

# SESIÓN 2. Avances en el desarrollo de materiales genéticos resistentes a la PC

Moderador **Rafaél Rey Picón**, Gerente de Sociedad Pravia S.A.

---

## Desarrollo de materiales genéticos resistentes a la Pudrición del cogollo (PC)



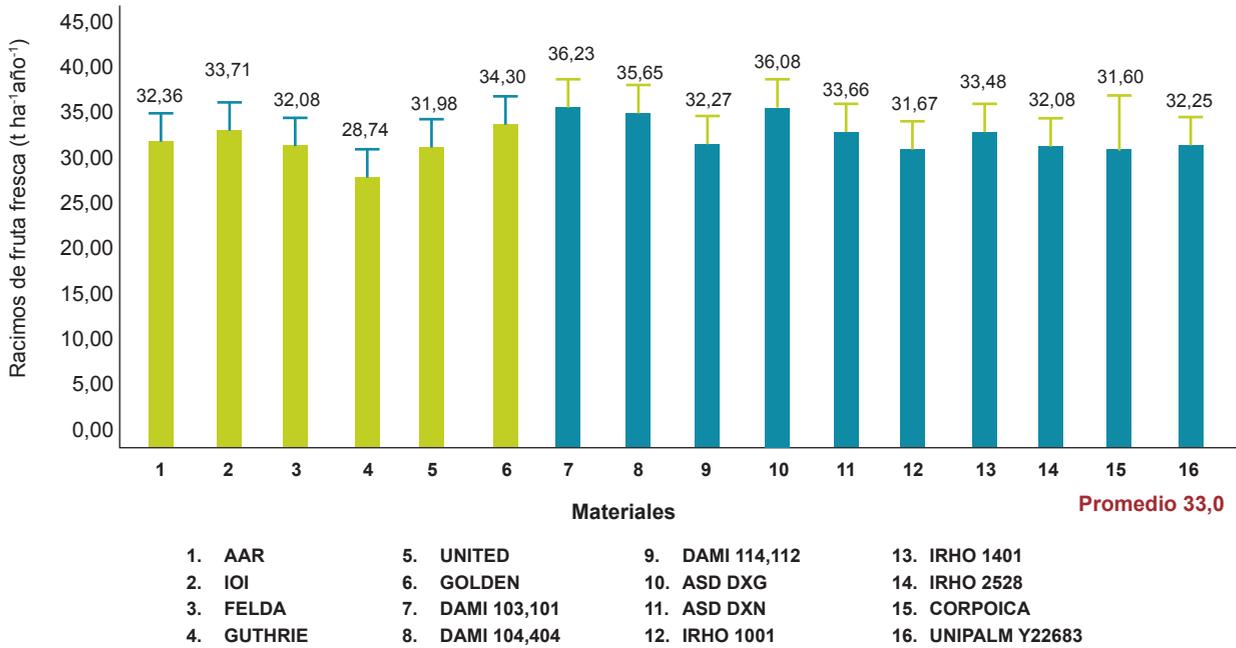
**Hernán Mauricio Romero**  
Coordinador del Programa de Biología y Mejoramiento de la Palma Cenipalma

Durante el Taller sobre la Pudrición del cogollo: manejo preventivo y avances en resistencia genética de materiales para siembra.

Santa Marta,  
31 de mayo de 2013

En la actualidad, no existe fuente alguna de resistencia comprobada a la Pudrición del cogollo (PC) en palma africana (*Elaeis guineensis*) que se presenta en Tumaco y que parece ser muy similar a la que aparece en Puerto Wilches. Por esta razón, los híbridos se ven como la opción para las zonas donde la PC es muy virulenta y en las que se ha mostrado que las palmas *guineensis* no se recuperan.

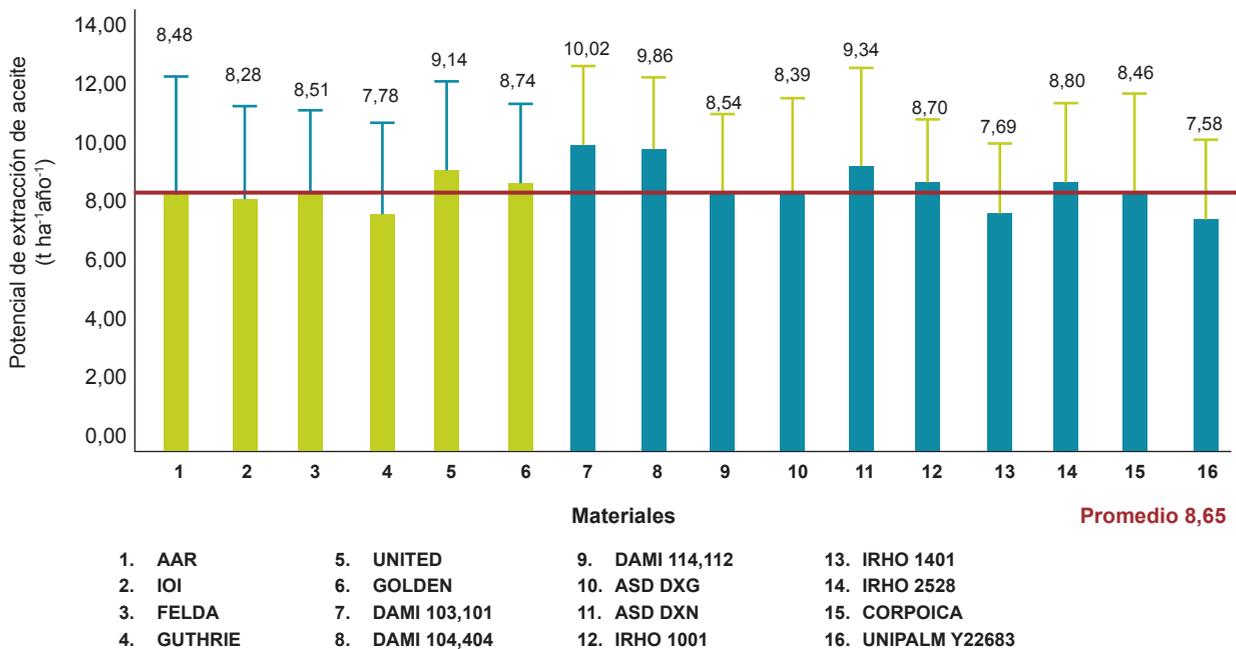
Dada esta situación, el sector de la palma se ha dedicado a trabajar en el desarrollo de materiales con altas productividades tal como lo hacen la mayoría de los programas de mejoramiento de plantas a nivel mundial. La conclusión del experimento realizado por Cenipalma, el cual lleva nueve años en campo, es que no existen diferencias estadísticas significativas en la productividad de los diferentes materiales de las diversas casas comerciales, es decir, todos los materiales comerciales que hay en Colombia tienen un altísimo potencial productivo (Figura 1).



**Figura 1.** Rendimiento de materiales comerciales disponibles en Colombia. Racimos de fruta fresca en fase adulta, promedio año 6 al 9.

Obviamente, esos materiales tienen diferentes características en cuanto a porte y requerimientos, algunos necesitan más espacio, otros son más robustos, varios son más compactos

pero, si solamente se tiene en cuenta el potencial de extracción de aceite (Figura 2), cualquiera puede sembrarse porque todos son materiales muy buenos.



