Libertad y Orden
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

TALLER TÉCNICO CIENTÍFICO SOBRE AVANCES Y RESULTADOS EN LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN Y MANEJO DEL COMPLEJO PUDRICIÓN DEL COGOLLO EN TUMACO.

Tumaco, Octubre 24, 25 de 2007

TALLER TÉCNICO CIENTÍFICO SOBRE AVANCES Y RESULTADOS EN LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN Y MANEJO DEL COMPLEJO PUDRICIÓN DEL COGOLLO EN TUMACO.
OCTUBRE 24, 25 DE 2007

OBJETIVO

El objetivo del presente taller es conocer, analizar y evaluar los avances en investigación sobre la PC, cuál es la situación actual y hacia donde deben dirigirse las investigaciones y los esfuerzos institucionales, para buscar una solución integral a esta problemática.

AGENDA DEL TALLER:

DÍA MIÉRCOLES 24

9:00 AM:
Recogida en el aeropuerto y salida para la Estación Experimental El Mira

10:00-10:40 AM:
Instalación: Alcibíades Hinestroza, Ministerio de Agricultura, William Ortiz, Corpoica

10:40-11:30 AM:
Presentación de áreas afectadas y nivel de incidencia de la PC. Rafael Hurtado, Corpoica:

11:30-1:00 PM:
Avances de las investigaciones en PC, Plan de Choque y Otras Investigaciones en PC. Gerardo Martínez, Cenipalma.

1:00 PM: Almuerzo

2:00-3:00 PM:
Avances de las investigaciones en PC: Incluye Recuperación de Embriones. Leonardo Rey y Mauricio Romero, Cenipalma.

3:00-5:00 PM. Avances Investigaciones en PC y Mejoramiento Genético. Silvio Bastidas, Jairo Osorio, Eduardo Peña, y Rafael Reyes, Corpoica.

5:30 – 6:30 PM:
Mesa Redonda. Conclusiones y Recomendaciones

APORTES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA PALMA DE ACEITE DE CORPOICA ESTACION EXPERIMENTAL EL MIRA A LA PALMICULTURA NACIONAL[1]

Silvio Bastidas[2], Eduardo Peña[3], Rafael Reyes[4], José Pérez[5], William Tolosa[6]

RESUMEN

En el presente documento, con motivo de la realización del seminario taller "Avances y resultados en los procesos de investigación y manejo del complejo pudrición del cogollo en Tumaco" (24 y 25 de octubre de 2007), se resumen los principales aportes realizados por el Programa de mejoramiento genético de la palma de aceite de Corpoica Estación Experimental El Mira a la palmicultura nacional, con respecto a dos proyectos básicos en los cuales se trabaja: 1) Establecimiento, conservación y utilización de un banco de germoplasma de palmáceas de interés económico. 2) Mejoramiento genético de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en Colombia. Este último consta de tres subproyectos, de los cuales el subproyecto "Introgresión de genes entre las especies *Elaeis oleifera* y *Elaeis guineensis*", a corto plazo va a permitir entregar dos nuevos cultivares, los híbridos interespecíficos F1 y RC1 entre la especie Oleifera y la especie Guineensis. Materiales que están demostrando buena tolerancia a la enfermedad pudrición del cogollo de la zona occidental.

---

[1] Contribución de Corpoica Estación Experimental El mira al Taller sobre PC realizado en Tumaco, octubre 24 y 25 de 2007.

[2] Investigador Master Principal en Fitomejoramiento y Genética, sebastidas@corpoica.org.co
[3] Investigador Master Principal en Protección de Cultivos, epena@corpoica.org.co
[4] Investigador Master Principal en Fisiología Vegetal, rreyes@corpoica.org.co
[5] Profesional Asociado Producción de semillas, jiperez@corpoica.org.co
[6] Profesional Asistente en Manejo Agronómico, wtolosa@corpoica.org.co

APORTES DEL PROGRAMA MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA PALMA DE ACEITE DE CORPOICA ESTACION EXPERIMENTAL EL MIRA A LA PALMICULTURA NACIONAL INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

Los niveles de incidencia del complejo pudrición del cogollo (PC) que se están presentando en la mayoría de las plantaciones de Tumaco, zona palmera occidental, indican que la enfermedad entró en una **fase de rápida evolución**; periodo de corta duración, en el cual alcanza porcentajes de incidencia que hacen insostenible la palmicultura (ver Anexo 1). Para el caso de Tumaco, esta fase inició a principios del año 2005. Hurtado (2007) reportó en agosto de 2007 un 35% de incidencia en promedio, además que la enfermedad estaba presente en más del 95% de los predios, con tendencia a expandirse al 5% restante a corto plazo.

El conocimiento adquirido y el nivel tecnológico actual aún no permiten reducir el impacto negativo de esta enfermedad. Una alternativa parece venir a través del mejoramiento genético, con la siembra del híbrido interespecífico entre las especies *Elaeis oleifera* y *Elaeis guineensis*, el cual hasta ahora presenta resistencia comprobada a la enfermedad (Hartley, 1988; Alvarado *et al,* 1998; Sharma, M. 1999; Bastidas et al, 2003).

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corpoica, Fedepalma y Cenipalma, conscientes de la situación han decidido revisar y recopilar todas las actividades relacionadas con el complejo pudrición del cogollo, con el propósito que sirvan de base para reorientar las investigaciones cuyos resultados permiten reducir la actual incidencia del complejo PC bajo las condiciones agroecológicas de Tumaco.

En el presente documento se relacionan los aportes que el programa mejoramiento genético de la palma de aceite de Corpoica a hecho a la palmicultura nacional, así como las actividades en curso.

2. PROYECTO 1: ESTABLECIMIENTO, CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN DE UN BANCO DE GERMOPLASMA DE PALMÁCEAS DE INTERÉS ECONÓMICO

2.1. Objetivos: Colectar, establecer y mantener un banco de germoplasma de las especies palma de aceite, palma Nolì, híbridos Nolí x palma de aceite, cocotero y chontaduro, con el fin de utilizarlos como recursos genéticos para su propio mejoramiento y conservación.

2.2. Línea base: En 1994 Corpoica recibió un banco de germoplasma con tres colecciones de palmas aceiteras, con las siguientes características:

- Especie Palma de aceite *Elaeis guineensis* con 43 accesiones (443 plantas) con edades comprendidas entre 13 y 24 años de sembradas en campo, dispersa en más de 100 hectáreas, en algunos lotes próximos a renovar (Figura 1).

- Especie palma Nolí *Elaeis oleifera* con 21 accesiones (252 plantas) con 17 años de edad, dispersas en 15 has de terreno (Figura 2).
- Híbridos Oleifera x Guineensis con 12 accesiones (184 plantas) con 17 años de edad (Figura 3).

