la producción de material de siembra. Sin embargo, habrá una participación expresiva de siembras realizadas a partir de semillas y los programas en investigación y mejoramiento genético de palma no perderán su importancia, ya que tendrán que generar plantas superiores para ser clonadas, toda vez que el cultivo de tejidos no origina individuos superiores, solamente los multiplica.
- . La conducción de buenos programas de investigación, de mejoramiento genético y de producción de semillas, se constituye en "background" imprescindible para la futura explotación y aprovechamiento de los progresos de la multiplicación vegetativa.

---

\* Consultor a corto plazo sobre "Mejoramiento genético de palma aceitera africana". Evento 2.3.4. PROCANDINO. Informe de Consultoría. Noviembre de 1989.

## CONCLUSIONES

- . A pesar del buen germoplasma disponible en Ecuador y Colombia, se necesita de una mejor exploración y evaluación, además de enriquecimiento, a través de nuevas introducciones.
- . La acción de PROCIANDINO/IICA es importante para que los países como Perú y Venezuela puedan tener acceso a tal germoplasma, lo que solo es válido si se hace de una forma sistematizada y bien planificada.
- . El germoplasma de Noli (Elaeis oleifera) existente en Perú es de gran importancia en los programas de mejoramiento de la región, como forma de ampliar la variabilidad genética existente de esta especie y aumentar las posibilidades de éxito en su utilización.
- . Es probable que en Venezuela, frontera con Brasil, se puede encontrar Noli de características promisorias, semejantes al encontrado en la región de Río Negro/Brasil, lo que es de gran interés para los programas de mejoramiento de los demás países andinos.
- . La estructuración de los programas de mejoramiento, en funcionamiento (Ecuador y Colombia), la evaluación de semillas producidas, la capacitación y dedicación de los investigadores, son necesidades fundamentales para la maximización de los resultados de las investigaciones actuales y a ser iniciadas en la región, para el efectivo apoyo y expansión del cultivo de palma, como forma de reducir las necesidades de importación de aceite de estos países.
- . Las técnicas de producción de semillas (parte operacional) empleadas en Ecuador y Colombia son adecuadas y posibilitan la producción de semillas legítimas, cuyo potencial de producción depende de los progresos obtenidos en los programas de mejoramiento, lo cual puede ser más efectivo, mediante algunos ajustes anteriormente comentados (pruebas de progenies, testigos).

**S E C C I O N   I I**

**PRODUCCION DE SEMILLA**



# TECNOLOGIA DE LA GERMINACION DE LA SEMILLA DE PALMA ACEBITERA AFRICANA

Pastor Figueredo Vargas \*

## 1. FISIOLOGIA DE LA GERMINACION

La semilla o nuez de la palma africana aceitera, está conformada por una capa exterior (cáscara) de color negro y de consistencia dura como de hueso, la cual tiene en su interior de 1 a 3 y, muy rara vez 4, celdas con una almendra de color blanco, en cada una. Cada almendra tiene enclavado en su interior un embrión que va a dar origen una futura palma.

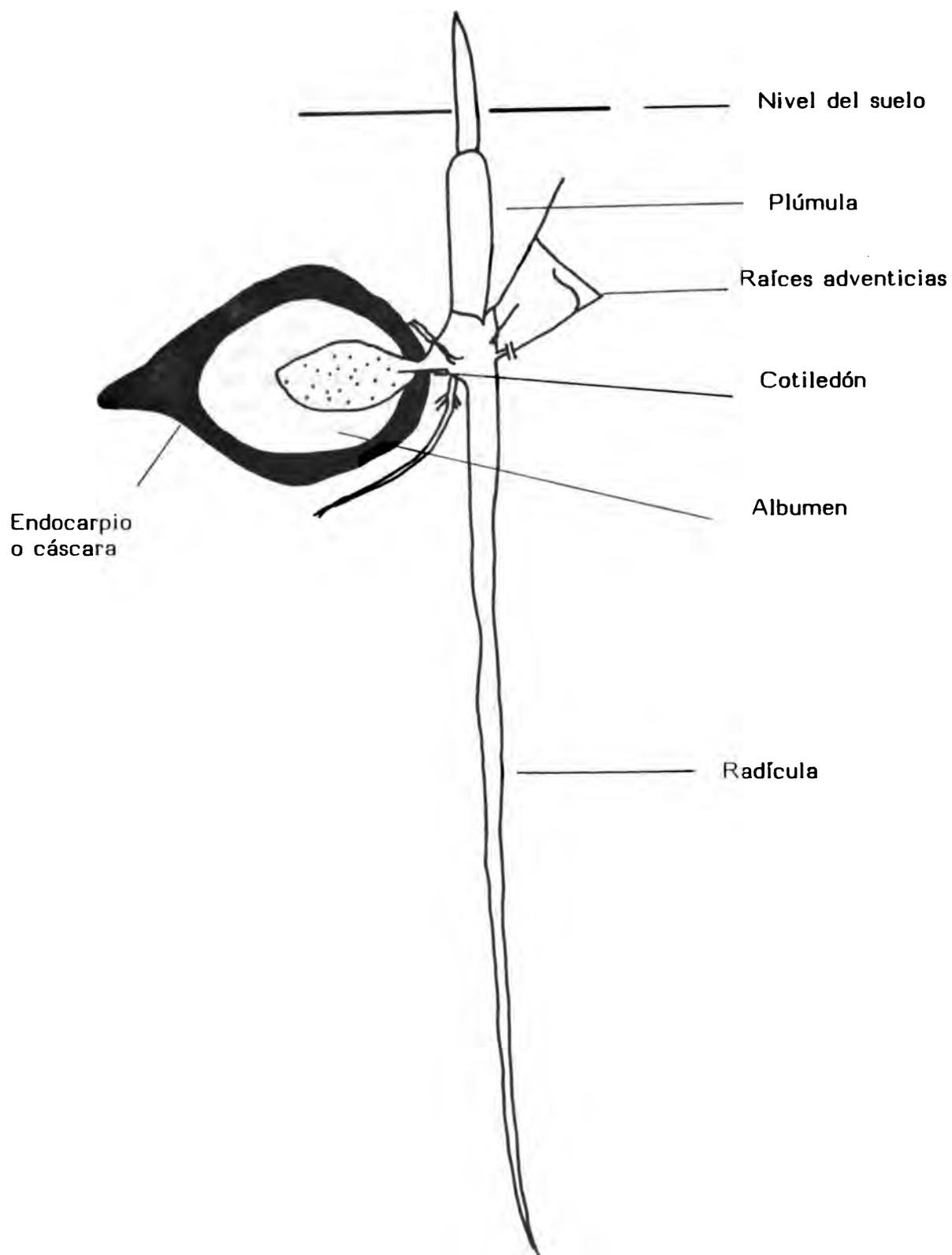
En condiciones naturales, la semilla puede permanecer con el embrión en estado de latencia o dormancia a través de las estaciones húmedas y secas, ocurriendo la germinación solamente cuando se dan las condiciones favorables de alta temperatura, contenido de humedad óptimo y suficiente aireación. La semilla puede tener el contenido de humedad óptimo pero si la temperatura ambiental es baja puede presentarse una muy baja germinación o, simplemente, no ocurre esta. A altas temperaturas (38° a 40°C) incrementando la tracción del oxígeno marcadamente mediante buena aireación se acelera el proceso de germinación.