**Figura 2.** Potencial de extracción de aceite de los diferentes materiales.



Comparando las diferentes productividades de los materiales citados sembrados en El Palmar de La Vizcaína, se han tenido cerca de 36 toneladas de racimo de fruta fresca durante los tres últimos años. En cuanto al potencial de aceite, el promedio de dichos materiales comerciales es más de ocho toneladas de aceite por hectárea y hay materiales que pasaron las 12 toneladas de aceite por hectárea.

En conclusión, los materiales que no tienen esa productividad probablemente no están en los mejores suelos o no reciben un manejo

agronómico adecuado. Sin embargo, en otra zona de los Llanos Orientales, esos mismos materiales tienen una productividad muy baja, lo que lleva a pensar que hay algo más que los está afectando, como la PC.

La Figura 3 muestra los resultados para La Vizcaína donde se trabajó muy fuerte con todas las metodologías que Cenipalma ha desarrollado para que la PC no avance, logrando materiales comerciales *guineensis* que, en incidencia acumulada en promedio, llegaron a 14 %.

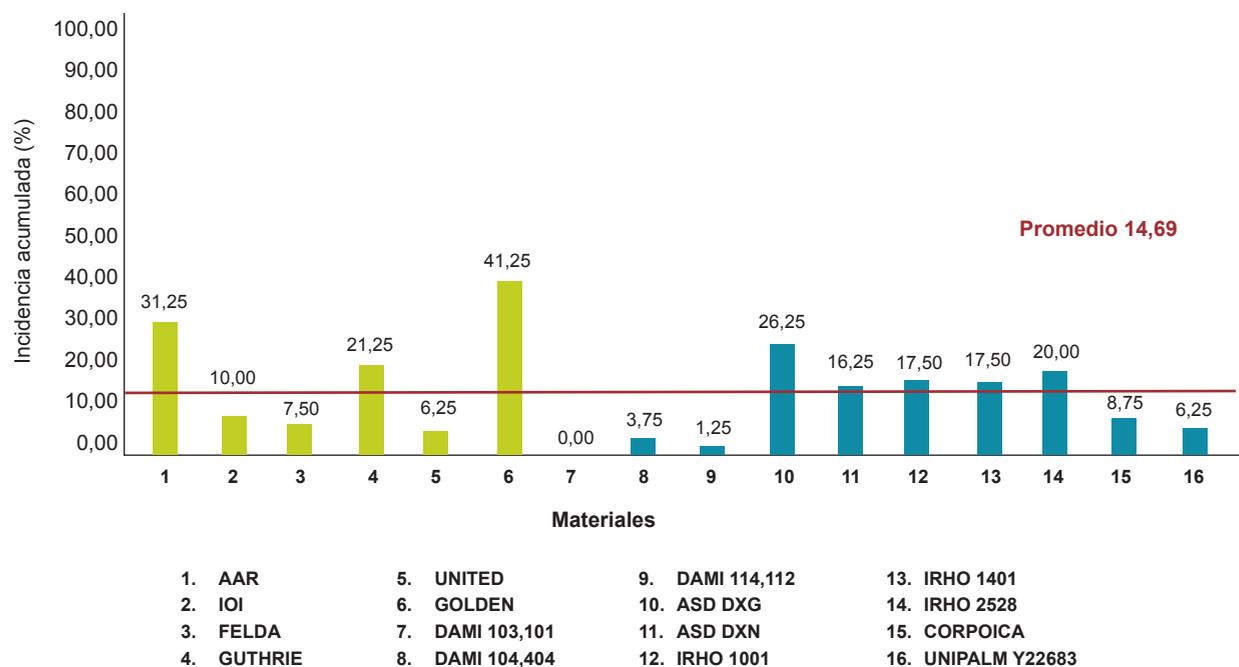


Figura 3. Incidencia acumulada de la Pudrición del cogollo.

Es importante tener presente que en la zona de La Vizcaína, la PC no es tan fuerte y ha sido intervenida de una manera eficaz, de tal forma que el promedio de la plantación está por debajo de 1 %. Esto es solo un indicio de que ahí podría haber una fuente de resistencia, pero en una zona con tan baja presión del inóculo, no se puede hacer selección ni se puede afirmar que un material es mejor que otro; simplemente se tienen unos datos interesantes, que

dicen que los materiales parecen responder de manera diferente pero, si no se llevan a una zona afectada por la PC, se pueden cometer errores muy serios. Por esta razón, en Tumaco se está sembrando con códigos para hacer un seguimiento preciso, dado que hay unos códigos que funcionan mejor que otros. Mientras en La Vizcaína el promedio de incidencia acumulada fue de 14 %, en los Llanos Orientales fue diferente, como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Prueba regional de materiales malasio en cuanto a su reacción a la PC, en dos áreas de la Zona Oriental.

Materiales	Barranca de Upía		Acacias	
	Incidencia	Tiempo Rec	Incidencia	Tiempo Rec
IOI	84,0	25,6 ± 7,5 a	66,2	22,0 ± 10,5ab
Golden Hope	76,0	23,6 ± 8,5 ab	67,3	22,5 ± 8,9 ab
Guthrie	79,0	21,5 ± 9,0 bc	74,6	26,7 ± 11,3 a
AAR	72,2	20,8 ± 8,3 bc	61,0	19,6 ± 8,3 b
Felda	48,7	19,0 ± 9,8 cd	71,8	19,7 ± 8,8 b
UP	52,4	16,2 ± 7,9 d	72,3	19,8 ± 9,4 b

Se tienen dos plantaciones con los mismos materiales y en ellas se presentan incidencias acumuladas de la PC de 80 % o más, impactando sustancialmente la productividad. Los mismos materiales que se tenían en la Zona Oriental, que lograron recuperarse y en la actualidad ya están produciendo, fueron sembrados en Tumaco y allí todos murieron como se observa en la Figura 4.

**Figura 4.** Estado de una plantación de Tumaco afectada por la Pudrición del cogollo en 2008.

Un material, que bien manejado puede dar más de 33 toneladas por hectárea, o que manejado regularmente sobrevive y da 14 toneladas por hectárea, en una zona como Tumaco, simplemente no sobrevive, muere. Por esta razón, si se continúa sembrando *guineensis* en las zonas en donde se ha probado que la PC destruye, la destruye, lo único que se logrará es tener resiembras que van a morir y los ciclos cada vez van a ser más cortos porque las palmas van a

morir más rápido. La decisión está en manos de cada empresario.