2.3. Avance de resultados:

De acuerdo con el último inventario de actualización realizado en diciembre de 2006, el banco de germoplasma cuenta con tres colecciones de palmas aceiteras, una de la especie Guineensis, una de la especie Oleifera y una tercera correspondiente a los híbridos entre las dos especies anteriores. En el inventario del banco de germoplasma se registra un total de 175 entradas de genotipos con 1,073 plantas. Las tres colecciones ocupan un área de 7,5 ha, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1.
Inventario de las colecciones del banco de germoplasma de palmáceas de interés económico de Corpoica Estación Experimental El Mira

Especie	N° Accesiones	N° Plantas	Área
Palma de aceite	136	680	4.8 Ha
Palma Nolí	21	252	1.8 Ha
Híbridos NolíxPalma	18	141	1.0 Ha
Total	**175**	**1.073**	**7.5 Ha**

- Las 43 accesiones iniciales de palma de aceite fueron regeneradas mediante cruzamientos endogámicos.
- A través de introducciones, colectas y recombinaciones con materiales de diferente origen se incrementó la colección de palma de aceite en 93 accesiones.
- La colección de híbridos interespecíficos Oleifera x Guineensis se incrementó con 6 accesiones, uno (1) Manicoré x La Mé; cuatro (4) Cereté x Deli y uno (1) Deli x Cereté.
- A la fecha las tres colecciones ocupan su propio lote, juntas una a continuación de la otra.
- Se destaca el aporte de germoplasma desde el banco para los proyectos de mejoramiento genético. Gracias a ese aporte en julio de 2004 fue posible poner al servicio de los productores el primer material mejorado en el país con germoplasma nacional.
- De igual forma, el germoplasma disponible de las especies E. oleifera y E. guineensis permitió desarrollar los híbridos interespecíficos de primera generación de cruzamiento (F1) y primera de retrocruzamiento (RC1) materiales que cuentan con una generación experimental de evaluación en la Estación Experimental El Mira y las nueva generación de híbridos F1 y RC1 que en corto plazo están disponibles para pruebas de comportamiento agronómico en plantaciones.

1.4. Recomendación: El banco de germoplasma de las especie Elaeis guineensis está en riesgo de perderse por efectos del complejo pudrición del cogollo, puesto que la enfermedad está afectando a todo tipo de material de la especie, sin importar el origen genético ni su procedencia. Para evitar una

pérdida irreparable de germoplasma se recomienda regenerar nuevamente todas las accesiones y trasladarlas a una región con clima adecuado para su crecimiento y supervivencia, donde por aislamiento geográfico espacial se pueda proteger de las enfermedades y plagas de la palma de aceite.

3. PROYECTO 2: MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA PALMA DE ACEITE (*ELAEIS GUINEENSIS*) EN COLOMBIA

3.1. Pruebas de comportamiento agronómico del material Ténera Corpoica El Mira (TCE) de primer ciclo de selección recurrente en cuatro zonas palmeras del país

3.1.1. Objetivo: Seleccionar y producir materiales con adaptación específica y tolerancia a limitantes bióticos y abióticos adversos, para alcanzar producciones económicas competitivas.

3.1.2. Línea base:

El proyecto se recibió en 1994 con las poblaciones Dura F1 y Pisífera F2 establecidas en campo y en proceso de selección, con los siguientes indicadores de comportamiento después de cinco (5) años de registros de producción, Tablas 2 y 3.

Tabla 2
Características de producción de los progenitores Dura F1 y Pisífera F2

CARACTERÍSTICAS	Promedio Madres DURA	Promedio Padres PISÍFERA[1]	
		Dura	Ténera
Número de racimos (Palma/año)	15,7	18,8	19,5
Peso promedio de cada racimo (kg)	13,2	10,6	9,4
Producción de racimos (Ton/ha)	28,7	27,5	25,0
Relación fruto a racimo (%)	77,2	72,1	64,6
Aceite por racimo (%)	24,6	21,4	27,7
Producción de aceite (Ton/ha)	7.0	5,7	6,9

[1] Los valores corresponden al promedio de las palmas Dura y Ténera hermanas segregantes de las palmas Pisífera seleccionadas como progenitores, ya que estas últimas no se pueden valorar debido a su esterilidad femenina

En la Tabla 3 se desca la excelente respuesta a la selección demostrada por las progenies de la población Dura, con las cuales se inició el primer ciclo de selección recurrente.

Tabla 3 Características de producción de la generación parental y sus descendientes involucrados en la selección de palmas Dura F1		
Generaciones	Promedios de producción	
	RFF/ha/año (Ton)	Aceite/ha/año (Ton)
Población original en Patuca (Magdalena)	24,01	4,15
Palmas seleccionadas en Patuca (Mag.)	29,54	5,51
Progenies Dura x Dura en El Mira (Nar) *	29,01	7,00
Respuesta a la selección	5,0 (20,8%)	2,9 (68,7%)
Diferencial de selección	5,5 (23,0%)	1,4 (32,8%)

* Progenies descendientes de las palmas seleccionadas en Patuca, de las cuales se obtuvieron por selección las madres Dura del material Ténera Corpoica El Mira

3.1.3. Avance de resultados:

3.1.3.1 Comportamiento del material Ténera Corpoica El Mira

Después de 9 años de evaluación en pruebas de progenies en Corpoica El Mira y en pruebas comerciales plantaciones particulares, fue lanzado oficialmente al mercado en julio de 2004 el material Ténera Corpoica El Mira, con el registro PLA-04-3 para las zonas palmeras occidental y oriental del país. En las Tablas 4, 5, 6a y 6b se resume el comportamiento del material (Bastidas, *et al* 2004).

Tabla 4 Comportamiento del híbrido intervarietal Ténera Corpoica El Mira Zona palmera occidental, Tumaco, Nariño					
PRUEBAS DE CAMPO	PRODUCCION DE RFF (Ton/ha)				
	1° año	2° año	3° año	4° año	5° año
Promedio de tres pruebas	5,3	10,5	16,4	22,9	30,4
Rangos de producción	3 – 7	7 - 17	13 - 23	14 - 31	24 - 39

Tabla 5 Características del híbrido TCE al quinto (5°) año de producción Zona Occidental, Tumaco, Nariño	
CARACTERÍSTICA VALORADA	PROMEDIO DE TRES PRUEBAS
Producción de racimos (Ton/ha)	30,4
Aceite por racimo en laboratorio (%)	27.9
Aceite por hectárea (Ton)	8.5
Relación fruto a racimo (%)	75.7
Almendra en fruto (%)	10.8

3.1.3.2. Comportamiento del material TCE frente a enfermedades

En pruebas de progenies y en plantaciones particulares el híbrido intervarietal TCE presentó buen comportamiento frente a enfermedades, incluida la pudrición del cogollo, con una incidencia final menor al 1% en nueve años de evaluación, como se indica en la Tabla 6a:

Tabla 6ª
Comportamiento del material TCE frente a enfermedades
(Datos presentados en julio de 2004)

Zona palmera occidental, Tumaco, Nariño

Nombre de la Plantación	Lote	Porcentaje de Incidencia
Astorga Ltda.	19	0.19
Astorga Ltda.	152	0.23
Astorga Ltda.	154	0.21
Plantación Pital	7	0.60
Corpoica, E. E. El Mira	19 A	0.29
Corpoica, E. E. El Mira	19 B	0.49
Corpoica, E. E. El Mira	20 A	0.36
Corpoica, E. E. El Mira	20 B	0.48
Corpoica, E. E. El Mira	P-2R	0.60
Promedio		**0.42**