Cuando las condiciones de humedad, calor y aireación son óptimas, el embrión de la semilla se alarga y brota a través del poro germinativo y se engruesa para formar un punto blanco que es el primer signo visible de la germinación. El crecimiento del embrión va acompañado del desarrollo del haustorium o cotiledón en forma de un chupón que se incha a expensas de las reservas nutricionales que digiere del albumen para nutrir al embrión durante 3 meses. La germinación en condiciones óptimas de calor, humedad y oxigenación se toma un tiempo de 6 a 10 semanas.

Después de germinar la semilla, la almendra se diferencia en cotiledón o haustorium y albumen. El embrión se diferencia en plúmula y radícula (tallo y raíz) a los 15 a 18 días después de brotar como punto blanco a través del poro germinativo cuando está en un cuarto frío (18°C) y a los 10 a 12 días cuando está a temperatura ambiente.

---

\* Investigador Sección Oleaginosas Perennes, Centro Regional de Investigación Caribia, Santa Marta, Colombia.



Desarrollo de la plántula de la palmera de aceite.- Dos semanas después del trasplante al previvero (la semilla se ve en corte longitudinal).  
 (Según J. of W.A.I.F.O.R. vol. II Nº 5, oct. 1956).

## 2. TECNICA DEL PROCESO GERMINATIVO

En condiciones naturales, la germinación de la semilla puede demorar de 1 a 4 años en ocurrir, dependiendo del medio ambiente en que se encuentre y, por lo general, es muy bajo el porcentaje de germinación, debido a que en algunos medios la semilla no encuentra las condiciones ambientales requeridas para romper la latencia del embrión. Además, está expuesta a la incidencia de enfermedades y a daños de insectos barrenadores y de animales roedores.

Para que la semilla germine satisfactoriamente y se pueda obtener un alto porcentaje de germinación, esta deberá forzarse en un medio artificial con las condiciones óptimas siguientes:

- a. Para semilla de palma africana Dura x Dura y/o Dura x Pisifera:  
Temperatura (T°): 38 a 39.5°C durante 60 a 80 días  
Contenido de humedad (H%): 18 a 22%  
Oxigenación: Máxima posible.
- b. Para semilla de palma africana Tenera x Tenera:  
Temperatura (T°): 38 a 39.5°C durante 60 a 80 días  
Contenido de humedad (H%): 20 a 26%  
Oxigenación: Máxima posible.
- c. Para semillas de Noli (Elaeis melanococca u oleifera) y de cruzamientos Noli x Palma africana  
Temperatura: 38 a 39.5°C durante 105 días  
Contenido de humedad (H%): 18 a 23%  
Oxigenación: Máxima posible.

El manejo de la semilla durante el proceso de germinación artificial comprende las siguientes etapas:

### 2.1. Selección de las semillas mediante la prueba de flotación

La semilla debe ser siempre sometida a una prueba de flotación antes del primero y segundo remojo. La semilla que flota en el agua no se considera viable; su bajo peso indica que la semilla no tiene almendra o ha sido afectada en su embrión por ataque de enfermedades y/o insectos barrenadores. Esta semilla que flota debe descartarse.