Es claro que lo que se necesita en Colombia no son materiales altamente productivos, sino que el mejoramiento de la palma de aceite debe estar enfocado hacia aquellas variedades que produzcan porque el negocio es de aceite, pero que tengan tolerancia a plagas y enfermedades, específicamente tolerancia a la PC, porque esta enfermedad está mostrando que alcanza todos los sitios, incluso aquellos donde se creía que nunca iba a llegar. Así que, es una responsabilidad de todos empezar a trabajar seriamente en mejoramiento hacia la producción de variedades con resistencia o tolerancia a enfermedades porque, de otra forma, se tendrán palmas que poseen un gran potencial para producir pero que jamás llegarán a producir porque mueren antes de tiempo. Los aspectos que incluye un programa de mejoramiento son:

- Buscar plantas en medios naturales, hacer colectas en África o en el Amazonas.
- Crear colecciones biológicas para caracterizarlas, específicamente, a la reacción a plagas y enfermedades, en concreto a la PC.
- Identificar esos genotipos promisorios.
- Hacer cruzamientos y ensayos de progenie y, de esta manera, tener el desarrollo de materiales adaptados. Este es un proceso lento ya que un ciclo de mejoramiento en palma de aceite puede durar dieciocho años. Cenipalma comenzó hace nueve así que faltan



otros nueve. Obviamente, hay formas de acelerar este proceso, pero ese es el ciclo natural para obtener plantas que sean resistentes a la PC.

Debido a que Cenipalma pertenece al gremio, no va a producir semillas comercialmente, pero lo que busca es lograr identificar fuentes de resistencia, en este caso a la PC, y entregarlas a los programas de mejoramiento de los productores nacionales de semilla, para que incorporen esos genes de resistencia y obtengan los materiales que necesita el país. Con todo esto, Cenipalma obtendrá un *feedback* que le permitirá ir a buscar nuevas fuentes de resistencia, tolerancia y demás, pero para hacerlo, se requiere una metodología de selección de materiales eficiente. Precisamente, el grupo del Doctor Gerardo Martínez ha estado trabajando en una metodología que sea rápida, reproducible, confiable y eficiente, pero mientras llega esa metodología que le permita a Cenipalma

hacer selección de miles de progenies de manera simultánea, se debe hacer algo.

Hasta el momento, no hay fuente de resistencia a la PC en *guineensis* identificada. Las fuentes de resistencia para Ganoderma o Fusariosis, por ejemplo, implicó que se hicieran tamizajes de millones de progenies, es decir, se hacían más o menos 120 mil tamizajes al año para encontrar las fuentes de resistencia; fue necesario trabajar siete años aproximadamente para el caso de Ganoderma y otro tanto para Fusariosis, es decir, se tuvieron que probar casi un millón de progenies para encontrar esos materiales resistentes y probablemente en *guineensis* va a ser lo mismo.

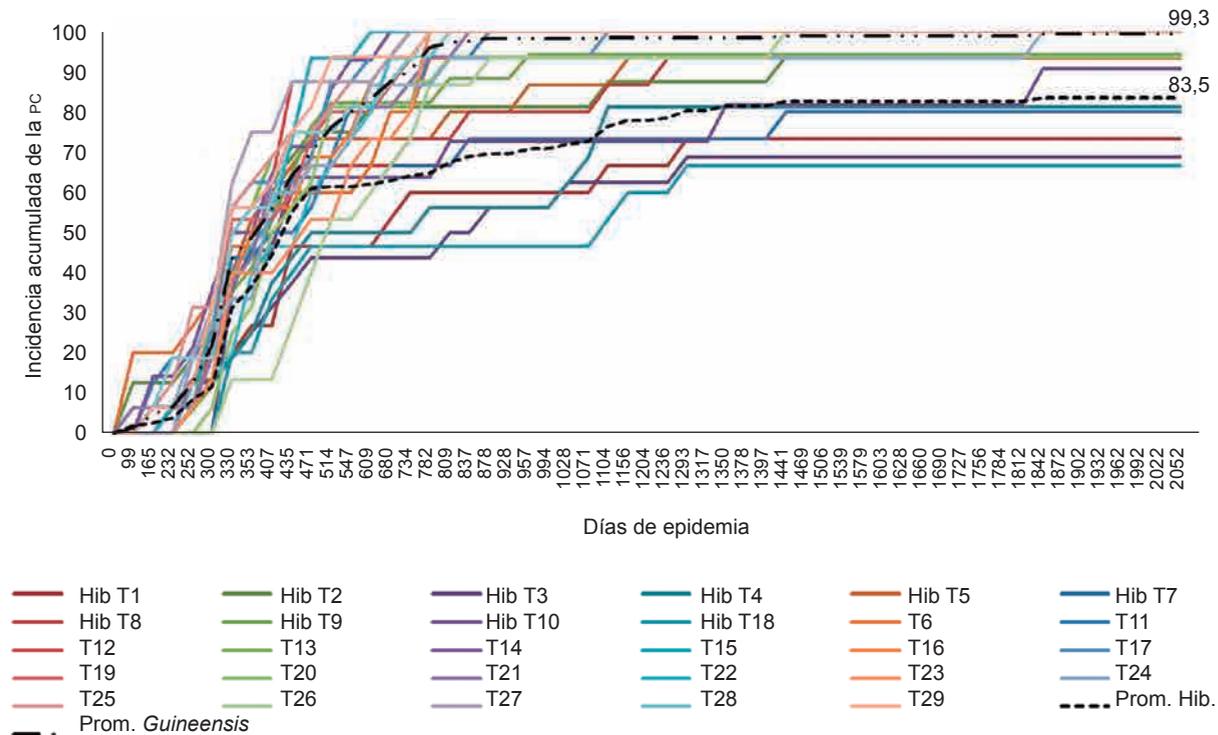
Mientras se logró la forma expedita de hacerlo, fue necesario diseñar formas de realizar una selección rápida aprovechando un trabajo que Cenipalma había establecido en Tumaco cuando la PC apenas arrancaba: se sembraron diferentes materiales en diversas plantaciones (Tabla 2)

**Tabla 2.** Ensayos con diferentes materiales en la Zona Suroccidental.

Plantación	Material	Descripción	Cantidad inicial	Cantidad actual	Edad actual (meses)
Palmas del Mira	<i>E. guineensis</i> (DxD)	19 accesiones en sitio definitivo	304	15	60
	Híbridos <i>E.o.</i> x <i>E.g.</i> (Coari)	10 códigos en sitio definitivo	160	126	60
Central Manigua	<i>E. oleífera</i>	6 accesiones en sitio definitivo	74	74	55
	<i>E. guineensis</i> (DxP) ASD Costa Rica	14 códigos en sitio definitivo	403	240	41
	Híbridos <i>E.o.</i> x <i>E.g.</i> (Manicoré)	10 códigos en sitio definitivo	400	393	26
Palmeiras S.A.	<i>E. oleífera</i>	6 accesiones en sitio definitivo	66	66	55

En la Figura 5 puede apreciarse la incidencia acumulada de los diferentes materiales en la plantación Palmas del Mira, uno de los sitios donde inicialmente la presión de la PC en Tumaco era muy

fuerte; se tienen diferentes materiales, sin embargo, saber cuál es mejor que otro, es muy difícil, sencillamente, no es posible hacer selección de materiales tan solo elaborando curvas de incidencia.