Tabla 6b
Comportamiento de materiales genéticos frente a PC en Corpoica El Mira
(Septiembre de 2007)

Nombre del material	Origen	Porcentaje de Incidencia
Applied Agricultural Research	Malasia	34,2
Golden Hope	Malasia	30,0
Guthrie	Malasia	24,2
Promedio Malasios	Malasia	**29,4**
TCE Cruzamiento específico DxP	Tumaco, Colombia	**18,3**
TCE Mezcla varios cruzamientos	Tumaco, Colombia	40,0
Promedio TCE	Tumaco, Colombia	**29,2**

120 Palmas/material

Los valores presentados en las Tablas 6a y 6b confirman las apreciaciones mencionadas en el Anexo 1 con respecto la presencia de dos fases diferentes en el comportamiento de la PC en Tumaco; la fase de evolución lenta antes del 2004 (Tabla 6a) y la fase de rápida evolución a partir del 2005 (Tabla 6b).

En la tabla 6b se nota la existencia de gradientes en los niveles de susceptibilidad entre materiales. Estas pequeñas diferencias sugieren que unos materiales toleran la enfermedad más que otros, por lo que es necesario seguir buscando fuentes de tolerancia entre los progenitores del material Ténera.

3.1.3.3. Características distintivas del material Ténera Corpoica El Mira

Las siguientes características del material TCE lo diferencian de otros materiales comerciales:

- **Ciclos de floración son menores de 6 meses.** Bajo condiciones normales el 25% de las palmas cambia de ciclo de floración en menos de 6 meses; están en fase de transición, cambiando de ciclo masculino a femenino y viceversa. En ocasiones se encuentran ciclos de floración superpuestos, como en la Figura 2: masculino-femenino-masculino; el cambio frecuente de sexo es un mecanismo de autorregulación. Por esta característica el material TCE mantiene una producción constante durante todo el año, sin picos pronunciados de máxima o mínima como sucede con otros materiales (Figura 4).

- **Proporción de sexos 0.58.** Esta proporción indica que la producción es proporcionada por el 58% de las palmas que se encuentran en ciclo femenino, mientras que el 42% restante permanecen en ciclo de transición, en ciclo masculino y en reposo acumulando reservas nutritivas para afrontar el siguiente ciclo femenino. La proporción óptima es 0.60.

- **Abastecimiento permanente de polen** Las dos características anteriores permiten un abastecimiento permanente de polen, mejorando la relación fruto a racimo (% de frutos en racimo) y evitando las polinizaciones asistidas.

3.1.3.4. Acciones en curso con el material TCE

Desde el 2003 se viene realizando la evaluación del comportamiento agronómico y frente a enfermedades de tres materiales Ténera importados de Malasia, Golden Hope, Applied Agricultural y Guthrie, que incluye al material TCE.

Con el propósito de ampliar el registro del material TCE a las cuatro zonas palmeras del país, se establecieron dos pruebas de evaluación agronómica; una de 10 ha en la zona palmera norte, ubicada en Corpoica Estación Experimental Caribia (Sevilla, Magdalena) y otra de 10 ha en la zona palmera central, en la Plantación Particular Monterrey (Puerto Wilches, Santander).

Por otra parte, en la plantación particular Palmas de Tumaco se estableció una prueba de 10 ha con el material TCE con el propósito de valorar su comportamiento frente a la enfermedad pudrición de cogollo.

3.2. Selección y producción del material Ténera Corpoica El Mira de segundo ciclo de selección recurrente

3.2.1. Objetivo: Producir la segunda generación del material Ténera Corpoica El Mira, mediante la aplicación del segundo ciclo de selección recurrente.

3.2.2. Línea base:

El punto de partida es el comportamiento del material TCE del primer ciclo de selección. La meta consiste en superarlo en algunas de sus características. Se espera obtener una ganancia genética mínima entre 15 y 20% en el segundo ciclo de selección.

3.2.3. Avance de resultados:

La generación de madres Dura F2 tipo Deli y la generación de padres Pisífera F3 tipo Yangambi, para el 2° ciclo de selección, se produjeron mediante cruzamientos controlados entre palmas sobresalientes Dura F1 y Pisífera F2, respectivamente. En las Tablas 7 y 8 se incluyen las características de las palmas sobresalientes:

Tabla 7
Características de 10 palmas Dura F1 usadas para producir la población Dura F2 y recombinaciones con otras fuentes

Código de la Palma	Producción RRF Ton/ha/año	% de Aceite en Racimo	Producción Aceite Ton/ha/año
4106	38,9	29,8	11,6
2908	30,0	32,6	9,8
1722	36,2	25,9	9,4
1968	33,8	27,1	9,2
1321	37,1	24,4	9,1
4609	27,4	33,0	9,0
0779	35,5	25,2	8,9
2404	34,2	25,6	8,8
1350	31,9	26,9	8,6
1893	34,5	23,4	8,1
PROMEDIO	**34,0**	**27,4**	**9,2**

Tabla 8
Características de las familias Ténera x Ténera que dieron origen a las palmas Pisífera F2 usadas para producir la población Pisífera F3 y recombinaciones con otras fuentes

Tipo de palma Segregante*	Producción RRF Ton/ha/año	% de Aceite en Racimo	Producción Aceite Ton/ha/año
Palmas Dura	27,5	21,4	5,7
Palmas Ténera	25,0	27,7	6,9

* Los valores corresponden a los promedios de las palmas segregantes Dura y Ténera de cada familia Ténera x Ténera.

Para restaurar la variabilidad en la población Dura se introdujeron genes a través de cruzamientos con palmas de las series: **FELDA, Golden Hope, Guthrie y Applied Agricultural** de Malasia; serie **B** de Surinam, por el lado de las fuentes asiáticas. La población Pisífera se enriqueció con fuentes africanas, cruzando los progenitores Pisífera F2 con palmas de las series **La Mé** de Costa de Marfil, **Pobé** de Benin y del material comercial del **IRHO,** de genealogía desconocida, también producido en Costa de Marfil[7].

A la fecha, se encuentran en fase de vivero las poblaciones Dura y Pisífera de las cuales se van a obtener por selección los progenitores de Dura F2 y Pisífera F3 del nuevo cultivar Ténera Corpoica El Mira de segunda generación.

De la población Dura para el segundo ciclo de Selección Recurrente entran en evaluación las progenies de 64 cruzamientos Dura F1 x Dura F1 y Dura F1 x Ténera, producidos aplicando el sistema de cruzamientos del diseño genético Carolina Norte I. Los cruzamientos corresponden a los siguientes tipos de combinaciones: 1) Patuca x Patuca, 2) Patuca x Pepilla, 3) Patuca x Felda, 4) Patuca x Surinam, 5) Patuca x Golden, 6) Patuca x Applied, 7) Patuca x Guhrie, 8) Pepilla x Pepilla, 9) Pepilla x Patuca, 10) Pepilla x Felda y 11) Pepilla x Surinam. Las series Patuca y Pepilla corresponden al tipo Deli de Sumatra, naturalizados en Patuca, Sevilla, Magdalena y en La Pepilla, Aracataca, Magdalena, respectivamente.