## 2.2. Determinación del periodo de remojo de la semilla antes de someterla al tratamiento de calor (primer remojo)

Como la semilla pierde humedad durante el almacenamiento y para someterla al tratamiento de calor se requiere que tenga un 18% de humedad, las semillas de Dura y Noli y un 20% las Teneras (TxT), es necesario calcular el contenido de humedad (H%) de la semilla en el momento que sale del almacén. Por lo general, el (H%) calculado resulta más bajo que el requerido, lo cual nos indica que la semilla se debe humedecer dejándola en remojo durante varios días hasta obtener el peso requerido que debe tener la semilla. Se puede determinar el periodo de remojo que debe recibir la semilla de la siguiente forma:

- 2.2.1. Se calcula el contenido de humedad (H%) que tiene la semilla de cada bolsa o cruce mediante un muestreo. Se toma al azar una muestra del 2% ó 20 a 40 semillas de cada bolsa o familia. Si esta bolsa tiene, por ejemplo 1,000 ó 2,000 semillas, entonces se toma una muestra representativa de 20 a 40 semillas, respectivamente. A la muestra de semilla de cada bolsa, se le toma el peso neto y se registra marcándolo con la vocal (a), en una tarjeta de identificación que debe llevar cada muestra. Las muestras de semilla de las distintas bolsas se colocan en sendos recipientes con sus respectivas tarjetas y se someten a secamiento en un horno eléctrico a temperatura constante de 105° C, durante un periodo de tiempo mínimo de 48 horas. Al cabo de este tiempo, la semilla ha perdido todo su contenido de humedad y entonces se saca del horno y se deja enfriar durante 6 horas en un desecador de vidrio que debe contener un absorbente de humedad (Sili..agel o Carbonato de Calcio). Después de este tiempo, la muestra se saca del desecador de vidrio y se le toma el peso, el cual se anota en una tarjeta y se señala con la consonante (b). A este peso se le llama peso de la muestra seca.

Los anteriores pasos sirven para calcular el porcentaje de humedad de la muestra representativa, aplicando la siguiente fórmula:

$$H\% = \frac{(a - b)}{b} \times 100$$

a = peso en gramos (gr) de la muestra antes de secarla

b = peso en gr de la muestra seca

H% = contenido de humedad sobre peso seco.

**NOTA:** La tarjeta de identificación debe llevar escritos los datos de: serie de control, tipo de cruce, fecha de recolección, fecha de iniciación de la prueba, número de semillas, etc.

2.2.2. Se pesa la semilla de la bolsa de donde se sacó la muestra respectiva (2%). Este peso se denomina peso inicial de la semilla y se marca con la consonante (s) en el registro y se anota en gramos.

2.2.3. Se calcula el peso que debe tener la semilla de la bolsa con el contenido de humedad requerido. El cálculo se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$PR = \frac{(s \times b)}{a} \times Co. \text{ (Coeficiente)}$$

a = peso en gramos de la muestra antes de secarla

b = peso en gramos de la muestra seca

s = peso en gramos de la semilla de la bolsa muestreada

Co.= 1.18 para semillas de paimas Dura, cruzamientos Dura x Pisifera, Noli y cruzamientos Noli x Paima africana

Co.= 1.20 para semillas Teneras (Tenera x Tenera)  
PR = peso en gramos que la semilla debe tener con el contenido de humedad (H%) requerido.

Este peso calculado (PR) se usa como patrón para compararlo con el peso (s) de la semilla de la bolsa muestreada. Cuando el peso (s) de la semilla de la bolsa es mayor que el peso calculado (PR) en más de 5 gr, lo que generalmente nunca sucede, entonces la semilla se pone a secar bajo sombra por 2 a 4 horas, ó más tiempo si es el caso, hasta reducir el peso de la semilla, de manera que quede más o menos igual al peso (PR). Cuando el peso de la semilla de la bolsa (s) es menor que el peso calculado (PR) en más de 5 gr, entonces la semilla se debe someter a remojo durante aproximadamente 7 días, o más tiempo si es necesario, hasta obtener un peso aproximadamente igual al peso calculado (PR). El agua se debe cambiar cada 24 horas.

Para constatar el peso de la semilla, se saca del agua y se pone a secar a la sombra por unas 2 a 4 horas, hasta que pierda el brillo superficial y tome un color mate-oscuro. La semilla se debe extender formando una capa muy delgada y se debe voltear periódicamente en todas direcciones para permitir que se seque en toda su superficie. Después de secar la semilla a la sombra se le toma el peso calculado (PR); si resulta mayor que este, entonces se deja secar por más tiempo. Así se va comparando los pesos hasta que queden aproximadamente iguales. Si el peso de la semilla después de los 7 días de remojo resulta inferior al peso calculado (PR), entonces se continúa con el remojo por algunos días más, hasta obtener el peso requerido.

Una vez la semilla ha alcanzado mediante remojo el peso requerido (PR), se procede a tratarla sumergiéndola durante un minuto en una solución de Hipoclorito de Sodio al 15% de concentración. El Hipoclorito de Sodio, tiene un 5.25% de producto activo. También se puede tratar la semilla con solución de Manzate al 0.1% de concentración durante un minuto. Para tratar 1,000 semillas, se disuelve 5 gr de Manzate en 5 litros de agua; este tratamiento tiene por objeto proteger la semilla contra los hongos.

Después de tratarla se deja bajo sombra hasta perder el brillo superficial y se vuelve a tomar el peso para compararlo con el peso calculado (PR).