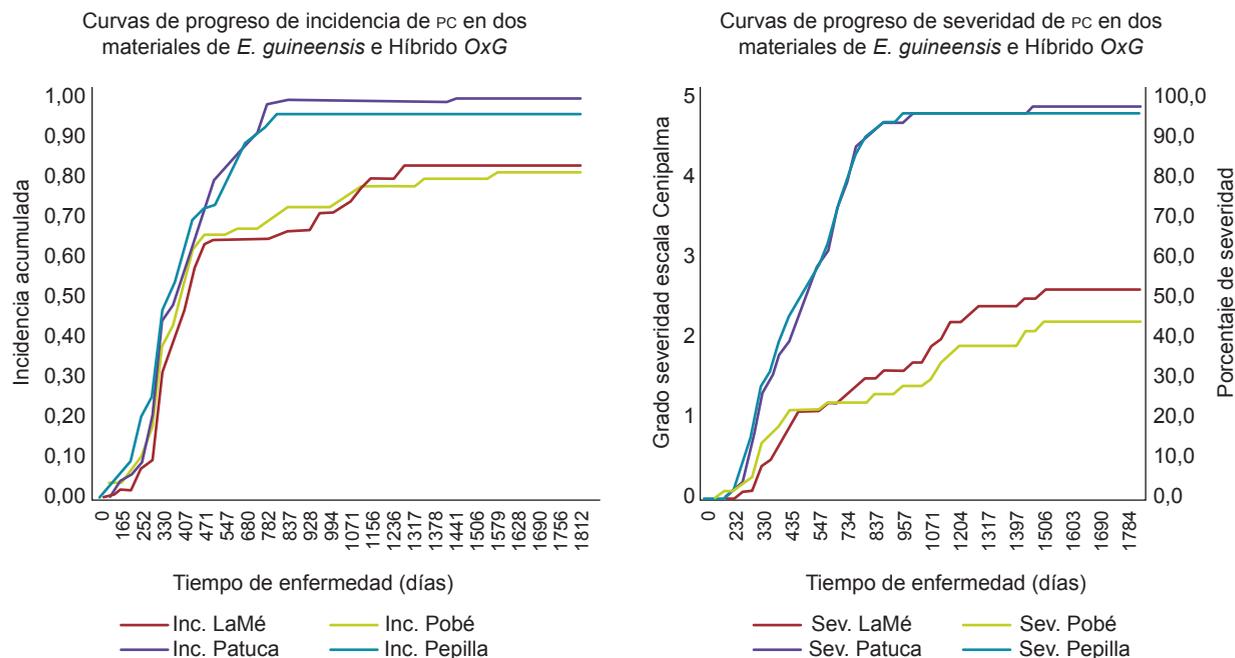
**Figura 5.** Incidencia de la Pudrición del cogollo en 29 materiales de palma de aceite en la plantación Palmas del Mira entre junio de 2007 y abril de 2013.

En este experimento se tenían materiales híbridos de una misma casa comercial pero de diferentes orígenes, así como materiales *guineensis*. Precisamente, Cenipalma ha erradicado más de 90 % de todas las palmas *guineensis*, mientras que en los híbridos, el comportamiento ha sido diferente. Es importante tener en cuenta que no todos son iguales. Del híbrido 10, por ejemplo, se enfermaron algunas plantas pero absolutamente ninguna fue erradicada por la PC. En cambio, hay otros, como el híbrido 1, donde 50 % de las palmas ya han sido erradicadas por esta enfermedad. Esta es la razón por la que saber los códigos y los cruzamientos se vuelve tan importante.

Fue necesario que Cenipalma diseñara una metodología para seleccionar en campo y poder diferenciar cuáles materiales eran resistentes o tolerantes y cuáles no. No era suficiente analizar solo el dato de la incidencia acumulada se requería disponer de herramientas epide-

miológicas por lo que se utilizó la denominada curva de progreso de la severidad, con ella sí fue posible discriminar muy bien entre lo que son los materiales altamente susceptibles y los materiales que tienen resistencia (Figura 7). Luego de un año aproximadamente, se empezaron a ver las diferencias, en concreto hacia el octavo mes, pero para hacerlo confiable, es conveniente llevarlo a quince meses, momento en el que se pueden separar los mejores y saber cuáles son los materiales resistentes y cuáles los susceptibles.

Lo mismo se puede hacer con la curva de supervivencia y, alrededor de los ocho meses del año, se pueden separar muy bien los materiales que son altamente susceptibles, de los que tienen resistencia. Y si el trabajo se lleva más allá, hacia el tercer año, es posible discriminar, además, entre los mismos materiales aquellos que son más resistentes y los que son menos.



Material	Incidencia acumulada final (%)	r
Coari x La Mé	83	0,0024
Coari x Pobé	86	0,0020
Patuca	100	0,0060
Pepilla	96	0,0020

Material	Severidad acumulada final (%)	Grado de severidad final	rho
Coari x La Mé	52,2	3	0,00024
Coari x Pobé	44,0	3	0,00017
Patuca	98,0	5	0,00063
Pepilla	96,0	5	0,00052

El análisis de las tasas de progreso para la incidencia no encontró diferencias estadísticas entre materiales de *E. guineensis* y de híbrido OxG

El análisis de las tasas de progreso para la severidad encontró diferencias estadísticas entre materiales de *E. guineensis* y de híbrido OxG

**Figura 7.** Uso de herramientas epidemiológicas para la evaluación de la reacción a enfermedades en campo. Curvas de progreso de incidencia de la PC y de severidad en dos materiales de *E. guineensis* e híbrido OxG.

Cenipalma logró una metodología confiable y reproducible que, aunque no es tan rápida, permite discriminar entre materiales altamente susceptibles, de aquellos que no lo son, y entre materiales más resistentes y los menos. Es como calificar esos materiales de acuerdo con su reacción a las enfermedades, en este caso, a la PC, y encontrar fuentes de resistencia que es el asunto importante actualmente. Con esto, la Institución puede avanzar en su programa de mejoramiento.

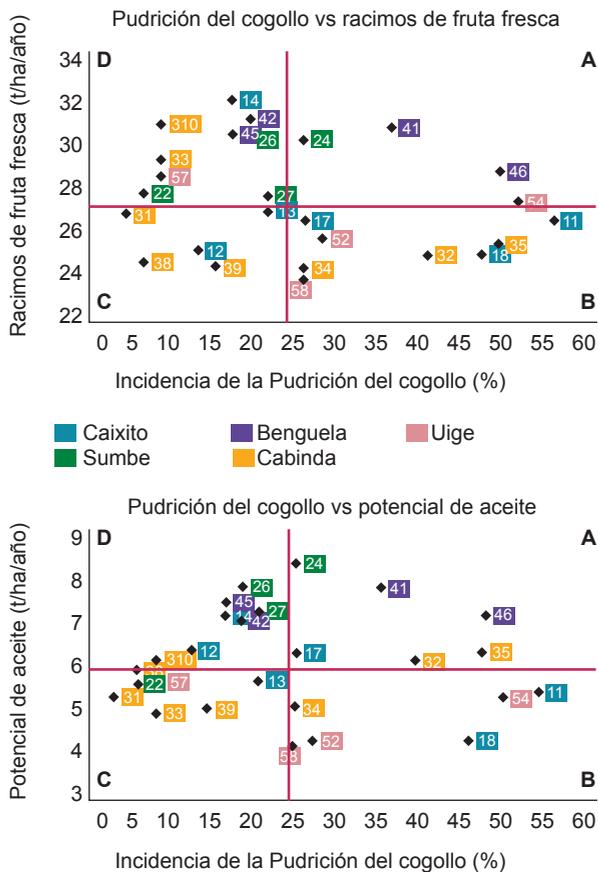
## Colecciones biológicas del Campo Experimental Palmar de la Vizcaína

En el Campo Experimental reposan diversas colecciones, como es el caso de las plantas traídas de África, concretamente de Angola y de Camerún (familias Caixito, Sumbe, Cabinda, Benguela y Uige). En la colección de Angola se pudo apreciar lo mismo que en los materiales comerciales en los cuales había diferencias en la susceptibilidad a la PC (Tabla 3).