De la población Pisífera para el segundo ciclo de Selección Recurrente entran en evaluación las progenies de 21 cruzamientos Ténera x Pisífera F2 y Ténera x Ténera, la mayoría producidos aplicando el sistema de cruzamientos del diseño genético Carolina Norte I. Los cruzamientos corresponden a los siguientes tipos de combinaciones: 1) Yangambi x Yangambi, 2) Yangambi x Pobé, 3) Yangambi x La Mé, 4) Yangambi x Irho, 5) Irho x Yangambi, 6) Irho x Pobé y 7) Irho x Irho. La serie IRHO corresponde a materiales Ténera comerciales de genealogía desconocida, producidas en Costa de Marfil.

3.3. Introgresión de genes entre las especies *Elaeis oleifera* y *Elaeis guineensis*

3.3.1. Objetivo: Producir Híbridos interespecíficos Oleifera x Guineensis F1 y RC1, tolerantes a enfermedades que afectan a la palma de aceite, con baja tasa de crecimiento y aceite con alto porcentaje de ácidos grasos insaturados.

3.3.2. Línea base para los híbridos F1 Oleifera x Guineensis:

Los híbridos Oleifera x Guineensis que sirven como punto de referencia para la nueva generación de híbridos interespecíficos F1 Corpoica El Mira[8],

---

[7] En el Sistema de Selección Recurrente adoptado para el mejoramiento genético de la palma de aceite en Corpoica El mira, se tiene como norma utilizar únicamente germoplasma asiático como fuente de madres Dura y germoplasma africano como fuente de padres Pisífera.

[8] La nueva generación de híbridos interespecíficos Oleifera x Guineensis se apartan de la línea original. En los nuevos híbridos se cambian los padres Pisífera de la serie La Mé por palmas fértiles de la serie Deli, con el propósito de recuperar la fertilidad de los descendientes. Las madres Nolí son selecciones

corresponden a la primera generación experimental de este tipo de material desarrollada en Colombia (Figura 5). El estado del arte de la investigación con los híbridos intrespecíficos, iniciada por el ICA y continuada por CORPOICA es como sigue:

- Entre 1973 y 1976, en cumplimiento de un convenio cooperativo entre el IRHO[9] y el ICA se realizó un programa de hibridación interespecífica, utilizando ejemplares de Nolí (*E. oleifera*) seleccionados[10] en el valle del río Sinú en Colombia, con polen de palmas de aceite (*E. guineensis*) de la serie La Mè de Costa de Marfil (IRHO, 1973).
- En 1976 se establecieron pruebas de comportamiento agronómico en 6 localidades del país (Turipaná, Córdoba; Acacías, Meta; Tumaco, Nariño; Turbo, Antioquia; Buenaventura, Valle del Cauca; Puerto Wilches, Santander) de la cuales únicamente llegaron a su fin las pruebas de la plantación Oleaginosas Monterrey (Puerto Wilches) y de la Estación Experimental El Mira, en ese entonces del ICA, Tumaco.
- En 1977 en la Estación Experimental El Mira se establecieron pruebas de habilidad combinatoria general y específica. En 1989 después de analizar los resultados, ocho (8) familias fueron seleccionadas por presentar las mejores habilidades combinatorias. En la Tabla 9 se presentan las características de las diez (10) mejores palmas híbridas de las ocho (8) familias.

Tabla 9
Registros de producción de 10 palmas del hibrido Oleifera x Guineensis seleccionadas dentro de 8 familias con mejor habilidad combinatoria (Tercer año de cosecha)

Código familia-palma	Producción de Racimos Ton/ha	Aceite en Racimo %	Producción Racimos Ton/ha	Frutos normales en Racimo %
C033-0394*	21,9	21,6	4,7	30,7
C050-0228	17,8	20,9	3,7	34,0
C050-1109	26,7	13,2	3,5	24,5
C005-0071	21,8	15,2	3,3	23,3
C005-0095	18,8	17,4	3,3	30,9
C037-0383	19,4	16,3	3,2	23,8
C046-1242	19,1	12,4	3,1	18,0
C032-0617	22,8	15,4	3,1	32,1
C011-0596	17,3	17,5	3,0	43,1
C004-1253	18,6	14,7	2,7	25,9
Promedio	**20,4**	**16,4**	**3,4**	**28,6**

* Híbrido seleccionado como cabeza de clon. Informes ICA Pastor Figueredo, 1987

dentro de primera generación de cruzamiento (F1), primera generación de autofecundación (S1) y primera de Libre polinización.

[9] IRHO – Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux de Francia (Actualmente CIRAD).

[10] El Nolí utilizado como progenitor femenino fue elegido en poblaciones subespontáneas en fincas de agricultores de Cereté, Córdoba, Colombia.

Una característica sobresaliente de estos híbridos que merece ser destacada, es que las producciones se obtuvieron bajo condiciones naturales, sin polinizaciones asistidas. A pesar que los porcentajes de frutos normales por racimo fueron bajos, la producción de racimos resultó bastante aceptable, lo que permite deducir que es posible obtener mayor rendimiento con polinizaciones asistidas.

Tres razones principales hicieron que los híbridos Oleifera x Guineensis fueran descartados para siembras comerciales desde 1989 hasta la fecha: 1) Uno de los propósitos de las pruebas de habilidad combinatoria consiste en reproducir las mejores combinaciones híbridas para distribuir y fomentar su cultivo. Esto fue prácticamente imposible por no disponer de los parentales originales de Nolí (algunos agricultores de Cereté eliminaron las palmas de sus fincas), como tampoco de los padres de la serie La Mé del IRHO. 2) La tasa de extracción de aceite de los híbridos interespecíficos es baja con respecto al material Ténera. 3) No había razón suficiente para justificar su siembra comercial, como sucede ahora con la pudrición del cogollo en Tumaco.

La meta con la nueva generación del híbrido F1 consiste en superar a la generación experimental en la mayoría de sus características. La nueva generación F1 Oleifera x Guineensis, se está produciendo con progenitores de la especie Oleifera de 1ª generación de cruzamiento y 1ª de autofecundación, adaptados a las condiciones agroclimáticas de Tumaco y con progenitores de la especie Guineensis valorados en pruebas de progenies.

3.3.3. Avance de resultados:

Durante el año 2008 se van a establecer pruebas de evaluación agronómica y de tolerancia a la PC en plantaciones afectadas por la enfermedad, incluyendo una replicación completa en Corpoica Estación Experimental El Mira, para continuar con el proceso de mejoramiento de las especies aceiteras, con base en el Sistema de Selección por Retrocruzamiento.