**NOTA:** El Hipoclorito de Sodio se consigue en el comercio como blanqueador de la ropa, blanca nieve, límpido, etc.

### 2.3. Calentamiento

La semilla con el contenido de humedad requerido se lleva a un cuarto germinador isotérmico para someterla al tratamiento de calor durante 60 a 80 días a una temperatura constante de 39°C. El margen de variación de la temperatura no debe ser mayor de  $\pm 1^\circ \text{C}$ ; en estas condiciones la temperatura en el cuarto caliente debe permanecer entre 38 a 40°C. Generalmente, se colocan 500 semillas en una bolsa de polietileno transparente de 50 cm de ancho x 60 cm de largo, calibre 5 micras de espesor, atando fuertemente su

respectiva boca. Cada bolsa debe llevar un rótulo con los datos de serie de control, tipo de cruce, fecha de recolección, fecha de iniciación del tratamiento de calor en el cuarto caliente, semillas por bolsa, etc. La semilla se inspecciona regularmente con el fin de observar si se presenta algún ataque de hongos. Si la semilla presenta hongos, se puede tratar con una solución de Hipoclorito de Sodio al 15% de concentración o con una solución de Maneb o Benomil al 0.1% (5 gr/5 litros de agua). Además, se inspeccionan las bolsas para observar si hay condensación de humedad en la superficie. En el caso que haya condensación, se debe secar la bolsa o cambiarla. Se verifica la temperatura 3 veces por día, en la mañana, al mediodía y por la tarde.

Cada semana, se debe abrir la ventana de cambio de aire y las puertas del cuarto caliente por espacio de una hora, para permitir que haya cambio de aire. Además, las bolsas con la semilla deben ser rotadas semanalmente de sitio, alrededor del cuarto caliente, para permitir que toda la familia reciba igual cantidad de calor.

Una vez terminado el tratamiento de calor, la semilla se saca del cuarto caliente y se deja enfriar a una temperatura ambiente durante 6 horas. La semilla que ha sido tratada con calor en el germinador isotérmico se llama semilla precalentada, pregerminada o con tratamiento pregerminativo.

#### 2.4. Determinación del periodo de remojo de la semilla después del tratamiento de calor (segundo remojo)

Durante el tratamiento de calor, la semilla puede perder de 7 a 10% de humedad; por tal motivo, es necesario calcular mediante un muestreo el contenido de humedad (H%) de la semilla, cuando se ha terminado el tratamiento de calor.

Después del tratamiento de calor, la semilla se debe llevar a un contenido de humedad (H%) superior que el del primer remojo, para lograr obtener buenos resultados en la germinación.

Para determinar el segundo periodo de remojo, al cual se debe someter la semilla precalentada para obtener una buena germinación, se siguen las mismas etapas que se describieron para el primer periodo de remojo, así:

- 2.4.1. Se calcula el contenido de humedad (H%) que tiene la semilla precalentada de cada bolsa o cruce mediante un muestreo.

El muestreo consiste en tomar una muestra representativa de semillas de  $\pm 2\%$ ; se le toma inmediatamente el peso a la muestra que se denomina peso ( $a'$ ). Luego, la muestra se somete a secamiento en un horno eléctrico a  $105^{\circ}\text{C}$ , durante 48 horas. Al cabo de este tiempo, la muestra se pone a enfriar durante 6 horas en un desecador. Después de enfriada la muestra, se le toma el peso ( $b'$ ) que se denomina peso de la muestra seca. Con estos pasos se calcula el contenido de humedad ( $H\%$ ) aplicando la fórmula:

$$H\% = \frac{a' - b'}{b'} \times 100$$

$a'$  = peso en gramos de la muestra de semilla precalentada

$b'$  = peso en gramos de la muestra seca

$H\%$  = porcentaje de humedad sobre peso seco de la muestra

2.4.2. Se toma el peso ( $s'$ ) de la semilla precalentada que quedó en la bolsa de donde se sacó la muestra ( $2\%$ ).

2.4.3. Se calcula el peso requerido ( $PR'$ ) que debe tener la semilla precalentada con el contenido de humedad ( $H\%$ ) requerido, aplicando la fórmula:

$$PR' = \frac{(s' \times b')}{a} \times Co \text{ (coeficiente)}$$

$a'$  = peso en gramos de la muestra de semilla precalentada

$b'$  = peso en gramos de la muestra seca

$s'$  = peso en gramos de la semilla precalentada de donde se tomó la muestra ( $2\%$ )

$Co = 1.20$  a  $1.22$  para semillas Dura y cruzamientos DxP

$Co = 1.24$  a  $1.26$  para semillas Tenera (Tenera x Tenera)

$Co = 1.23$  para semillas Noli o cruzamientos Noli x Palma africana

**PR' = peso requerido de la semilla precalentada con el contenido de humedad requerido.**

**Se compara el peso (PR') con el peso (s') de la semilla precalentada y si hay una variación entre los dos pesos mayor de 5 gramos, entonces se somete la semilla a secamiento o a remojo, según el caso, hasta igualar los pesos. Este segundo periodo de remojo generalmente varía entre 5 a 8 días.**

## **2.5 Germinación**

**Después de secar la semilla precalentada del segundo remojo, se deja en bolsas de polietileno transparente de 50 cm de ancho x 60 cm de largo, calibre 5 micras de espesor, bajo las condiciones de temperatura ambiente. La boca de las bolsas se ata fuertemente con una piola o pita o banda de caucho para evitar la pérdida de humedad por evaporación. Cada dos días se inspecciona la semilla para controlar la humedad y la presencia de hongos. Cuando se observa que la semilla está perdiendo humedad, entonces se le aplica un poquito de agua con atomizador y se revuelve bien la semilla para permitir así que toda se humedezca y reciba igual cantidad de humedad. Cuando se observa condensación de humedad en las bolsas, se procede a secar las bolsas o a cambiarlas, teniendo el cuidado de doblar y cerrar la boca de las bolsas amarrándola bien apretada. Las bolsas se deben mantener llenas de aire y en un cuarto bien ventilado o con aire acondicionado.**