**Tabla 3.** Colecciones biológicas presentes en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaina.

Colección	Fecha de siembra	Diseño experimental	Número de tratamiento	Palmas x U.E.	Palmas total	Área (ha)
CB Angolas Duras	01/09/2004	BCA	27	16	1296	9,1
CB Angolas Teneras	01/09/2004	BCA	6	16	384	2,7
CB Angolas D-T (1)	01/09/2004	BCA	13	9	351	2,5
CB Angolas D-T (2)	01/09/2005	Látice cuadrado	3	4	36	0,3
CB Camerún Duras	01/05/2010	BCA	28	9	1008	7,0
CB Camerún Teneras	01/03/2011	BCA	8	12	288	2,0
<b>Total</b>						<b>23,6</b>

Hasta el momento, con la colección de Angola se han identificado materiales o accesiones que tienen una baja incidencia de la Pudrición del cogollo y una alta producción de racimos de fruta fresca (Figura 8).



También se estudia cómo progresa la PC en esas colecciones pues hay unas accesiones más susceptibles que otras, así que, teniendo la selección en campo, lo obvio es llevarlas a zonas de alta presión de inóculo y ahí utilizar la metodología de Cenipalma (Figura 9).

En el trabajo realizado por Cenipalma a la colección de Angola también se cruzó toda por el mismo polen sabiendo que este correspondía a una planta que había presentado alta susceptibilidad a la PC. Ahora, se está buscando si hay respuesta de resistencia en las plantas; esta debe ser básicamente por parte de la madre y por esta razón, se está probando con el polen denominado *tester*.

Ya generadas esas progenies se fijó una metodología para establecer unos índices de selección, es decir, se creó una colección núcleo para probarla en Tumaco. La investigación se hizo con diferentes metodologías, producción, análisis moleculares de diversidad genética y las evaluaciones de resistencia a la PC logradas por Cenipalma. Así, se concluyó que son 352 las palmas que representan todo el universo de Angola, se cruzó por el *tester*, una vez la semilla había germinado, y se llevó a sitio definitivo en Tumaco en los próximos meses.

Se espera que en Tumaco Angola tenga algo de resistencia pero puede ocurrir que no. Cenipalma solo posee algo del universo de la diversidad genética y requiere del esfuerzo de mucha

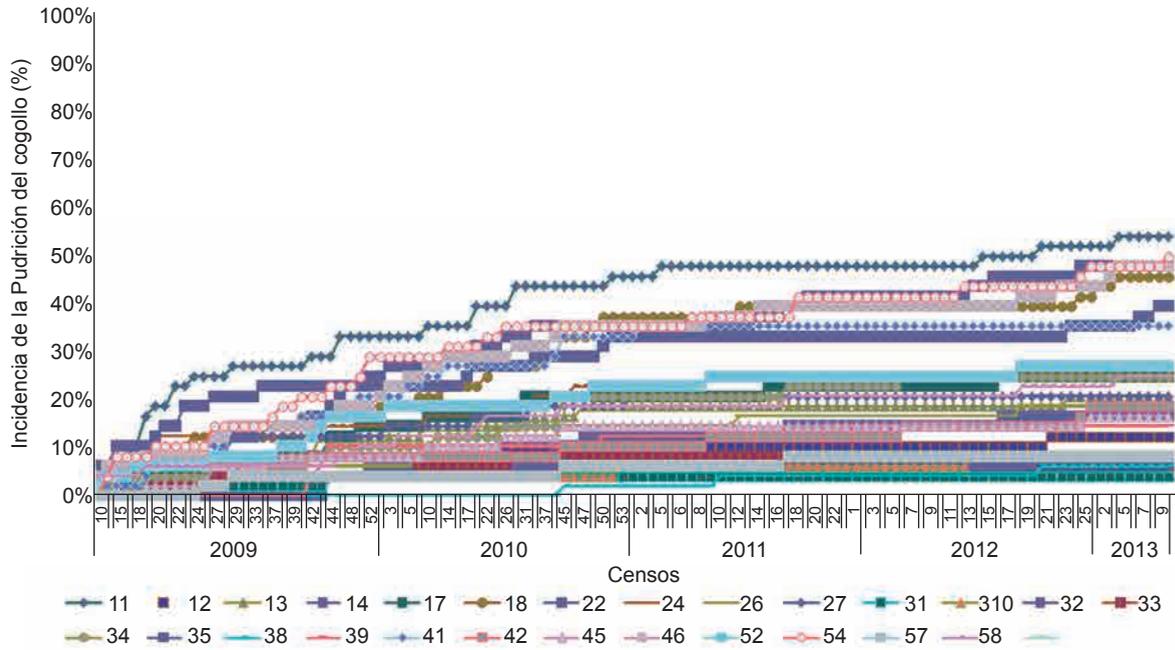


Figura 9. Curva de progreso de la enfermedad.

gente: es importante que los palmicultores que tienen otras colecciones y poseen algunos cruzamientos promisorios, participen en el estudio para ver si algún día *guineensis* puede volver a ser sembrada en esos sitios. Mientras no haya

fuentes de resistencia en *guineensis*, la alternativa es el híbrido interespecífico *OxG* que viene de un cruzamiento entre una palma americana (*oleifera*) que es la madre y una palma africana (*guineensis*) que es el padre (Figura 10).

