

El mejoramiento genético de la resistencia de la palma de aceite a enfermedades es parte de la estrategia de manejo integrado de plagas

Genetic Improvement of Resistance of the Oil Palm to Diseases is Part of Integrated Pest Management Strategy



Tristan Durand-Gasselín

Director científico y técnico de PalmElit Francia.
tristan.durand-gasselín
@palmelit.com

Palabras CLAVE

Manejo integrado de enfermedades, Marchitez por *Fusarium*, Pudrición del cogollo y Pudrición basal y alta del estípote, *Ganoderma*, resistencias específicas a algunas cepas, cultivos perennes.

Integrated management of diseases, Fusarium wilt, bud rot, basal and upper stem rot, *Ganoderma*, specific resistances to some strains, perennial crop.

Editado por Fedepalma a partir de la grabación de video y la presentación en power point.



Resumen

Como cualquier otro cultivo, la palma de aceite está enfrentando agresiones por parte de una serie de enfermedades, entre las cuales se pueden destacar: el Añublo, la Mancha foliar por *Cercospora*, la Marchitez por *Fusarium*, enfermedad por *Ganoderma* (Pudrición basal y alta del estípote), la Pudrición seca del cogollo, el Moteado foliar, el Anillo rojo, la Mancha foliar por *Pestalotiopsis*, la Marchitez letal, la Marchitez sorpresiva, diversas formas de Pudrición del cogollo, la Manchas anaranjadas, entre otras. Algunas de ellas están comprometidas con palmas jóvenes, otras son de bajo impacto económico.

El manejo integrado de enfermedades comprende lo siguiente: control químico, control biológico, prácticas culturales adaptadas y mejoramiento para la resistencia genética. Entre las enfermedades más agresivas para las plantaciones adultas de palma de aceite se deben apartar las que se pueden manejar mediante prácticas agronómicas de las que no se pueden controlar sin la ayuda de la genética, a saber, la Marchitez por *Fusarium* en África, la Pudrición del cogollo en Latinoamérica y la Pudrición basal y alta del estípote (*Ganoderma*).

En los cultivos anuales, las resistencias específicas a algunas cepas de algunas enfermedades han sido de gran ayuda, especialmente cuando dos



o más resistencias han sido reunidas para aumentar la durabilidad. Los cultivos perennes como la palma de aceite no son tan fáciles de mejorar. Las introgresiones de genes mediante generaciones de retrocruzamientos son programas de largo plazo, y finalmente el patógeno puede ser mucho más flexible que el huésped.

La búsqueda de resistencias no específicas debe considerarse como la mejor estrategia. Los prerequisites para desarrollar esta estrategia se discuten en este trabajo: (a) La disponibilidad de resistencias parciales dentro del complejo de la especie *Elaeis* tiene que ser evaluada (*E. Guineensis* y *E. oleifera*). (b) El *screening* de los recursos genéticos puede ser un cuello de botella y el desarrollo de herramientas antiguas específicas de *screening* fuertemente correlacionadas con la observación de campo puede ser de ayuda. (c) La precisión y facilidad para operar tal herramienta influirá en las estrategias que se pueden desarrollar en el nivel de familia o individual para el mejoramiento o la comercialización.

El manejo del material resistente en el campo es otro punto importante ya que la selección del material parcialmente resistente puede llevar a una drástica reducción de la diversidad genética plantada. Por último, se debe prestar mucha atención a la durabilidad de la resistencia, manteniendo una investigación permanente sobre la interacción entre la cepa patógena y el material de siembra. Se dan ejemplos de nuestra experiencia con *Fusarium*, *Ganoderma* y la Pudrición del cogollo

Abstract

As any other crop, oil palm is facing aggressions by a set of diseases. We can highlight some of them: blast disease, *Cercospora* leaf spot, *Fusarium* wilt, *Ganoderma* (basal and upper stem rot), dry bud rot, leaf mottle, Red ring disease, *Pestalotiopsis* leaf spot, Lethal wilt, Sudden wilt, diverse forms of bud rot, orange spotting, etc. Some of them are committed to young age, others are of little economic impact.

Integrated management of diseases involves chemical control, biological control, adapted cultural practices and breeding for genetic resistance. Among the most aggressive for oil palm plantation in adult age we have to take apart the one which can be handled by agronomic practices from the one which cannot be controlled without the help of genetics, namely *Fusarium* wilt (In Africa), bud rot in Latin America and basal and upper stem rot (*Ganoderma*).