**La germinación o brote del embrión generalmente comienza después de los 10 días del segundo remojo, y el proceso de germinación de toda la semilla dura un periodo de aproximadamente 40 días.**

**Las familias que no han germinado a los 25 días después del segundo remojo, se muestrean para determinar el contenido de humedad. Si resulta bajo el contenido de humedad, se les hace de nuevo la prueba de viabilidad del embrión y, si este resulta inferior del 50%, se les extrae las semillas germinadas y el resto de semilla se descarta.**

**Todas aquellas semillas que no han germinado a los 35 días después del segundo remojo se descartan.**

**Durante el proceso de germinación, se inspeccionan periódicamente las bolsas, asegurándose de que mantengan la humedad y aireación adecuada.**

**A medida que van germinando las semillas se van separando del grupo y se colocan en bolsas de polietileno blanco**

transparente de 38 a 50 centímetros de ancho por 48 a 60 centímetros de largo, calibre 5 micras de espesor.

Cuando los embriones se diferencian en plúmula y radícula, las semillas se clasifican para hacer los despachos de pedidos.

### **3. MANEJO DE LA SEMILLA PRECALENTADA Y GERMINADA**

#### **3.1. Preparación de semilla precalentada para despachos de pedidos**

La preparación de la semilla precalentada para despachos de pedidos comprende los siguientes pasos:

- a. Determinación del contenido de humedad de la semilla y el peso requerido para el segundo remojo.

El proceso para determinar el contenido de humedad y el peso requerido para el segundo remojo es el mismo que está descrito en el ordinal "2.4.: Determinación del periodo de remojo de la semilla después del tratamiento de calor". Después de secar las muestras se cuentan las semillas por familia. Las familias cuya prueba de contenido de humedad resulte por debajo del rango de 17.5 a 19.5% se descartan y se dejan para ponerlas a germinar.

- b. Prueba de viabilidad de la semilla

La viabilidad de la semilla concierne con la vida de la semilla y su potencial de germinación en un ambiente favorable. La prueba de viabilidad de la semilla se suele hacer antes del tratamiento de calor o después de este cuando se van a enviar pedidos de semilla precalentada y también para detectar semillas enfermas. Las familias que tengan más de un 3% de semillas enfermas se someten a prueba de flotación y se descartan las semillas que floten y se hace de nuevo la prueba de viabilidad a las familias.

Las muestras de un 2% ó 20 semillas por familia se remojan hasta obtener un contenido de humedad del 18% y, posteriormente, se secan durante 1 a 2 días hasta bajar el contenido de humedad ligeramente por debajo del 16%. Después del secamiento ligero, las semillas se parten para recuperar las almendras.

Las almendras recuperadas se ponen en agua por un periodo de 24 horas. Después del remojo, las almendras

se parten longitudinalmente por la mitad en dos etapas dividiendo el embrión. De cada almendra se emplea una tapa con embrión para la prueba de viabilidad. Las almendras que resulten enfermas o con embriones abortados o sin embrión se registran y se descartan. Las tapas de almendras con embrión sano se dejan en remojo completamente sumergidas durante un periodo de 7 horas.

Después del remojo, las medias almendras se llevan a un cuarto oscuro y se dejan en inmersión durante 14 a 17 horas en una solución al 1% de 2:3:5 Triphenyl Tetrazolium Bromuro, la cual se prepara con agua caliente a 60°C unas 24 horas antes de ser usada. La reacción que produce la solución de Tetrazolium de Bromuro es la reducción de las enzimas como dehydrogenasas en el tejido vivo liberando los radicales de hidrógeno, los cuales se combinan con la solución de tetrazolium y la reducen a un pigmento rojo carmín. Los tejidos viables del embrión se tinen de rojo y los que no son viables se ponen rosados o se quedan blancos. Los embriones se clasifican entonces en viables y no viables, se cuentan, se registran y se calcula el porcentaje de viabilidad.

**c. Tratamiento químico de la semilla**

Las familias o cruzamientos a despachar se tratan como prevención durante 1 minuto sumergiendo la semilla en una solución de Hipoclorito de Sodio al 15% o de Maneb o Benomil al 0.1%. Después de tratada la semilla, se deja secar para luego empacarla.

**d. Embalaje y despacho de los pedidos de semilla precalentada.**

Las semillas de cada familia se cuentan y se registran antes de empacarlas y se coloca a cada familia una tarjeta parafinada con la respectiva información de identificación, contenido de humedad, número de semillas, fecha de recolección, fecha de haber salido del tratamiento de calor, porcentaje de viabilidad y peso requerido para llevar la semilla al contenido de humedad apropiado en el segundo remojo para que germine bien.

Las semillas se empacan en doble bolsa y se embalan en cajas de madera o de triplex o cartón impermeabilizado, forradas en su interior con vermiculita ó icopor. Las bolsas con la semilla se organizan en capas separadas entre sí por láminas de icopor o vermiculita, de tal

manera que no quede espacio entre las bolsas para evitar que se muevan y se golpeen entre sí.

Las instrucciones preparadas por el laboratorio sobre el segundo remojo para provocar la germinación de la semilla de las familias se debe insertar dentro de las cajas.

A los despachos de semilla se les debe agregar o aumentar las cantidades de semilla que van a reemplazar a las que no germinen, de común acuerdo al porcentaje de viabilidad presentado por cada familia.

El manipuleo de las cajas debe ser muy cuidadoso, para no estropear la semilla con golpes que puedan causar el desprendimiento de las almendras de las semillas, porque semilla que se le desprenda la almendra no germina.