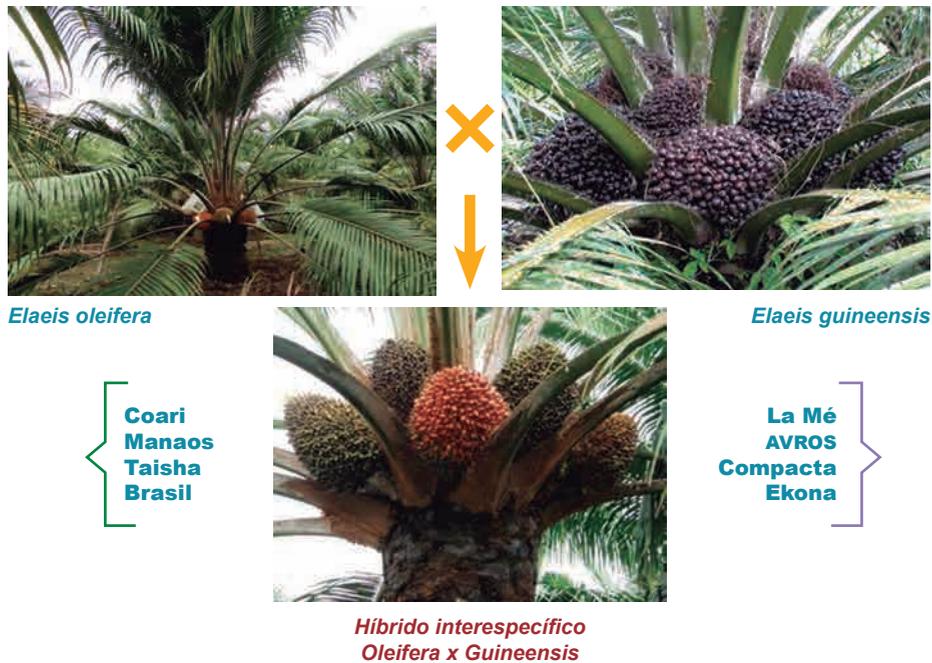
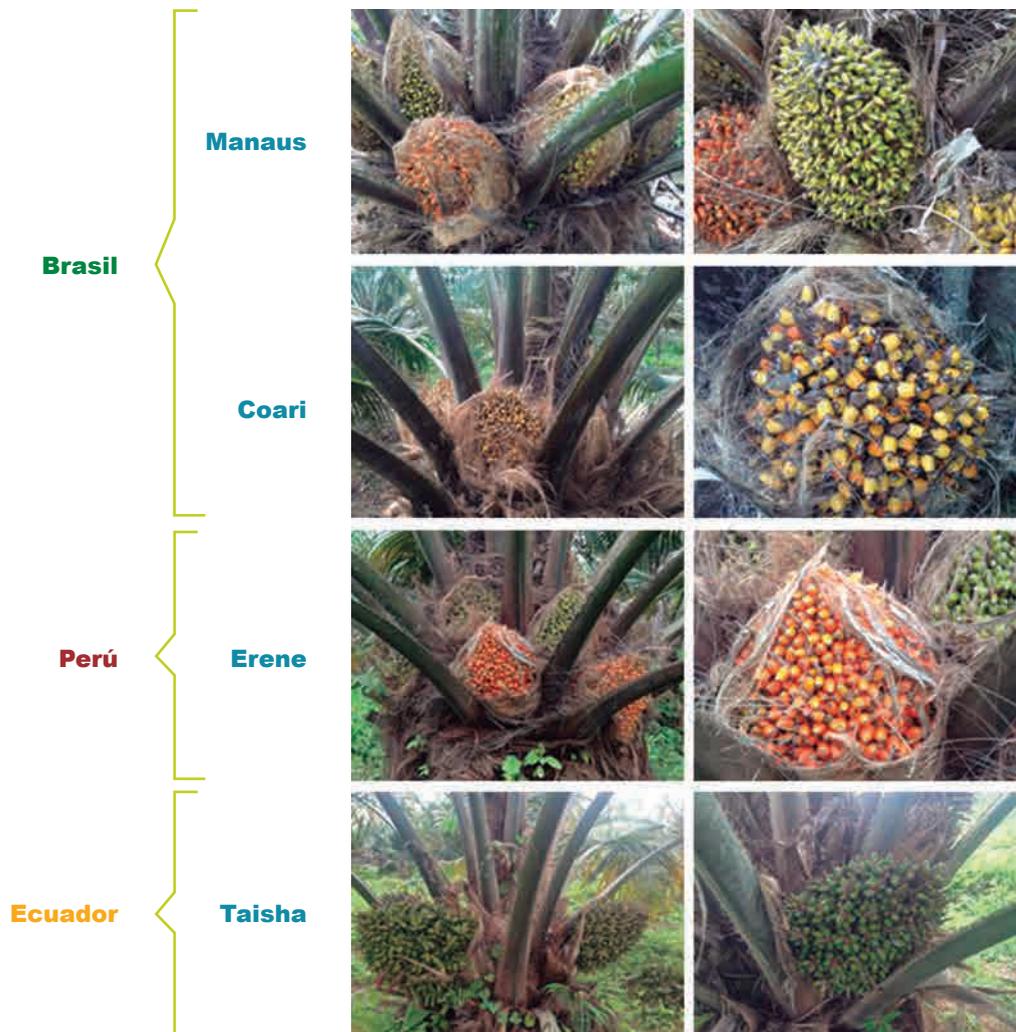


Figura 10. Híbrido interespecífico *Oleifera x Guineensis*.

Cenipalma tiene palmas *Elaeis oleifera* de diversos orígenes, específicamente de Coari y Manaus (Brasil), Taisha (Ecuador) y Erene (Perú), (Figura 10), que son muy diferentes en todos los aspectos y, por supuesto, a nivel morfológico, razón por la cual van a tener variadas formas de responder a plagas, enfermedades, a la nutrición, etc. En la actualidad, están siendo probadas y se están realizando los trámites para

obtener un permiso del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales para coleccionar las oleíferas de Colombia y poder incluirlas en el programa de mejoramiento de Cenipalma. Además, para buscar allí cuáles son las mejores madres porque no todos los híbridos son iguales y eso tiene mucho que ver con las características de la madre.



**Figura 10.** Palma americana *Elaeis oleifera*.

El trabajo con el híbrido apenas comienza, es un mundo por descubrir y cada uno de ellos seguramente va a ser un universo diferente, es importante tener eso muy en cuenta; cuando

se siembre este material en alguna plantación es primordial conocer su origen y ojalá su cruzamiento, pues son la primera generación y es fundamental tener toda la información posible



para avanzar en el dominio del asunto. En el mejor de los casos, algunos productores pueden tener ya algo de mejoramiento de las madres y entonces, se está obteniendo material mejorado pero, la verdad, es que hay mucho por hacer. Esto se aprecia en la Figura 11, con análisis moleculares que permiten ver cuál es la diversidad genética, es claro que, según el origen, se esta-

blecen distancias, los puntos agrupados significan que son muy parecidas y, entre más lejos estén, es evidente que son menos parecidas. Las plantas de Manaus hacen un pequeño grupo, las de Coari hacen otro, y así, las de Brasil conforman un gran grupo pero entre ellas hay diferencias. Se separan de las oleíferas de Colombia, de las de Ecuador y de las de Perú.

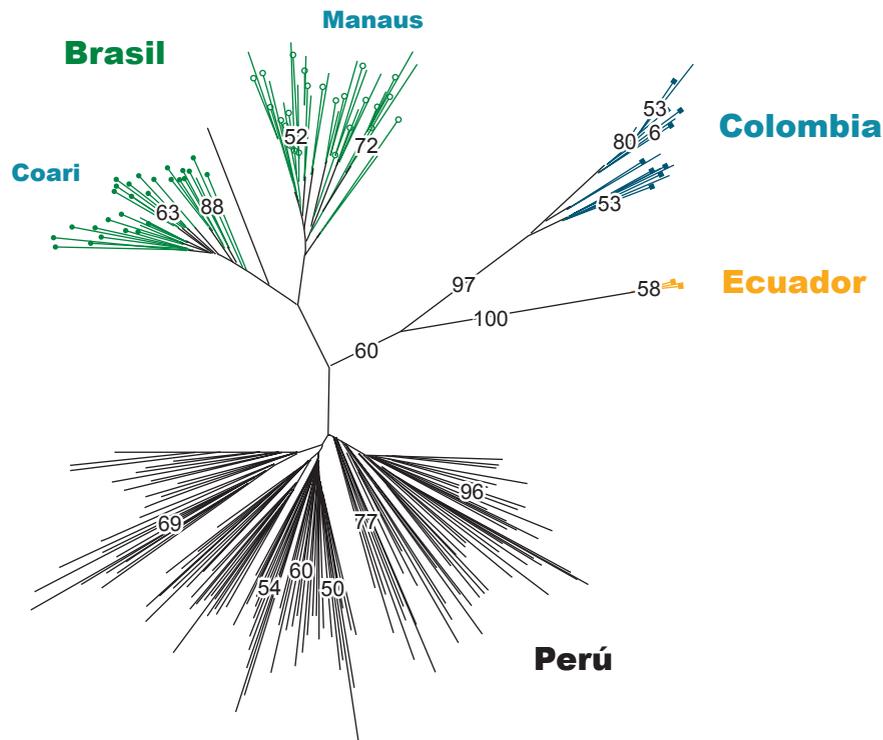


Figura 11. Relaciones genéticas entre orígenes de *E. oleifera*.