Breeders are very attentive to this new scientific knowledge, but have to compromise with short term expectation of planters. In annual crops, specific resistances to some strains of some diseases have been very helpful especially when two or more resistances have been gathered to enhance durability. Unfortunately perennial crop, such as oil palm, are not that easy to breed, introgresion of genes through generations of back-crosses are very long term programs, and finally the pathogen could be much more flexible than the host. The search for nonspecific resistances should be considered as the best strategy.

The prerequisites to develop such strategy are discussed in this paper: (a) the availability of partial resistances within the *Elaeis* species complex has to be evaluated (*E. guineensis* and *E. oleifera*). (b) Screening of the genetic resources could be a bottle neck and the development of specific early screening tools strongly correlated with field observation could be helpful. (c) Precision and easiness to operate of such tool will influence strategies which may be developed at the family or the individual level for breeding or commercialisation.

Management of the resistant material in the field is another important point as selection of partial resistant material could lead to a drastic reduction of the planted genetic diversity. Lastly, one should pay special attention to durability of resistance maintaining permanent research on interaction between pathogen strain and planting material. Examples from our experience with *Fusarium*, *Ganoderma* and Bud Rot are given.



Introducción

En los años 1960, Vanderplank lanzó los conceptos de resistencia vertical y resistencia horizontal, los cuales fueron refinados por Robinson en los años 1970. Existía una clara distinción entre dos situaciones extremas: la resistencia de gen único era opuesta a la resistencia multigénica. La interacción gen-a-gen llevó a la resistencia total, la cual parece no ser durable en contraste con las resistencias parciales que sí son durables.

Durante las dos últimas décadas, el progreso en la investigación molecular ha traído nuevos conocimientos y ha revelado la complejidad de la inmunidad de las plantas. Se han propuesto nuevos conceptos en concordancia con estos nuevos hallazgos; infortunadamente, nuestro entendimiento sobre las interacciones moleculares entre el huésped y el patógeno como un todo es todavía parcial, lo que lleva a un escaso entendimiento de la coevolución del huésped y el patógeno. Los genetistas están muy atentos a este nuevo conocimiento científico, pero deben comprometerse con las expectativas de corto plazo de los cultivadores.

Para hacer frente a las enfermedades de cultivos perennes como el de la palma de aceite y en desarrollo de la investigación genética de estas plantas, en PalmElit en Francia, compilamos la evidencia del campo y del terreno en cuanto resistencia genética, ese experimento del campo puede hacerse de forma deliberada, sembrando diferente material vegetal afectado por una u otra enfermedad, o también puede ser por casualidad, porque repentinamente uno de los estudios genéticos tiene que enfrentar la enfermedad, por ello se trató entonces de aislar el patógeno cuando sea posible, para asegurarnos que es el patógeno principal. En este sentido se deben seguir ciertos pasos, algunos de los cuales se abordan en esta presentación.

Una vez se maneja el patógeno, se cultiva y se trata de desarrollar una prueba de tamizaje que tiene que correlacionarse con los resultados en el campo, obviamente esto es muy importante, además de lo anterior para la palma de aceite, que es un cultivo perenne, hay que

buscar resistencias parciales no específicas, incluso más de una de ser posible que dé una resistencia sostenible. En alguna oportunidad alguien preguntaba que si se tiene una resistencia completa en la palma de aceite esta se podría utilizar, a lo que respondería que posiblemente no, porque si se usa no se verá la resistencia parcial, que podría estar oculta detrás de esta resistencia total y cuando esta desaparezca se podrían presentar problemas, porque se busca resistencia parcial no específica.

Ese tipo de enfoque ha sido validado para Marchitez por *Fusarium* con buenos resultados. En la actualidad se está validando también para Ganoderma y Pudrición del cogollo. En síntesis, los fitomejoradores están buscando resistencias sostenibles, es decir resistencias múltiples parciales no específicas. Estamos utilizando el fitomejoramiento tradicional, sin embargo los marcadores moleculares van a ayudar si se tienen buenos resultados en el campo. Lo esencial es tener una relación entre los marcadores moleculares que son genotipo y el trabajo en el terreno que es el fenotipo. Por ello se requieren ambas partes del trabajo para que esto funcione.

En cuanto a la Marchitez vascular se observa en la Figura 1 una palma de aceite afectada por esta enfermedad. Existen diferencias sustanciales en el rendimiento en el campo dependiendo del origen material de siembra y se han hecho numerosos procesos de mejoramiento genético de la resistencia a esta enfermedad.