### 3.2. Preparación de semilla germinada para despachos de pedidos

Las semillas germinadas que tienen el embrión bien diferenciado y normal son seleccionadas y separadas del grupo para ser despachadas al agricultor. Las semillas que tienen el embrión sin diferenciar, se siguen manteniendo en el cuarto frío hasta que este se diferencie.

Para despachos a lugares en donde hay servicio aéreo y de entrega inmediata, la semilla se envía con el embrión diferenciado, pero cuando demora 10 ó más días en llegar a su destino, la semilla se debe enviar con el embrión en punto blanco o iniciando la diferenciación en plúmula y radícula.

La semilla germinada se empaca en grupos de 200 semillas por bolsas, en bolsas plásticas transparentes de 26 cm de ancho por 35 cm de largo, calibre 5 micras de espesor. Las bolsas conteniendo las semillas se doblan dejando una ligera cámara de aire, pero que la semilla quede firme sin espacio para moverse o rozar entre sí. Para evitar pérdidas de semillas por rozaduras se suele mezclar las semillas con aserrín ligeramente húmedo (tratado con una solución de fungicida de Maneb al 0.3% o de Benomil al 0.1%) o con picaduras de icopor o esponja plástica.

Las bolsas conteniendo la semilla germinada se embalan en cajas de madera o de triplex o de cartón impermeabilizado, forradas en su interior con láminas delgadas de icopor o esponja plástica. Las cajas apropiadas para los despachos de pedidos de semilla, deben tener las siguientes dimensiones: 60 cm de largo por 30 cm de ancho por 30 cm de alto, en las cuales se empacan 12 bolsas con un total de 2,400 semillas.

Si la semilla se mezcla con aserrín o icopor, solamente caben 2,400 semillas, pero si van sin esta clase de mezcla las cajas pueden contener hasta 3,000 semillas. No es conveniente enviar más de 2,400 a 3,000 semillas por caja, para evitar pérdidas por roce entre sí o por maltrato durante el manipuleo de las cajas. Las cajas livianas se manipulan más fácil que las cajas pesadas.

Las bolsas se organizan dentro de las cajas en capas separadas entre sí por láminas delgadas de icopor o cartón. En cada capa, las bolsas se aíslan con tabiques de icopor o cartón para evitar el roce de las bolsas entre sí. También se puede usar picadura de icopor o esponja plástica.

Dentro de las cajas se suele meter una tarjeta con la información de la semilla, en donde van anotados los datos de la serie o código de identificación de los cruzamientos, número de semillas por cruzamiento, fecha en que salió la semilla del germinador isotérmico, fecha en que salió del segundo remojo y fecha en que comenzó la germinación. Si la semilla ha recibido algún tratamiento químico como protectante se debe anotar ese dato en la tarjeta.

#### **4. MANEJO SANITARIO DE LA SEMILLA**

El manejo sanitario de la semilla comienza desde su preparación para el almacenamiento, después que termina el proceso de despulpe y selección.

La semilla se lava con una solución de Hipoclorito de Sodio al 15% para removerle la grasa. Después, la semilla se sumerge durante 1 minuto en una solución al 0.3% del fungicida Maneb o al 0.1% de Benomil como protectantes contra los hongos. Para proteger la semilla contra el daño de los insectos barrenadores, esta se espolvorea con un insecticida como el Chlordano. También se puede tratar la semilla con una solución de Malathion o Fifanon o Lannate o Lorsban 4E al 0.5%.

Cuando la semilla sale del primer remojo y se va a someter al tratamiento de calor en el germinador isotérmico, esta se trata sumergiéndola durante 1 minuto en una solución de fungicidas, bien sea de Maneb al 0.3% o de Benomil al 0.1%.

Después que la semilla ha recibido el tratamiento de calor y el segundo remojo, nuevamente se trata con una solución de fungicidas durante 1 minuto para luego dejarla en germinación a temperatura ambiente.

Si durante el tratamiento de calor y/o la germinación, aparecen algunas semillas afectadas por hongos, estas se separan del grupo y se lavan con una solución de Hipoclorito de Sodio al 15% y, posteriormente, se tratan con una solución de cualquiera

de los fungicidas arriba recomendados por 1 minuto y se vuelven a colocar en el grupo de donde se sacaron. Si toda la semilla de una bolsa es afectada por hongos, se lava con la solución de Hipoclorito de Sodio y luego se trata con una solución de fungicidas. Si vuelve a recaer la semilla se descarta toda la familia en el caso de que resulten afectadas muchas semillas.

Cuando se presenta la incidencia del germen pardo, que pone al embrión de color marrón y con la forma de la cabeza de un fósforo, las semillas afectadas se descartan inmediatamente. Si la incidencia es severa, se descarta toda la familia o familias que resulten con la incidencia del germen pardo. Cuando la afección es ligera, se trata toda la familia después de descartar las semillas enfermas; se controla el exceso de humedad y se deja que germine el resto de semilla.

Las semillas enfermas de germen pardo no se recuperan porque se daña el embrión principalmente en la radícula, por lo tanto resulta innecesario el tratamiento químico.

#### BIBLIOGRAFIA

1. FIGUEREDO, P. 1971. Oil Palm Training Programme. Chemara Research, Layang Layang, Johore, Malaysia.
2. HARTLEY, C.W.S. 1967. The Oil Palm. pp. 297-315. First Published. Western Printing Services Ltd, Bristol, Great Britain.
3. SURRE, Ch. y ZILLER, R. 1969. La palmera de aceite. Primera edición. Editorial Blume, España, pp. 67-73.