La nueva generación de híbridos F1 para las pruebas de evaluación agronómica y de tolerancia a la PC, corresponde a palmas del híbrido F1 Oleifera x Guineensis obtenidas mediante 5 tipos básicos de cruzamientos controlados: 1) Híbrido Oleifera tipo Rojo x Guineensis tipo Deli (Cereté x Deli), 2) Híbrido Oleifera tipo Amarillo x Guineensis tipo Deli (Cereté x Deli), 3) Híbrido Guineensis tipo Deli x Oleifera tipo Rojo (Deli x Cereté), 4) Híbrido Guineensis tipo Deli x Oleifera tipo Amarillo (Deli x Cereté) y 5) Híbrido Oleifera tipo Prolífico x Guineensis tipo Deli (Cereté x Deli). Figuras 6, 7 y 8.

Los progenitores Oleifera que corresponden a la serie Cereté, son descendientes F1 y S1 de palmas Oleifera del valle del río Sinú, Cereté, Córdoba. Los progenitores Guineensis corresponden a los tipos Deli de Sumatra (Indonesia) también con una generación de adaptación a las condiciones de Tumaco, Estación Experimental El Mira.

Los tipos básicos de hibridaciones se definieron tomando como punto de referencia el conocimiento adquirido en pruebas experimentales por varios años en Corpoica El Mira y que sirvió para plantear la siguiente hipótesis de trabajo: El porcentaje de germinación, viabilidad del polen y viabilidad de los embriones de las semillas del híbrido inverso Guineensis x Oleifera es mayor que en el híbrido convencional Oleifera x Guineensis. La hipótesis se basa en los siguientes razonamientos:

- Las semillas de Guineensis x Oleifera son fenotipicamente iguales a las semillas de la palma de aceite, en cambio las semillas Oleifera x Guineensis son diferentes, con endocarpio más pétreo.
- Por naturaleza, todo híbrido interespecífico, vegetal o animal, es altamente estéril, si además de esto se utiliza un progenitor con floración femenina estéril, como el Pisífera, el resultado esperado es que sus descendientes demuestren alta esterilidad. Utilizando un tipo fértil de palma de aceite como progenitor debe ser posible mejorar la fertilidad de los híbridos.

El Nolí tipo rojo se caracteriza por que sus frutos inmaduros son de color amarillo oscuro y se tornan de color anaranjado casi rojo en plena madurez, en cambio en el Nolí tipo amarillo sus frutos inmaduros son de color verde y se tornan de color amarillo cuando maduros (Vallejo, 1976; Barcelos, 1986; Hurtado y Cardona, 1995). Las palmas de aceite tipo Deli son originarias de Sumatra, con dos generaciones de adaptación a las condiciones colombianas; son la línea femenina de uso frecuente entre los más reconocidos productores de semilla de palma de aceite. Este germoplasma garantiza una descendencia con buenas características de producción de fruto y composición del racimo.

3.3.4. Línea base para los híbridos RC1 ((O x G) x G)

Las características de los híbridos RC1 experimentales que se describen a continuación, constituyen la línea base que deben superar los híbridos de primera generación de retrocruzamiento (RC1) entre las especies E. oleifera y E. guineensis, próximos a establecerse en a pruebas agronómicas en plantaciones comerciales, como requisito para solicitar su registro como nuevo material de siembra en el registro de cultivares del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Figuras 9 y 10.

Los híbridos RC1 experimentales fueron obtenidos mediante polinización controlada entre palmas del híbrido interespecífico Oleifera x Guineensis usadas como progenitor femenino con palmas de la especie Guineensis como progenitor masculino. En ambos casos, los progenitores fueron escogidos al azar dentro de cada población, ya que **los objetivos experimentales eran explorar la transferencia de genes** desde la especie Oleifera hasta la especie Guineensis en generaciones sucesivas.

3.3.4.1. Características de producción

Los RC1 experimentales se establecieron en campo en 1995 en Corpoica El Mira y se evaluaron durante 7 años, hasta el cuarto año de producción. Las siguientes características resumen el comportamiento de estos híbridos:

- Presentaron buenas características de floración. Contrario a los híbridos F1 que son altamente estériles, en los RC1 se notó restauración de la fertilidad, fenómeno que reportado por Alvarado *et al* (1998); Sharma (1999) y Bastidas *et al* (2003).
- Durante la prueba experimental no se registraron palmas con racimos malogrados o con inflorescencias estériles en los descendientes híbridos RC1.
- Igual que en el material Ténera Corpoica El Mira, se encontró que los ciclos de floración en los RC1 cambian en menos de 6 meses, cualidad que garantiza disponibilidad permanente de polen, mejor relación fruto a racimo y evita las polinizaciones asistidas.
- Bajo las condiciones ambientales donde se realizó la prueba, el 22.1% de los híbridos RC1 permanecen en ciclo femenino, el 63,1% permanecen con ciclos de floración superpuestos, es decir son palmas monoicas y el 14.8% en ciclo masculino, que indica buen abastecimiento de polen. Figura 10.
- Durante el cuarto año de cosecha (séptimo de vida del cultivo) los RC1 presentaron el comportamiento que se resume en la Tabla 10.

Tabla 10
Características de producción de los híbridos interespecíficos de primera generación de Retrocruzamiento (RC1) en pruebas experimentales Corpoica Estación Experimental El Mira, Tumaco

Descriptor	Promedio General híbridos RC1	Promedio híbridos RC1 preseleccionados
Numero de racimos por palma (Unidad)	11,0	16,0
Peso promedio por racimo (Kg)	15,1	15,9
Producción por palma por año (Kg)	162,9	245,1
Producción de RFF por hectárea (Ton)	23,3	35,0
Porcentaje de extracción de aceite (%)	17,2	19,6
Producción de aceite por hectárea (Ton)	4,0	6,9

3.3.4.2. Reacción a enfermedades

- Se resalta que después de 7 años de observación en sitio definitivo, desde 1995 hasta 2002, el porcentaje de incidencia de las enfermedades de mayor ocurrencia en la zona palmera del municipio de Tumaco, mancha anular, pudrición de cogollo y marchitez sorpresiva, en los híbridos RC1 fue de cero por ciento (0%), mientras que en los segregantes del genotipo africano la incidencia acumulada fue del 6.0%, menos del 1% anual, porcentaje considerado de normal ocurrencia en las plantaciones de la región, para la fecha que finalizó la etapa experimental, año 2002.
- A la fecha (Octubre de 2007) las palmas del híbrido RC1 aún permanecen sanas, indicando resistencia a la enfermedad pudrición del cogollo, a pesar que se encuentran ubicadas en un lote colindante con lotes de palma de aceite con alta incidencia de PC.
- Estos resultados indican que la transferencia de genes para resistencia a enfermedades de la especie Oleifera, especie donante, a la especie

Guineensis, especie recurrente, es factible tanto en los F1 como en los RC1. Varios investigadores, entre ellos Méndez (1974) y Hartley (1988) han reportado la resistencia de los híbridos interespecíficos F1 a las enfermedades más comunes de la palma de aceite.

3.3.4.3. Características vegetativas y parámetros de crecimiento

- En pruebas experimentales el 62,7% las progenies RC1 corresponden al genotipo de los híbridos Oleifera x Guineensis, mientras que el 37,3% son segregantes de palma de aceite.
- La tasa promedio de crecimiento de los híbridos RC1 es de 24.6 cm/año; otro indicativo claro que los híbridos RC1 aún conservan el aporte genético de la especie donante. Esta característica es de alto impacto económico porque aumenta la vida útil del cultivo.

3.3.5 Avance de resultados: para los RC1

En junio de 2005 se estableció en Corpoica El Mira un lote demostrativo con híbridos F1. Este lote sirve como fuente de selección de palmas híbridas, para crear los híbridos de primera generación de retrocruzamiento RC1 ((Oleifera x Guineensis) x Guineensis) que deben salir a pruebas de evaluación agronómica durante el año 2008.

Las pruebas de evaluación agronómica y de tolerancia a la PC en plantaciones fuertemente afectadas por la enfermedad, incluyendo otra replicación completa en Corpoica Estación Experimental El Mira, se constituyen a su vez en las pruebas de progenies para certificar el potencial de los híbridos RC1.

La nueva generación de híbridos RC1 para evaluar su resistencia y productividad a nivel comercial, serán las descendencias de 6 retrocruzamientos entre el híbrido interespecífico F1 y la palma de aceite ((Oleifera x Guineensis) x Guineensis) obtenidas mediante 3 tipos básicos de cruzamientos controlados: 1) Híbrido F1 x Guineensis ((Cereté x Deli) x Deli), 2) Guineensis x Híbrido F1 (Deli x (Cereté x Deli) y 3) Híbrido F1 x Oleifera ((Cereté x Deli) x Cereté).

Los retrocruzamientos se van a realizar utilizando la misma palma de aceite tipo Deli usada para formar el híbrido F1, bien sea como padre o como madre. Las retrocruzas hacia la especie Guineensis tienen como propósito recuperar la productividad de aceite perdida en los híbridos F1.

El tercer tipo de retrocruzamiento es exploratorio, se realiza con el fin de concentrar genes para resistencia a enfermedades, explorar nuevas características, como la existencia o no de dominancia materna y continuar en el siguiente ciclo de mejoramiento.

Es necesario resaltar que los nuevos cultivares nada tienen que ver con los híbridos evaluados en el pasado. El propósito de Corpoica Estación Experimental El Mira es aportar dos nuevos cultivares híbridos a la

palmicultura nacional, mejores en comportamiento a los híbridos experimentales presentados como línea base. Con visión de futuro deben conservar las siguientes características para ser competitivos y sostenibles:

- Genes para resistencia a enfermedades: Pudrición de cogollo, marchitez, anillo rojo y mancha anular
- Baja tasa de crecimiento: Entre 25 y 30 cm/año
- Aceite con alta concentración de ácidos grasos insaturados
- Aceite con alto contenido de carotenos y tocoferoles: Promotores de las vitaminas A y E.
- Alta producción de racimos: Superior a 35 ton/ha/año
- Alta tasa de extracción de aceite: Superior a 20% en planta extractora
- Alta producción de aceite: Superior a 7 ton/ha/año

4. PRODUCTOS INTERMEDIOS BÁSICOS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LAS ESPECIES GUINEENSIS Y OLEIFERA

4.1. Pruebas de viabilidad de semillas de palma africana (Medina, *et al* 2004)

Los embriones de semillas de palma de aceite sometidos a la prueba de tetrazolium, se pueden agrupar en 4 escalas de viabilidad de acuerdo al grado de tinción: Grado 1: Embrión completamente blanco, sin ningún tipo de coloración. Grado 2: Coloración blanca en el ápice del embrión y presencia de un ligero color rosado en la base del embrión cercana al poro germinativo. Grado 3: El ápice del embrión rosado y se hace más oscuro hacia la base. Grado 4: El embrión de color rojo, más intenso en la base. Figura 11.

Los resultados indican que los mayores porcentajes de viabilidad están asociados a un menor tiempo transcurrido entre la cosecha de las semillas y el inicio del proceso de germinación de las semillas.

4.2. Caracterización molecular de genotipos parentales e híbridos de palma de aceite (Mantilla, 2002; Arias, 2007)

En Corpoica Tibaitatá, desde el 2002 se está realizando la caracterización de genotipos parentales e híbridos de palma de aceite de las especies Guineensis y Oleifera, mediante marcadores moleculares tipo SSR y AFLP con el fin aportar información al programa de mejoramiento genético.

El principal aporte de esta investigación es que la introgresión de genes a partir del germoplasma donante se puede monitorear en las generaciones posteriores, mediante la denominada selección asistida por marcadores, acelerando el mejoramiento genético tradicional.

En el futuro será posible entregar materiales de siembra certificados por marcadores moleculares. Figura 12

4.3. Estudio preliminar para el establecimiento de un protocolo de crioconservación para palma de aceite (Villa, *et al*, 2007)

Las semillas de la periferia del racimo de la palma de aceite (Semillas maduras) permiten obtener embriones de longitud mayor a 2 mm, en adecuado estado de desarrollo, por lo que pueden soportar el proceso de desecación y congelación.

Dependiendo del tiempo de exposición al secado se pueden presentar un mínimo de lesiones a nivel de estructuras del embrión, afectando especialmente la radícula, sin embargo se puede recuperar *Ex vitro* y la planta puede desarrollarse normalmente.

Este estudio permitió establecer un protocolo para crioconservar embriones cigóticos desnudos de palma de aceite y su posterior desarrollo de plántulas, alcanzando una sobrevivencia del 84,4% para embriones desecados congelados. Figura 13.

LITERATURA CITADA

1. ALVARADO, A.; BULGARELLI, J.; MOYA, B. 1988. Germinación del polen en poblaciones derivadas de un híbrido entre *Elaeis guineensis* Jacq. y *E. oleifera* HBK, Cortes. www.asd-cr.com/ASD-Pub/Bol20/B20-4esp.htm
2. ARIAS, M. D. 2007. Reporte final del proyecto Caracterización molecular de genotipos parentales e híbridos de palma de aceite. Corpoica, Centro de Investigación Tibaitatá. 16 p.
3. BARCELOS, E. 1986. Características genético ecológicas de populações naturais de caiaué (Elaeis oleifera) na amazônia Brasileira. Tesis de Grado para optar el título de Master en Ciencias Biológicas. Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Brasil. 108p
4. BASTIDAS, S.; PEÑA, E.; REYES, C. R. 2003. Avances sobre el comportamiento de los híbridos de primera generación de retrocruzamiento entre palma americana (*Elaeis oleifera*) y palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. Revista Regional, Novedades Técnicas Vol 3(3):32-36.
5. BASTIDAS, P. S.; REYES, C. R.; PEÑA, R. E. 2004. Ténera Corpoica El Mira: Material de palma de aceite Colombiano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Cartilla promocional. 7 p.
6. HARTLEY, C. W. S. 1988. The oil palm, Elaeis guineensis Jacq. 3º Ed. Longman Group U.K. London, U.K. 761p.
7. HURTADO, M. J.; CARDONA, A. C. 1995. La palmera Nolí (Elaeis oleifera H. B. K. Cortes) y su importancia como recurso vegetal en Córdoba. Trabajo de investigación para optar a la clasificación de Profesor Titular en la Universidad de Córdoba. Montería. 67 p.
8. HURTADO, R.; MERCADO, H. 2007. Determinación del número de hectáreas afectadas por PC y porcentaje de incidencia. In: Taller técnico científico sobre avances y resultados en los procesos de investigación y manejo del complejo pudrición del cogollo en Tumaco. San Andrés de Tumaco, Colombia. Octubre 24 y 25 de 2007. (Medio Magnético CD Memorias).
9. IRHO. 1973. Híbrido Interespecífico *Elaeis melanococca x Elaeis guineensis,* Intercambio Internacional. Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux -IRHO. 5p.
10. MANTILLA, A. J. 2002. Establecimiento De patrones moleculares mediante marcadores RAPDs para la identificación de genotipos de las palmas aceiteras especies *Elaeis guineensis, Elaeis oleifera* e híbridos interespecíficos del C. I. El Mira - Tumaco. Tesis de grado para optar el título en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. 81 p.
11. MEDINA, C.; DELGADO, O.; LOBO, A. 2004. Prueba de viabilidad de semillas de palma africana (Elaeis guineensis). Informe avance de resultados. Corpoica, Centro de Investigación La Selva. 8 p.
12. MENDEZ, T. 1974. Report on plant breeding aspects of the oil palm programe of the Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Kingston, Jamaica. 42 P.

13. SHARMA, M. 1999. Utilization of Nigerian PS1 y PS2 Selection in Oil Palm breeding Programmes at UP Bhd. In: Proceedings of the seminar on PS1 and PS2 oil palm planting materials. Palm Oil Research Institute of Malaysia – PORIM. pp 18-29.
14. VALLEJO, R. G. 1976. Estudio de poblaciones espontáneas de Nolí (Elaeis oleifera H. B. K. Cortes) en Colombia. Tesis de grado para optar el título de Magíster Scientiae de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 161 p.
15. VILLA, A. L.; JIMENEZ, P. E.; VALBUENA, R. I. BASTIDAS, P. S.; NÚÑEZ, Z. V. 2007. Estudio preliminar para el establecimiento de un protocolo de crioconservación para palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Centro de Investigación Tibaitatá, Corpoica (Publicación aceptada en Revista Agronomía Colombiana, 10 octubre de 2007)

Anexo 1
PROPUESTA PARA AFRONTAR LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO A TRAVÉS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO

Como norma general se ha establecido que una enfermedad es el resultado de la interacción entre: Planta, factores ambientales y patógenos. Una revisión del estado del arte de múltiples investigaciones realizadas con respecto a la enfermedad denominada pudrición del cogollo o simplemente PC, indican que ésta se ajusta a la interacción de factores antes planteada.

Considerando que la PC de la zona occidental está incidiendo sobre todo tipo de material, sin importar el origen genético ni su procedencia, el factor planta (genotipo) se convierte en una constante para los otros dos factores, por lo tanto la enfermedad, en este caso, es el resultado de la interacción entre factores ambientales y patógenos. Esta situación se puede representar de la siguiente forma:

PC = Factores Ambientales + Patógenos

De otra parte, el siguiente modelo teórico de curva representa la tendencia de los índices de incidencia de PC en plantaciones y regiones que han sido fuertemente afectadas por el complejo a través del tiempo (Figura 1).

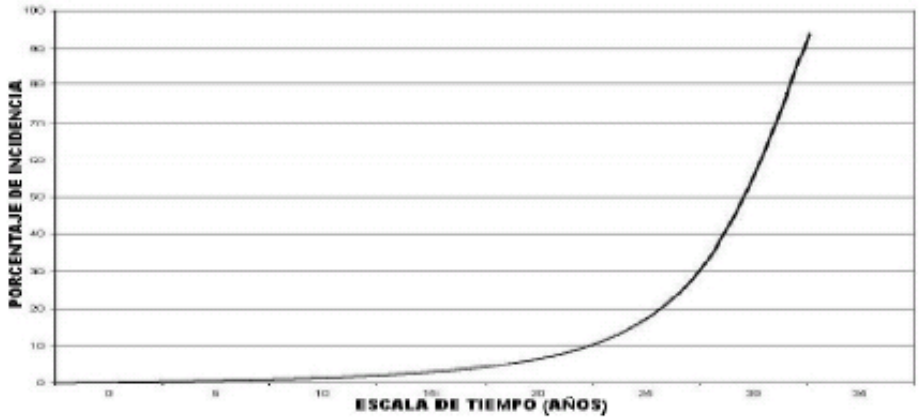

Figura 1. Curva representativa del comportamiento de la incidencia del complejo pudrición del cogollo a través del tiempo en plantaciones severamente afectadas

Según la Figura 1, el comportamiento de la PC se puede describir en dos fases de acuerdo con la velocidad de infección y grado de incidencia: Una **fase de evolución lenta,** bastante prolongada, que puede durar varios años durante los cuales la evolución de los niveles de incidencia son bajos**.** Para el caso de la PC de la zona occidental, esta fase viene desde 1977/1985 periodo en el cual se registran los primeros reportes y se extiende inclusive hasta 2004, donde los porcentajes de incidencia se mantuvieron por debajo del 1% anual.

Luego sigue una **fase de rápida evolución**, en la que ocurre un incremento acelerado de los índices de incidencia. Este es un periodo de relativa corta

duración, puesto que en poco tiempo la PC alcanza porcentajes de incidencia que hacen insostenible la palmicultura, con el consecuente abandono de lotes y plantaciones. En Tumaco esta fase probablemente empezó desde el año 2005 y hasta agosto de 2007 había alcanzado un 35% de incidencia en promedio.

Mejoramiento genético y el complejo PC

Es claro que en las dos fases de comportamiento de la PC se requiere la interacción de los mismos factores que la causan, sin embargo la importancia de una de las partes se magnifica dejando en un segundo plano a la otra, como se representa en las dos ecuaciones siguientes:

1) PC = ***FACTORES AMBIENTALES*** *+ Patógenos*

2) PC = factores ambientales + ***PATÓGENOS***

En la **fase de evolución lenta** la ecuación No. 1 representa el comportamiento de la PC. Indica que los factores **abióticos** (factores predisponentes, deficiencias nutricionales, desbalances nutricionales, componentes químicos y físicos de los suelos, falta de aereación de los suelos, etc.) son factores que predisponen a la planta para que se manifieste la enfermedad; mientras que los factores bióticos (patógenos) pasan a un segundo plano, sin que esto signifique que no son necesarios. El comportamiento "**abiótico**" de la PC en esta fase se refleja en la forma de distribución completamente al azar en el campo, en que aparecen palmas enfermas en forma aislada, sin la consecuente formación de focos. En esta fase se logran obtener aparentes resultados definitivos mediante investigaciones relacionadas con los factores predisponentes, suelo y manejo agronómico.

En cambio durante la **fase de rápida evolución**, los factores **bióticos** cobran una importancia decisiva para justificar los altos índices de incidencia (ecuación No. 2) a tal punto que hacen dudar de las explicaciones relacionadas con los factores predisponentes. La evolución en los porcentajes de incidencia es tan rápida, que parece evidente la presencia de una enfermedad contagiosa. El comportamiento **"biótico"** de la PC en esta fase se refleja en la rápida formación de focos, en la forma como se va diseminando, en la rapidez como evolucionan los síntomas, en los signos y en la presencia consistente de microorganismos en tejidos enfermos. En contra de los factores bióticos como causantes de la enfermedad, están los intentos fallidos para reproducir la enfermedad mediante inoculación de patógenos.

Estrategias para abordar el problema a través del mejoramiento genético

Antes de las estrategias, es necesario contar con un programa de mejoramiento genético bien estructurado, con visión de largo plazo, con sistemas de selección definidos según objetivos. Debe ser flexible, capaz de adaptarse a nuevos retos, de redireccionarse sobre la marcha hacia objetivos diferentes; puesto que un cultivo perenne de ciclo largo, como es la palma de aceite, no permite más de una oportunidad por cada ciclo genético de 10 años.

Contando con un programa de esta magnitud, las estrategias para contrarrestar el efecto negativo de la PC dependen de la fase en la que se encuentre la enfermedad, así:

- **Estrategia en fase de evolución lenta**

Como la evolución de la enfermedad en esta fase es bastante lenta por varios años, se dispone de suficiente tiempo para afrontar el problema mediante pruebas de comportamiento agronómico, que permitan seleccionar y producir materiales con adaptación específica a condiciones ambientales particulares. Por ejemplo, suelos pesados con exceso de humedad, climas con alta precipitación, suelos pobres en nutrientes, suelos con altas concentraciones de hierro, etc.

Definitivamente la estrategia en esta fase es producir materiales con adaptación específica; evaluando y seleccionando materiales adaptados a los factores predisponentes, con lo cual se consigue retardar por muchos años la llegada de la fase biótica de la enfermedad. En esta fase de la enfermedad juegan un papel importante las disciplinas Fisiología vegetal, MIP, Suelos y Manejo Agronómico. En esta fase se hace probable manejar la PC en niveles de bajo impacto económico por muchos años con buenas prácticas de manejo.

En otras regiones, como la zona palmera oriental, se ha conseguido contrarrestar los impactos negativos de la enfermedad aplicando buenas prácticas de manejo y corrigiendo los factores predisponentes. Como desventaja se anota, que esta puede ser una solución costosa y pasajera, puesto que los agentes bióticos no tardan en readaptarse al nuevo medio por aumento en el potencial de inóculo.

Con esta estrategia se está evaluando el material Ténera Corpoica El Mira de palma de aceite en las cuatro zonas palmeras del país, buscando seleccionar y producir materiales bien adaptados a las condiciones de cada zona palmera.

- **Estrategia en fase de rápida evolución**

La rapidez de la evolución de la enfermedad en esta fase no da tiempo para investigaciones a largo plazo; en esta fase la DEMANDA de investigación es muy alta, pero la oferta es muy escasa, entre otras razones por el largo periodo de los ciclos genéticos de selección (entre 5 y 10 años por ciclo).

En este caso la estrategia a través del mejoramiento genético consiste en hacer uso de materiales premejorados, de comprobada tolerancia a enfermedades. A estos materiales se los llama materiales "relegados" porque no tienen aceptación entre los productores debido a una o más cualidades indeseables. Por ejemplo los híbridos Oleifera x Guineensis y la especie *Elaeis oleifera*, que son tolerantes a PC y otras enfermedades, pero presentan baja productividad de aceite en comparación con la especie *Elaeis guineensis*. Por lo general se los conserva en centros de investigación y en pocas plantaciones particulares visionarias de su valor.

La posesión y existencia de los progenitores de estos híbridos en pocas plantaciones restringe la oferta de semillas y materiales de siembra. Para las renovaciones proyectadas con el híbrido interespecífico en las plantaciones de Tumaco, por ahora solo existen dos productores nacionales y un extranjero con baja capacidad de producción de semillas (baja oferta); por lo cual se deben implementar programas de producción masiva de este tipo de material, para facilitar así el reemplazo de un material susceptible (Guineensis) por uno tolerante (Oleifera x Guineensis).

FIGURAS ILUSTRATIVAS

Figura 1: Palma de la especie Elaeis guineensis con buena carga de racimos

Figura 2: Palma de la especie Elaeis oleifera con buena carga de racimos

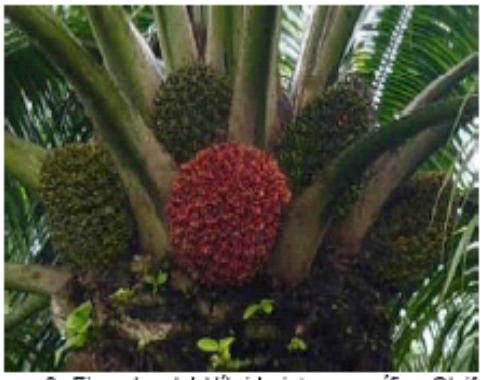

Figura 3: Ejemplar del Híbrido interespecífico Oleifera x Guineensis

Figura 4. Ciclos de floración superpuestos en palma de aceite (palma monoica)

Figura 5: Racimo en formación en el Híbrido inter específico Oleifera x Guineensis

Figura 6: Ejemplar de la especie Elaeis oleifera Tipo Rojo

Figura 7: Ejemplar de la especie Elaeis oleifera Tipo Amarillo

Figura 8: Ejemplar de la especie Elaeis oleifera Tipo Prolífico

Figura 9: Palma del Híbrido interespecífico RC1 ((Oleifera x Guineensis) x Guineensis)

Figura 10. Híbrido RC1 con ciclos de floración superpuestos (palma monoica)

Figura 11. Prueba de Viabilidad de los embriones de semillas Ténera de palma de aceite

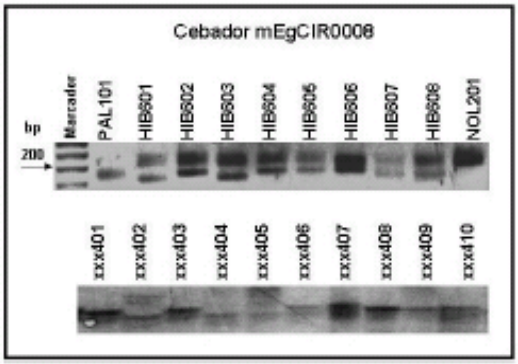

Figura 12. Electroforegrama en el que se puede notar la diferencia entre parentales y sus progenies

Figura 13. Proceso de adaptación de un embrión después de crioconservado. 1) Embrión de palma de aceite. 2) Embrión en proceso de germinación, tres semanas en etapa de adaptación. 3) Seis semanas después de iniciar etapa de adaptación