Retos y métodos para erradicar las enfermedades

En un mapa de cruzamientos se puede dar el cruce con un material muy susceptible, pero cuando se hace un cruzamiento de material resistente con uno muy resistente, este será por supuesto muy resistente. Finalmente si se tiene un índice menor a 90, es seguro sembrar el material, se pueden utilizar todos estos tipos de cruzamientos en el terreno. Este es un trabajo que se ha realizado de resistencia a la Marchitez. El continente africano está sembrado con 80% de este tipo de material resistente



Figura 1. Palma de aceite afectada por Marchitez vascular.

a la Marchitez, pero en el futuro posiblemente se acelerará aún más este proceso.

Como el fenotipo no es muy preciso entonces la calidad de los QTLs tampoco es muy útil para nosotros los investigadores, porque no es muy buena y se requiere de más trabajo. En cuanto a los puntos más importantes, se puede sembrar material resistente a Marchitez vascular, casi con cero casos de Marchitez vascular en la plantación, esta es una buena noticia. La base genética de la resistencia a la

Marchitez por *Fusarium* a este tipo de material, se ha ampliado recientemente, no se tiene que sembrar solo un tipo de material, la selección MAS ayudará en un futuro y es importante porque se tiene una base genética para continuar con el fitomejoramiento, que además es un método muy sencillo.

Otro reto que se presenta especialmente en África se refiere a que en algunos países y plantaciones tienen *Fusarium*, Marchitez y Ganoderma y entonces se debe buscar una resistencia doble a Ganoderma y Marchitez, por eso se considera que puede haber una yuxtaposición en la resistencia entre marchitamiento por *Fusarium* y Ganoderma, pero no todo este material presenta esta doble resistencia.

Con respecto a la Pudrición basal del estípite causada por Ganoderma, se está trabajando con PT Socfindo en Indonesia, y con Socapalm en Camerún. (Figura 2). Se evidencia en el terreno susceptibilidad a la resistencia a Ganoderma. En estos casos se tiene un clon muy susceptible a la enfermedad y casi el 80% de las palmas ha muerto por Ganoderma, esto es material normal que no representa una alta resistencia.

Materiales resistentes y susceptibles

En la Figura 3 se presentan algunos estudios clonales que se sembraron en la plantación en donde hay clones muy susceptibles, otros que son normales y otros resistentes. Lo que es interesante con esos clones tan susceptibles es que estos están relacionados entre sí—son hermanos

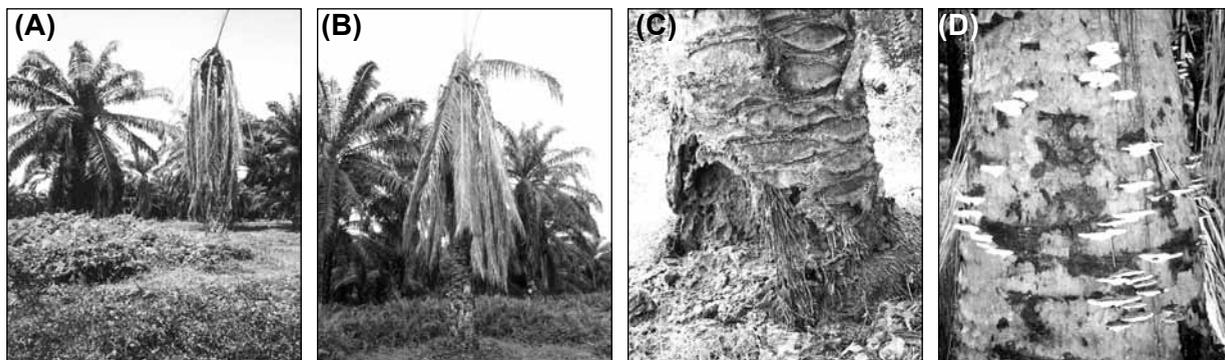


Figura 2. Palmas con pudrición basal del estípite producida por Ganoderma. A y B. Sintoma en hojas. C. Tejido Rottem. D. Esporóforos.

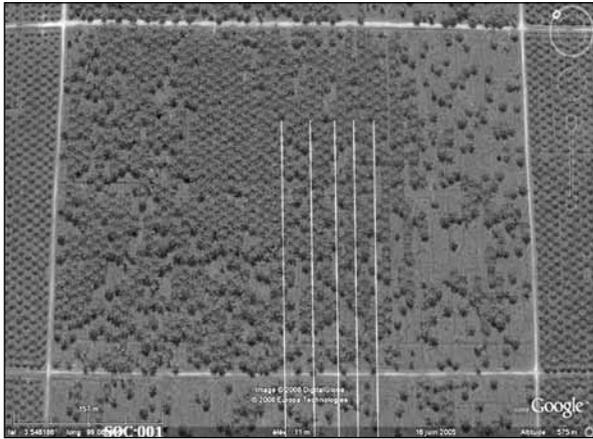


Figura 3. Pruebas de campo de la resistencia a Ganoderma.

y hermanos medios como se observa en la misma figura—, dentro de una familia, un mismo origen se tiene una amplia viabilidad y los fitomejoradores pueden trabajar en esto y hacer una buena selección.

De un bloque genético de 300 hectáreas y 400 progenies, se pudo hacer una clasificación de los progenitores femenino-masculino, todos son Deli, y también Yangambi y La Mé, de origen de Nigeria para resistencia a Ganoderma. Algunos del grupo Deli son muy resistentes, otros obviamente son susceptibles, teniendo en cuenta que Deli en general es susceptible como material.

Entre los susceptibles se pueden seleccionar aquellos que lo son menos que otros, lo que se dice “la Sangre Africana, Yangambi, La Mé, Nifor”. También se tiene un material muy resistente y otro muy susceptible. Algunos Yangambi son resistentes, en tanto otros son susceptibles, así como otros La Mé.

De nuevo se tiene una variabilidad muy amplia, se ha podido aislar el patógeno, los fitopatólogos hicieron ese trabajo, y se están haciendo pruebas de previvero en conjunto con un socio en Indonesia que también está haciendo este mismo trabajo, entre tanto estamos haciendo tamizaje y 3.600 cruzamientos hasta el momento

De previvero se tienen resultados, si bien no se ha podido tener la misma relación entre el previvero y el terreno, ya que de los más sutiles o resistentes se tiene una relación, pero de los intermedios ha sido más complicado establecer

ese tipo de concordancia, como son el cruzamiento de las modalidades Deli y La Mé muestran que las pruebas aplicadas en el previvero son resistentes, pero otras como Ganoderma pueden ser un poco más susceptibles. Una vez más se constata una variabilidad muy amplia.

En resistencia parcial se ha seleccionado el caso de resistencia a Ganoderma. Se podría garantizar una reducción significativa de pérdidas debido a Ganoderma, utilizando ese tipo de material y podría ser posible que en los siguientes meses, material o semillas resistentes o incluso parcialmente resistentes a Ganoderma podrán estar disponibles, pero en la actualidad no se puede esperar tener una cantidad de cero de Ganoderma en la plantación, aún no se ha llegado a ese punto y todavía no se puede garantizar este resultado.

La base genética de resistencia a Ganoderma es lo suficientemente amplia como para tener un programa de financiamiento bueno y eficiente para Ganoderma, se ha encontrado que la mayoría del origen de estos genotipos a veces puede ser susceptible, tanto a Ganoderma y resistente a Marchitez por *Fusarium* o viceversa, en algunos casos se observa una doble resistencia a Ganoderma y a Marchitez por *Fusarium*, sin embargo, se tiene que hacer este tipo de trabajos para tener la seguridad que sí hay resistencia. En Asia también es válida, pero en África en la actualidad aún no se puede predecir, pero se está trabajando en esto y esperamos que en un futuro se pueda tener una doble resistencia.

Sobre Pudrición del cogollo

¿Qué sucede con la Pudrición del cogollo? En la Figura 4 en el Magdalena Medio, en Colombia, se está trabajando en asocio con Hacienda La Cabaña y con Ecuador, pero la situación en estos lugares no se ve nada bien, también es complicada con este tipo de enfermedades. La Pudrición del cogollo tiene síntomas que son muy complejos, y además se podrían agregar nuevos síntomas, pero es una situación delicada para los cultivos de la palma de aceite.

En la Figura 5 se puede observar el tipo de diseño de siembra. Al inicio hace ya algunos



Figura 4. Síntomas de la Pudrición del cogollo.

años se decidió tener una plantación de híbridos, con un surco de *E. guineensis*, para tener polen para esta variedad. Más adelante apareció la Pudrición del cogollo en Tumaco y entonces prácticamente desapareció la *E. guineensis*. De vez en cuando se encuentra una que sobrevive, como se ilustra en esta foto, pero *E. guineensis* casi que desapareció 100%, mientras que el híbrido interespecífico que está en la mitad, no está libre de la enfermedad, porque la presión en ese momento fue muy alta.

La solución a largo plazo posiblemente sea material *E. guineensis* resistente a la enfermedad, pero se puede encontrar material por este problema de polinización asistida. En los siguientes treinta a cincuenta años es posible que en este tipo de plantaciones se tengan que sembrar híbridos interespecíficos, pero en un futuro el objetivo es desarrollar material *E. guineensis*.

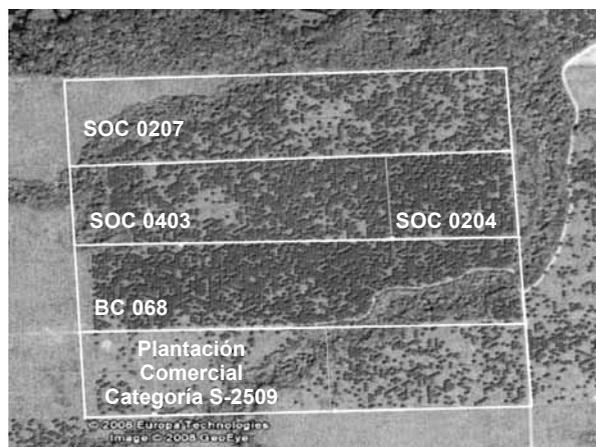


Figura 5. Diseño de siembras en Tumaco, Colombia.

Métodos de evidencia del campo

También se ha realizado evidencia del campo. La evidencia del terreno muestra este tipo de material que podría ser más resistente que el otro. Esto permite dos tipos de ganancias: se puede ganar tiempo del material muy susceptible, casi que hasta seis años, pero finalmente 100% de la plantación podría desaparecer.

De otra parte, se podría también ganar un poco más de tiempo con unas plantas vivas (Figura 6), en este caso el 40% aún están vivas, porcentaje muy favorable ya que este es un mejor escenario al de que si todas mueren.

En síntesis, se tiene una progenie material comercial más resistente a las otras. En este material comercial se puede observar lo que ha sucedido entre los distintos cruzamientos y las familias. En este método también hay algunas progenies que son más resistentes a la media y otras más susceptibles. La idea es coger palmas dentro de estas progenies y hacer clones, proceso que ya se ha puesto en marcha y estos estarán disponibles en 2013.

Entre los clones, se tendrán posiblemente unos con alta resistencia a la enfermedad, pero tendrán que ser ensayados en diferentes condiciones y áreas, en los puntos álgidos de la enfermedad. Este es un largo camino, pero tenemos esperanza, porque lo único que es un poco difícil para nosotros los fitomejoradores es que hasta el presente no tenemos muchos casos o evidencia de esta resistencia. En consecuencia, se requiere encontrar más genotipos resistentes para poder hacer avances genéticos.



Figura 6. Material resistente a la enfermedad Pudrición del cogollo.

Esta importante tarea es realizada por nuestro grupo Cirad-PalmElit y algunos socios en Ecuador. El reto de cruzamiento y la resistencia *E. oleifera*, material tolerante, es una progenie y por eso en vez de sembrar una palma de aceite por cada semilla se ha sembrado un clon por cada una de esas semillas. Se tomó un embrión, se hizo el clon y se sembró. Cada individuo está representado por cincuenta palmas en el terreno, lo que permite saber si este clon es individuo específico resistente o no, se tiene un fenotipo de material resistente y de esta forma se obtiene un mapeo genético. Este proceso posibilita buscar una relación entre genotipos y fenotipos.

De este trabajo en proceso, se está a la espera que la enfermedad aparezca, pero infortunadamente los fitomejoradores y el personal que trabaja en esta área es consciente que esto toma su tiempo.

En síntesis otro aspecto a destacar de este proceso de mejoramiento genético es la fuerte relación que existe con los híbridos interespe-

cíficos, en resistencia para *E. guineensis* que, a su vez, tiene una resistencia parcial.

Semillas experimentales de *E. guineensis* están disponibles para ciertas regiones específicas en el oriente de Ecuador, por ejemplo, y algunos *E. guineensis* estarán disponibles en unos cuantos meses.

En efecto con estos métodos y procedimientos estamos siguiendo el camino apropiado, pero todavía los genetistas no están muy satisfechos con los resultados porque la base genética es aún muy estrecha.

Conclusiones

La palma de aceite está sujeta a limitantes parasitarios sustanciales, y al igual que otros cultivos, la solución genética como parte del manejo integrado de plagas está disponible y en crecimiento, en especial para *Fusarium*, *Ganoderma* y Pudrición del cogollo. Esperamos que estas resistencias parciales sean sostenibles, tal y como ha sido el caso en la Marchitez por *Fusarium*.

Los datos que se tienen para *Ganoderma* en el pasado son los mismos que se tienen para el terreno en la actualidad y pensamos que la resistencia será sostenible.

En el caso de la Pudrición del cogollo no sabemos aún, pero también se trata de resistencia parcial, y posiblemente será más sostenible que la resistencia total.

Marcadores moleculares, en un futuro, nos ayudarán a entender estos procesos. El aspecto genético es muy útil para los fitomejoradores, los que continuamos empeñados en continuar con este tipo de investigaciones.