**IMPORTANCIA DEL USO DE SEMILLA SELECCIONADA  
EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA  
- PRODUCCION EN EL ECUADOR - \***

Eduardo Maldonado P. \*\*

Este artículo tiene por objeto presentar, en la forma más resumida y clara posible, las razones por las cuales deben emplearse siempre semilla de palma seleccionada africana y la metodología utilizada para la producción de semilla seleccionada.

Muchos agricultores por desconocer el proceso, un tanto complicado que se sigue para producir semilla seleccionada de palma africana, se han dejado sorprender por personas inescrupulosas, quienes recogen semillas de cualquier palma y las hacen germinar para, posteriormente, venderlas a un precio aparentemente mucho menor que el de las verdaderas semillas seleccionadas. El agricultor debe conocer que esto es una verdadera estafa, ya que no hay ninguna garantía de éxito con esta semilla.

Para entender mejor los métodos empleados en la producción de semilla seleccionada de palma africana, es necesario conocer las características botánicas y agronómicas de la planta, las mismas que se exponen a continuación:

1. La palma africana o palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es una planta perenne de hábito arbóreo, esto es, pueden vivir por muchos años y alcanzar tallas considerables.
2. Es monoica, es decir, produce flores masculinas y femeninas separadamente en la misma planta. En el caso de la palma, se producen grupos de flores o inflorescencias tanto masculinas como femeninas en forma alternada.
3. Produce un número considerable de racimos. Cada racimo está compuesto por 1.000 o más frutos.
4. Por su gran desarrollo, la palma africana se planta a 9 metros de distancia y por su forma simétrica se dispone en el campo en forma triangular. En esta forma, se obtiene una densidad de 143 plantas por hectárea, lo cual constituye una de las limitaciones más serias para los programas de selección, si se compara con cultivos como la soya o el maíz, donde se tienen densidades de 200.000 y 55.000 plantas por hectárea, respectivamente.

---

\* MALDONADO, E. 1990. Importancia del uso de semilla seleccionada en el cultivo de palma africana -Producción en Ecuador-. En: El Palmicultor No. 2, octubre de 1990. Revista de ANCUPA-Ecuador. p. .

\*\* Jefe del Programa de Palma Africana del INIAP, Ecuador.

5. La producción se inicia de 2 y medio a 3 años después del trasplante a sitio definitivo.
6. Antes del trasplante a sitio definitivo, la semilla debe someterse a un proceso de germinación que dura aproximadamente 3 meses y luego permanecer en el vivero por alrededor de un año.
7. Se ha encontrado una correlación entre la producción acumulada de los 4 primeros años y la producción en la edad adulta (más de 10 años).
8. La parte útil de la palma corresponde a los racimos de frutos.
9. El fruto de la palma está compuesto por una envoltura carnosa conocida como pulpa o mesocarpio y que es la que contiene mayor cantidad de aceite; la pulpa rodea a una nuez con cáscara dura o cuesco y que, a su vez, encierra a la almendra, la que también contiene aceite, pero de un tipo diferente al de la pulpa.
10. En consideración al espesor del cuesco del fruto, se reconocen dos variedades verdaderas: Dura (D) con un espesor de 2 a 8 mm, sin fibras alrededor de la nuez, y Pisífera (P), sin cuesco, con solo fibras alrededor de la nuez.

Al cruzar Dura con Pisífera se obtiene un híbrido conocido como Tenera (T) que tiene un espesor de cuesco entre 0.5 y 5 mm. El híbrido T es el de mayor valor comercial, pues es el que produce los rendimientos de aceite más elevados por hectárea. A la Dura se la utiliza cada vez menos comercialmente y a la Pisífera se la emplea solamente para obtener Tenera, ya que generalmente presenta un elevado porcentaje de esterilidad femenina.

11. Finalmente, hay que mencionar que el carácter "espesor del cuesco" es monofactorial, lo que se aprecia al observar la segregación mendeliana típica según el cruzamiento considerado. Así DxD da 100% D; DxT da 50% D y 50% T; TxT da 25% D, 50% T y 25% P; TxP da 50% T y 50% P; y, P x P da 100% P (este último cuando se cruzan palmas pisífera excepcionalmente fértiles).

Se han expuesto, en forma más o menos detallada, las características agronómicas y botánicas de la palma africana, para que el palmicultor comprenda que todo programa de producción de semilla de palma, requerirá de superficies mucho mayores que en cultivos anuales y, al mismo tiempo, tomará un período mucho más largo el entregar nuevos materiales de siembra, pues como se menciona en los puntos 5, 6 y 7, se necesita un tiempo mínimo de 8 años para conocer el potencial de nuevos cruzamientos. También hay que recalcar que un programa de producción de semilla de este

tipo solo podrá ser llevado a cabo por instituciones dedicadas por entero a la investigación o empresas que, a más de dedicarse a la producción de semillas, mantengan un personal de investigadores en forma continua.

Objetivo de un programa de producción de semillas: El objetivo principal es el de mejorar la producción de aceite total, mediante el suministro de semillas seleccionadas de valor probado y en forma continua, ya que la demanda es alta y también se debe pensar en las replantaciones.

Básicamente, el mejoramiento genético de la palma africana, se lleva a cabo conociendo y utilizando las características más adecuadas de rendimiento y calidad.