Este ha sido el trabajo que Cenipalma ha realizado con la colaboración de diferentes productores de semillas que tienen en sus plantaciones palmas americanas y han permitido tomar muestras de hojas para hacer el análisis genético. Es valioso que quien posee semillas las ofrezca a Cenipalma para que allí se realice el estudio y la ubicación dentro de este universo genético y, de pronto, en una misma plantación se puede tener solo un programa de mejoramiento porque las palmas existentes allí son muy parecidas genéticamente. Esta es una ayuda que Cenipalma brinda a quienes tienen palmas oleíferas en sus programas. Lo más

importante en términos de las oleíferas es que estas no se estudian solo por la resistencia sino que también deben permitir que sus híbridos produzcan aceite. Por esta razón, en el mejoramiento se requiere ser muy estrictos en la selección de las madres porque, de otra forma, se van a tener híbridos que no producen aceite.

La Tabla 4 muestra un análisis de racimo para *Elaeis oleifera* de diferentes orígenes; en la primera columna se presenta el origen de dichas oleíferas y el potencial de aceite de racimo. Para el origen Erena de Perú, se tiene un promedio de 4,7 y el valor máximo es 8,8; Cuchillo (Perú), 4,3 y el máximo valor es 9,6; Serra

(Perú) promedio 4,4. Asimismo, hay unas palmas bien interesantes que tienen un poco más de 13 % de potencial de racimo; Coari 4,1 solo llega hasta 7,3; Manaus 5,5 pero algunas logran 13,5; Taisha 5, llega a 7,6 y el híbrido Coari x La Mé tiene 19,5 en promedio aunque algunos

alcanzan 29. Es evidente que la madre hace un aporte pero también lo hace el polen, por eso es fundamental saber muy bien quién se cruza con quién, pero si se empieza con madres muy buenas lo más probable es que se obtengan híbridos muy buenos.

**Tabla 4.** Análisis de racimo para *Elaeis oleifera* de diferentes orígenes.

Origen	AR	ARfn	ARfp	FRfn	FRfp	AMFfn	AMFfp	MF
Erene	4,7 (1,5-8,8)	3,8 (0,7-8,1)	1,1 (0,1-5,2)	53,7 (15,1-76,4)	9,9 (1,1-53,5)	13,7 (5,4-26,5)	11,3 (2,7-23,6)	51,8 (40,7-64,2)
Cuchillo	4,3 (1,5-9,6)	3,6 (1,5-8,7)	0,9 (0,1-2,7)	56,7 (35,4-77,3)	7,5 (1,6-21,8)	12,7 (6,1-23,3)	11,2 (5,0-19,6)	50,2 (38,3-61,3)
Serra	4,4 (2,1-13,2)	3,7 (0,4-7,3)	0,9 (0,1-8,6)	54,0 (10,1-73,1)	8,1 (1,7-34,6)	14,0 (6,7-22,8)	10,3 (3,6-25,0)	49,6 (37,3-64,8)
Coari	4,1 (0,8-7,3)	3,0 (0,8-5,2)	1,3 (0,1-3,6)	36,3 (16,7-59,3)	9,4 (1,8-21,2)	19,3 (7,8-25,6)	12,8 (2,1-20,1)	42,7 (32,4-63,9)
Manaus	5,5 (0,7-13,5)	3,2 (0,5-7,4)	2,7 (0,1-11,5)	30,1 (4,5-67,8)	12,2 (0,8-43,5)	24,7 (3,6-34,3)	19,9 (3,7-34,1)	44,5 (30,3-59,3)
Taisha	5,0 (2,0-7,6)	4,8 (1,6-6,9)	0,4 (0,1-0,7)	55,5 (22,8-67,4)	3,9 (1,6-6,9)	13,5 (8,0-17,3)	11,0 (7,9-14,6)	63,4 (57,5-68,5)
<b>Coari x La Mé</b>	19,5 (10,3-29,0)	12,0 (7,0-19,4)	7,5 (2,7-16,7)	38,6 (27,8-51,5)	17,5 (7,1-36,4)	43,1 (31,8-50,0)	41,6 (36,6-46,7)	72,1 (61,3-82,2)

Para comprobar si la *oleifera* es atacada o no por la Pudrición del cogollo, Cenipalma hizo pruebas drásticas llevando algunas a unas zonas bastante difíciles de Tumaco y la respuesta es que a las sí les da la PC. Es una realidad. Lo importante es ¿qué tan fuerte les da y qué tan rápido se recuperan? Ese es otro asunto. En el caso de las *guineensis* en Tumaco, las ataca la PC y no se recuperan, mueren todas. Sin embargo, una cosa interesante con las es que en severidad nunca superaron 2,5 en una plantación y en otra nunca llegó a 2, es decir, la enfermedad nunca avanzó.

En la otra plantación estudiada la incidencia acumulada llegó a 80 % pero la severidad no alcanzó a 2, durante varios años no ha llegado a esta cifra. Cenipalma no les hace manejo a estas madres, simplemente se dejan y, si las plantas llegan a más de grado 3, entonces, son erradicadas; como estas plantas nunca llegaron

a ese grado, podemos concluir que no se ha perdido ninguna y se tienen unos porcentajes de recuperación natural altísimos. Eso significa que aquí sí hay fuentes de resistencia a la PC.

Es claro que si se poseen diferentes madres, variados orígenes, se va a obtener como resultado diferentes híbridos, tal es el caso del híbrido 10 en comparación con uno no tan bueno como es el 5. Todo depende de quiénes sean las madres y también del polen que se haya usado.

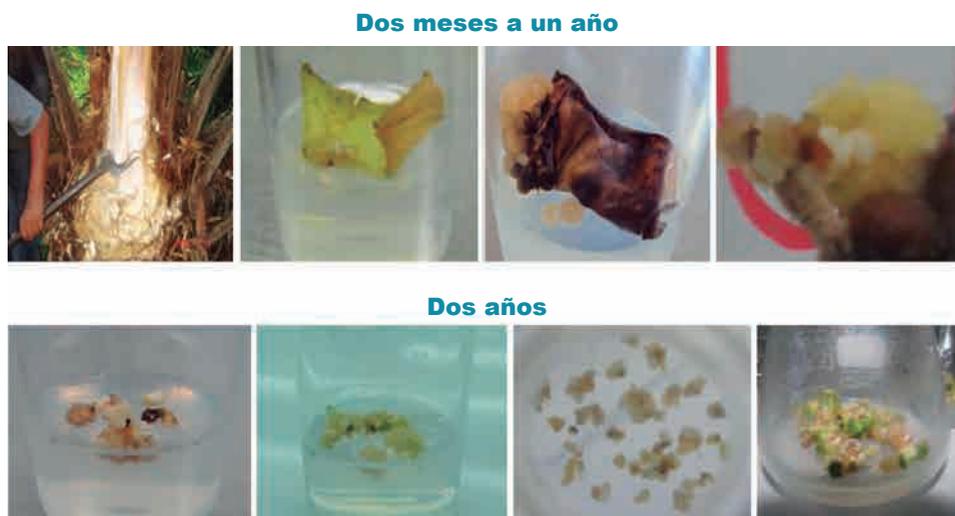
Cenipalma ha tratado de buscar métodos para acelerar el mejoramiento y una de las opciones es analizar si se pueden aprovechar los sobrevivientes de la epidemia considerando que la posibilidad de que aquellos que no murieron sean resistentes a la enfermedad, es muy alta; con base en esto, se han aprovechado esos sobrevivientes *guineensis* para empezar a hacer clonación pero es un proceso bastante largo y costoso.



Por otro lado, si se hallan algunas palmas resistentes, se podría pensar en tener fuentes de resistencia en *guineensis* mucho más rápido de lo que se planteaba; mientras los programas de mejoramiento maduran, es posible encontrar las fuentes de resistencias normales y se pueden producir semillas que sean resistentes a la PC, en vez de clones.

## Proceso de cultivo de tejidos

Cenipalma ya tiene muy bien estandarizada la metodología para la clonación: se toma una planta, se le hace un corte y se lleva a tubos de ensayo. Así, se logra generar estructuras que van a convertirse en nuevas plantulitas (Figura 12). Luego, en la fase de endurecimiento se sacan del tubo para que sean más fuertes.



**Figura 12.** Obtención de plántulas mediante embriogénesis somática.

Después son llevadas a vivero y luego, a vivero. En el Centro Experimental Palmar de La Vizcaína ya hay plantas en vivero, listas para ser sembradas en campo en los próximos meses. Este mismo procedimiento se está haciendo en la Zona Suroccidental; dado que no se puede mover material vegetal abierto, el proceso se realiza en tubos completamente estériles y allá se lleva a cabo la fase de endurecimiento.

La Tabla 5 refleja los resultados de lo introducido por Cenipalma en Tumaco; lo más importante es que se está clonando el híbrido 10, además, los sobrevivientes a la PC, tanto en Tumaco como en Puerto Wilches, ya están en proceso de endurecimiento. Se espera, en el tiempo necesario, estar sembrando este material en campo en Tumaco y se aspira hacerlo en Puerto Wilches con la expectativa de obtener allá fuentes de resistencia a la PC.

**Tabla 5.** Resultados de la palmas introducidas por Cenipalma en la Zona Suroccidental.

Año	Palmas introducidas
2007-2008	13 ( <i>duras</i> )
2009	11 (2 <i>oleíferas</i> , 2 <i>OxG</i> , 2 <i>pisíferas</i> , 5 <i>duras</i> )
2010	17 (16 <i>teneras</i> , 1 <i>dura</i> )
2011	10 (4 <i>OxG</i> , 4 <i>teneras</i> , 1 <i>oleífera</i> , 1 <i>E. guineensis</i> )
2012	6 ( <i>oleíferas</i> )

Con la metodología presentada, aproximadamente en dos años se podría saber si las plantas son altamente susceptibles o no y, en unos cuatro o cinco años, se podría liberar al público. Eso es lo más rápido que se puede tra-

bajar en palma, en fuentes de resistencias de *guineensis* a la PC, desde el punto de vista de Cenipalma. Mientras tanto, se tiene el híbrido en esas zonas a pesar de lo dispendioso que puede resultar el proceso de la polinización.

## Preguntas del público asistente

Con respecto a los datos que usted presentó para los materiales *guineensis*, en las dos zonas, una con alta incidencia y otra con baja, ¿por qué no hicieron los tratamientos químicos que Cenipalma recomienda para la PC en los Llanos Orientales?

### Respuesta

Esta es una prueba regional, que se sembró en 2003, así que tiene ya diez años de sembrada. Si hacemos historia de los tratamientos químicos, esa es una recomendación que arrancó en 2009 tal vez, en ese entonces ya teníamos seis años de sembradas en campo; en la Zona Oriental se empezó a hacer manejo hace más o menos un año, empezó a hacerse manejo por decisión de la plantación; en el Campo Experimental comenzamos a manejar esa prueba regional según las indicaciones de Cenipalma, en ese mismo año. No es que no se haya hecho sino que nosotros entramos rápidamente en La Vizcaína a hacerlo cuando fue posible, mientras que en la plantación estaban esperando la recuperación natural y decidieron no hacerlo, así que hasta hace muy poco empezaron a efectuarlo. No fue decisión de nosotros, fue de la plantación.

### Comentario

La experiencia que tuvimos con el algodón en Colombia nos debe dar una pauta para no cometer los mismos errores. El cultivo de algodón se inició con muy bajas aplicaciones y se terminó haciendo veintidós aplicaciones de agroquímicos, al punto que sobrepasó el umbral económico del cultivo, llevando todo al traste y, cuando se llegó a la nueva situación del cultivo,

con baja incidencia por tener materiales con genética y con manejo que permitían disminuir la incidencia de agroquímicos, nos encontramos con que hoy casi no se siembra algodón en el país. Entonces, es necesario tener en cuenta, primero, todo el nicho ecológico donde se va a establecer el cultivo, los suelos y las restricciones medioambientales. No podemos descuidar los suelos, ni la incidencia de los grandes ríos y los niveles freáticos para iniciar actividades tan susceptibles a este problema de drenaje como es el cultivo de la palma. Mi opinión es que el enfoque que Cenipalma le está dando al manejo del cultivo es correcto, no podemos aspirar a regar, como hacemos en la zona bananera, con drenajes que han recorrido muchos cultivos, porque estamos cometiendo el grave error de llevar el inóculo al nuevo cultivo que está estableciéndose. No podemos pensar que nuestros ríos, que ya están colmados por efectos de la erosión, van a permitir un desarrollo agrícola si no tienen la protección y el área de seguridad para que no se estén desbordando y creando los desastres como el que se vio en Andalucía, con dos drenajes que se encuentran en ese predio y que fueron limitantes para el desarrollo y el proyecto que nos estaban presentando. El área de influencia de los drenajes está llevándose hacia el río Fundación, nos está mostrando que la incidencia de las aguas es limitante también para unos desarrollos agrícolas positivos.

Así que, mi sugerencia con este preámbulo, es que continúe la investigación hacia los híbridos buscando la resistencia a las enfermedades para que esto no sea un cuento de hadas más adelante.

### Respuesta

Es importante agregar que una variedad resistente también requiere cuidado, fertilizantes y drenajes. La invitación es a que, si bien podemos tener materiales que poseen más resistencias que otros, debemos estar siempre alerta y haciendo buenas prácticas agronómicas porque, de lo contrario, no vamos a lograr lo mejor de ese material.