Componentes del rendimiento: Los componentes de la producción de racimos son el peso medio y el número de racimos producidos por una palma en un año. La transmisión hereditaria de estas características está regida por factores cuantitativos múltiples.

Componentes de la calidad: Los componentes de la calidad del racimo se determinan mediante el análisis físico de una cantidad determinada de racimos, por medio del cual y empleando técnicas estadísticas de muestreo, se establece el porcentaje de frutos normales, el porcentaje de pulpa en fruto, porcentaje de almendra, porcentaje de aceite en pulpa, peso medio del fruto y de la almendra. La transmisión hereditaria de estas características también está gobernada por factores cuantitativos múltiples.

Heredabilidad: La producción de racimos es poco heredable. Se estima que el número de racimos es más heredable que el peso medio. En cuanto a calidad, ciertas características son fácilmente heredables como porcentaje de pulpa, peso medio del fruto y peso medio de la almendra, mientras que otros presentan menor heredabilidad como el porcentaje de frutos normales y el contenido de aceite en pulpa.

Método más apropiado de mejoramiento: Recordando que los caracteres que intervienen en el rendimiento son poco heredables, se podrá mejorarlo por medio de un procedimiento que consiste en observar el comportamiento de las descendencias de diversos cruzamientos (pruebas de híbridos) y busque las combinaciones o aptitudes combinatorias más favorables. Lo mismo se aplica para porcentaje de frutos en racimos y el contenido de aceite en pulpa.

Para el porcentaje de pulpa, porcentaje de almendra, peso medio del fruto y de las almendras, se puede alcanzar un progreso notable por selecciones fenotípicas. Como se indicó anteriormente, los resultados de una prueba de cruzamientos se obtendrán en un tiempo mínimo de 8 años, pero una vez conocidos o aprobados los padres que han producido las mejores descendencias, podrán repetirse los cruzamientos las veces que sea necesario.

Procedimientos utilizados para la producción de semilla seleccionada: Como se indicó anteriormente, hoy en día se emplea en plantaciones solamente semilla TENERA híbrida, proveniente del cruzamiento entre las variedades dura y pisifera. Los racimos tenera tienen un contenido de aceite entre 21 y 26%, en tanto que los mejores dura no pasan de 17 y máximo 19%.

La palma dura desempeña el papel de madre, ya que como se mencionó, la pisifera produce casi solo inflorescencias masculinas. De entre las mejores líneas o descendencias, se selecciona a su vez las mejores palmas dura y pisifera para efectuar los cruzamientos que darán como resultado la semilla híbrida tenera. Siempre se trata de combinar y compensar las buenas características de rendimiento y calidad para obtener semilla de calidad superior.

Una vez escogidos los cruzamientos que van a efectuarse, hay que observar las inflorescencias en formación, tanto femeninas en las palmas dura como masculinas en las palmas pisifera, y en el momento oportuno hay que aislarlas con fundas de tela impermeabilizada, para evitar que se produzcan contaminaciones accidentales con polen de inflorescencias masculinas de otras palmas.

En cuanto se haya desprendido una cantidad suficiente de polen en las inflorescencias masculinas de las pisifera, se corta la inflorescencia aislada y el polen es extraído en un laboratorio diseñado para evitar las contaminaciones y, luego, se lo seca y prepara para conservar al máximo su viabilidad.

Una vez que la mayor parte de las flores de las inflorescencias femeninas aisladas de las palmas dura, se encuentren en estado receptivo, se procede a fecundarlas con el polen de las pisifera escogido para el efecto, siguiendo el plan de cruzamiento establecido.

Aproximadamente entre 5 y 6 meses después de efectuada la polinización controlada o fecundación, el racimo se cosecha y, debidamente identificado, se lo lleva al laboratorio para preparar la semilla, desgranándola y despulpándola con mucho cuidado.

A continuación, las semillas tenera híbridas obtenidas se almacenan en una bodega con aire acondicionado, manteniéndolas a una temperatura de 22 grados C y a una humedad relativa del 60%. De acuerdo con la demanda, se pondrán a germinar en forma escalonada. Esta es una exposición muy condensada de la mecánica de la producción de semillas de palma africana.

Se espera que con estas nociones elementales sobre el delicado proceso de producción de semillas seleccionadas de palma africana, quede muy claro para el palmicultor que se trata de un trabajo de tremenda responsabilidad y nunca adquiera semillas que no provengan de una institución responsable. Los trabajos de preparación del terreno, trasplante y mantenimiento de la

plantación cuestan los mismo con semilla seleccionada o con semilla ilegítima; la diferencia es que, al entrar en producción, pueden tenerse sorpresas muy desagradables, como atraso en la entrada en producción, alto porcentaje de palmas improductivas, alto porcentaje de palmas produciendo inflorescencias masculinas, etc., que seguramente se presentarán al emplear semilla ilegítima.



## LISTA DE PARTICIPANTES

<u>País/nombres</u>	<u>Institución/dirección</u>
COLOMBIA	
Ana Arciniegas	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia.
Jesús Arias	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia.
Oswaldo Collazos	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia.
Oscar Jurado	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), CRI El Mira, Tumaco, Nariño, Colombia.
Mabilia Oicata	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), CNI La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia.
Eric Owen	Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia.
ECUADOR	
Francisco Chávez	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Est. Exp. Santo Domingo, Ecuador.
José Zambrano	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Est. Exp. Santo Domingo, Ecuador.
PERU	
José Morales	Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), Est. Exp. Agropecuaria de Pucallpa.
Antonio Polo Odar	Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), Est. Exp. Agropecuaria El Chira.





**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA**