

Avances en el cultivo de tejidos de palma aceitera del tipo compacto

Nidia Guzmán¹ y Francisco Peralta

Resumen

A través de 20 años, ASD ha desarrollado un protocolo confiable para clonar la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), a partir de tejidos de inflorescencias. En el momento actual, existen cerca de 1 200 hectáreas plantadas con clones de palmas compactas, principalmente en Centro América.

La frecuencia de aparición de anomalías en el desarrollo floral en el campo ha sido baja hasta ahora (<1%), pero se han presentado en algunos clones plantas fuera de tipo en su desarrollo vegetativo; tales como hojas erectas (carácter juvenil) y racimos relativamente pequeños. No obstante, se ha aprendido que estas anomalías en el campo pueden ser correlacionadas con el comportamiento del tejido en *in vitro*; por lo cual este tipo anormal de tejido puede ser descartado eficientemente en su mayoría en una fase temprana. En particular, la relación raíz/parte aérea se puede usar como un indicador del futuro desempeño del *ramet* durante las fases de endurecimiento, previvero y vivero.

Se hizo una caracterización morfométrica entre seis clones compactos comerciales que no habían mostrado ningún tipo de anomalía y estos se agruparon según sus características morfológicas y tasa de crecimiento, tanto *in vitro* como *ex vitro*. Las diferencias observadas se asociaron a requerimientos particulares, tanto de nutrimentos como de reguladores del crecimiento, particularmente durante la fase de enraizado. Considerando estas diferencias, fue posible mejorar ostensiblemente la calidad de las *in vitro* plantas después de una fase de endurecimiento.

Palabras clave: clones de palma aceitera, micronutrientes, reguladores del crecimiento, plantas fuera de tipo

Introducción

ASD Costa Rica inició su programa de investigación para clonar la palma aceitera a partir de inflorescencias a comienzos de los años 90. En general, el procedimiento para clonar esta especie es similar independientemente que se utilicen inflorescencias o tejido foliar: la formación de embriones somáticos y su micro-propagación (proliferación, incluyendo la diferenciación del brote) y el enraizamiento (Guzman 1995, Escobar et al. 2006). Sin embargo, cuando se utilizan inflorescencias, los *ortets* (palmas donantes de tejido) no sufren tanto daño durante la recolección del tejido, dado que las inflorescencias se colectan a partir de hojas distantes del punto de crecimiento apical (meristemo), lo cual hace posible el muestreo repetido cada 6-8 meses. Por otro lado, se produce poco callo de este tejido, por lo cual se puede obtener una embriogénesis directa. Finalmente, se requieren relativamente bajas cantidades de reguladores del crecimiento para inducir tanto la embriogénesis, como la *rizogénesis*.

¹ ASD Costa Rica, Apdo. 30-1000, San José, Costa Rica. n.guzman@asd-cr.com

No obstante lo anterior, se han detectado problemas en algunos de los clones en el campo, tales como plantas con un hábito de crecimiento anormal (erecto) asociado con la producción de racimos bastante pequeños. Felizmente, la presencia de anomalías florales, particularmente el tipo *mantled*, es poco frecuente y algunos clones han estado libres de este problema. Como resultado de esto, se han seleccionado seis clones compactos sobresalientes (hojas y troncos cortos, precoces y de alto rendimiento) con gran potencial comercial.

La presencia de plantas anormales provenientes de cultivo de tejido se ha asociado a factores que causan estrés (Joyce et al. 2003). En especies como el banano, se han utilizado estudios morfológicos para detectar las vitro plantas fuera de tipo en la fase in vitro (Grillo et al. 1998). La identificación de los factores de estrés asociados a la aparición de plantas fuera de tipo es entonces fundamental para identificar en forma temprana estos tejidos en el laboratorio y eliminarlos, de manera que se reduzca la presencia de plantas indeseables en las fases de previvero y vivero.

Nuestro objetivo en ASD es producir y comercializar *ramets* uniformes con una frecuencia muy baja de anomalías y que puedan ser manejados en la fase ex vitro con un alto grado de éxito durante la aclimatación y fases posteriores. Este artículo describe el trabajo realizado para a) detectar in vitro, los tejidos que podrían originar plantas (*ramets*) anormales en la fase ex vitro, b) caracterizar morfológicamente las diferencias entre clones comerciales, y c) el manejo de estas diferencias mediante la modificación del medio de cultivo, para lograr producir *ramets* de alta calidad que puedan ser pre-aclimatados antes de alcanzar el consumidor final.

Metodología

Los trabajos se llevaron a cabo en el laboratorio de cultivo de tejidos de ASD localizado en Coto, zona sur de Costa Rica, en donde palmas compactas superiores son clonadas en forma rutinaria a partir de inflorescencias masculinas o femeninas. Se midió el desarrollo de los *ramets* cada dos meses a partir de la inducción del enraizamiento.

Estudio de *ramets* fuera de tipo. Se escogieron clones que habían mostrado un crecimiento vegetativo anormal ex vitro para estudiar su comportamiento in vitro (características del brote y la raíz) (Cuadro 1)

Caracterización de clones comerciales. Se midieron características como la altura de la planta (de la base a la punta de la hoja de mayor longitud), número de hojas y raíces, longitud máxima de la raíz y el brote y peso seco de la raíz. También se cortaron las hojas para observar la forma que tomaban conforme se desarrollaban en el brote.

Condiciones de cultivo. Se realizaron una serie de pruebas para estudiar el efecto de diferentes dosis de macro y micronutrientes, así como de reguladores del crecimiento sobre el desarrollo radical.

Cuadro 1. Comparación morfológica entre *ramets* normales y fuera de tipo

	<i>Ramets</i> normales	<i>Ramets</i> anormales
Brote	<ul style="list-style-type: none">• Hojas sucesivas en el brote difieren gradualmente en forma (heterofilia)• Las hojas más viejas son más pequeñas que las nuevas ya expandidas• Textura de las hojas suave y fibrosa• Las hojas nuevas expandidas tienen un ángulo prominente con respecto a la vertical• Hojas nuevas de color verde pálido	<ul style="list-style-type: none">• Hojas sucesivas producidas en el brote tiene forma similar (no heterofilia)• Las hojas de diferente edad tienen un tamaño similar• Textura de las hojas dura y como de plástico (sclerofilia)• Las nuevas hojas expandidas con poco ángulo con respecto a la vertical• Hojas nuevas de color verde oscuro
Raíz	<ul style="list-style-type: none">• 4-6 raíces, con una curvatura conspicua hacia arriba y laterales muy largos	<ul style="list-style-type: none">• 4-10 raíces erectas, parcialmente lignificadas y con pocas laterales de escasa longitud

Resultados y discusión

Detección de *ramets* fuera de tipo in vitro. Se observó una clara relación entre el comportamiento vegetativo anormal ex vitro y ciertas características del material in vitro (Cuadro 1 y Fig. 1), que no aparecieron en aquellos *ramets* que fueron normales tanto in vitro como ex vitro (vivero y campo)

Los *ramets* normales siguieron un patrón de desarrollo similar al de plantas originadas de semilla en el previvero, produciendo hojas bifurcadas y luego pinnadas; con las hojas más nuevas siempre de mayor longitud que las anteriores. Una situación diferente fue observada en los *ramets* fuera de tipo según sus características in vitro: en previvero, estas plantas produjeron hojas con una tasa baja de elongación y se retrasó la producción de hojas bifurcadas. Estos patrones de crecimiento permiten descartar tempranamente aquellas plantas que no deben llevarse al campo.



Fig. 1. **Izquierda.** *Ramet* fuera de tipo. **Derecha.** *Ramet* normal

Caracterización de clones comerciales basado en la morfología. Una muestra de seis clones que mostraban un buen comportamiento agronómico en el campo se caracterizó según varias características vegetativas mostradas en el laboratorio. Los clones se separaron en dos grupos de acuerdo a la longitud del inter nudo (estimado como la razón entre el incremento en altura y la tasa de producción de hojas) y la tasa de desarrollo radical (Cuadro 2)

Tipo R+: clones con inter nudos cortos y crecimiento radical vigoroso

Tipo S+: clones con inter nudos largos y baja tasa de desarrollo radical

En el cuadro 2 aparecen los valores para algunos de razones morfológicas de estos clones.

Cuadro 2. Relaciones que separan los clones tipo R+ de los tipo S+

<i>Razón</i>	<i>Tipo S+</i>	<i>Tipo R+</i>
Altura/número de hojas	50.0	38.6
Peso seco de la raíz/peso seco del brote (mg)	0.74	1.04
Peso seco de la raíz/peso seco total (mg)	0.40	0.54

Media de varios ensayos con diferentes clones de cada tipo

Los *ramets* que presenten un buen balance entre el desarrollo aéreo y radical pueden ser escogidos para ser pre-aclimatados, empacados y enviados a un cliente final. Los criterios de selección varían, no obstante, para cada tipo de clon (Cuadro 3)

Cuadro 3. Criterios de selección (descarte) para cada tipo de clon

Tipo S+	Tipo R+
Hojas nuevas muy elongadas y dobladas (con tendencia a ser cilíndricas), pero no totalmente expandidas y con apariencia de estar etioladas	Brote muy pequeños con raíces muy largas
Raíz Desarrollo pobre	Relación muy alta entre raíz y brote (>1.0)

Los dos tipos de clones también mostraron diferencias en su respuesta a condiciones ambientales dentro del laboratorio. Una alta intensidad lumínica favoreció el desarrollo del tipo S+. Este tipo mostró un deterioro aún mayor de las raíces cuando los frascos de crecimiento estaban muy juntos en los estantes, limitando la cantidad de luz disponible para las vitro plantas. La situación inversa ocurrió con el tipo R+, que en condiciones de mayor disponibilidad de luz aumentó la razón raíz/brote. Basado en estas respuestas, se probaron varias modificaciones de las condiciones del laboratorio para mejorar el crecimiento del brote y raíz y así mejorar la calidad de los *ramets*.

Calidad de los *ramets* tipo S+

Un suministro inadecuado de azúcar podría estar involucrado en la formación de los *ramets* tipo S+, ya que estos producen una hoja del tipo ‘etiolado’ y una baja razón raíz/brote. Cuando se incrementó el nivel de azúcar en el medio se produjo un incremento en la razón raíz/brote, independientemente del tipo de clon (Fig. 2). El incremento de la cantidad de azúcar de 60 a 75 g/l se tradujo en una mayor proporción de *ramets* tipo S+ de calidad óptima (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de *ramets* pre-endurecidos del tipo S+ en medios con dos concentraciones de azúcar

Prueba	Azúcar: g/l	<i>Ramets</i> pre-endurecidos (%)
1	60.0	25.9 ± 5.6
	75.0	66.7 ± 11.1
2	60.0	62.2 ± 5.2
	75.0	82.2 ± 6.2

Adicionalmente, se encontró una interacción entre los niveles de auxina y azúcar para los *ramets* tipo S+. Los mejores *ramets* se obtuvieron cuando se incrementó el nivel de azúcar y se redujo el de auxina (NAA) (Fig. 3).

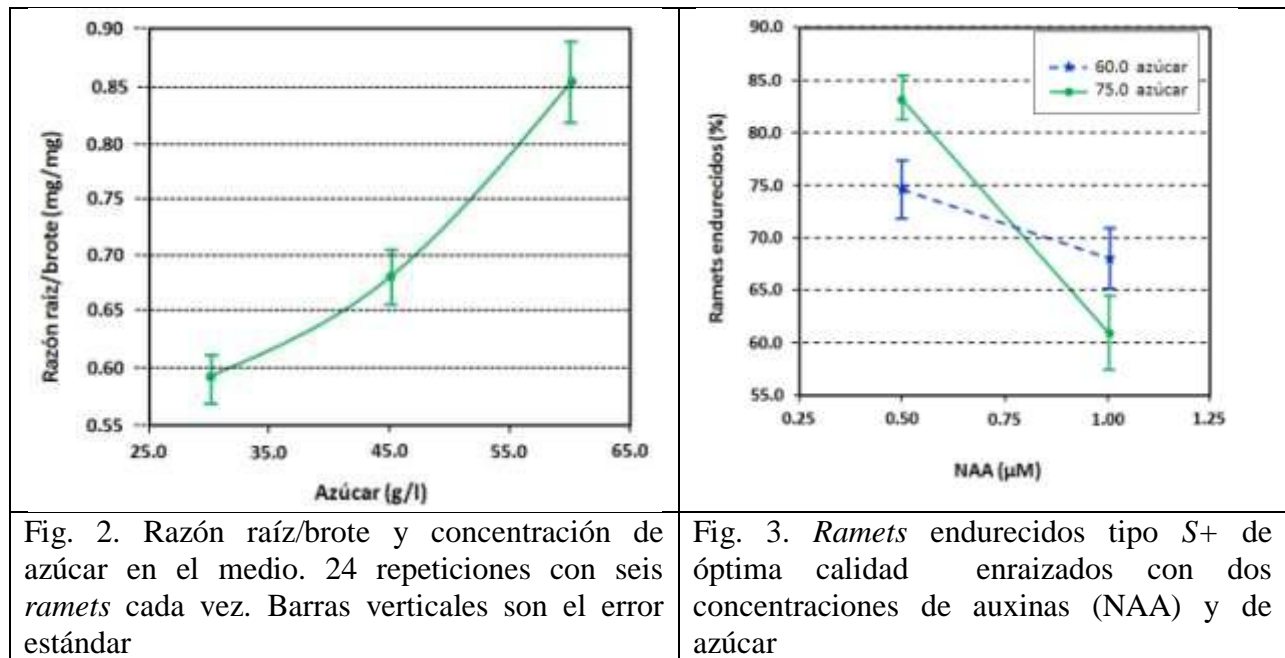


Fig. 2. Razón raíz/brote y concentración de azúcar en el medio. 24 repeticiones con seis *ramets* cada vez. Barras verticales son el error estándar

Fig. 3. *Ramets* endurecidos tipo S+ de óptima calidad enraizados con dos concentraciones de auxinas (NAA) y de azúcar

El incremento en el nivel de azúcar puede, al menos parcialmente, reemplazar los efectos de la auxina y la luz durante el desarrollo de las vitro plantas, particularmente de los clones que presentan un alto desarrollo del brote (clones tipo S+). Resultados similares fueron encontrados por Ashburner et al. (1993) quienes asociaron los incrementos en los niveles de azúcar en el medio de cultivo con un mejor desarrollo de la raíz en otras especies de palmas.

Calidad de los *ramets* del tipo *R+*

La calidad, morfología y el balance raíz/brote en los clones tipo *R+* puede ser modificado cambiando la composición mineral y hormonal del medio. La reducción de la auxina a muy bajos niveles mejoró la calidad de estos *ramets*, pero el efecto también dependió del tipo y cantidad de algunos micronutrientes, tal como también fue notado por Kothari-Chajer et al. (2008) en *in vitro* plantas.

Aunque las cantidades de cobre y boro usadas en medios de cultivo de tejidos para palma aceitera son bajas (Nas y Read, 2004), estos dos elementos están involucrados en la homeostasis de diferentes hormonas (Rodríguez et al. 1999; Goldbach y Wimmer 2007). Adicionalmente, la respuesta al estrés y la presencia de una morfología anormal se han asociado con la homeostasis hormonal (King et al. 1999, Park et al. 2007). En nuestro sistema, la calidad del *ramet* mejoró al incrementarse la concentración de sulfato de cobre en un medio con alta concentración de auxina (NAA). La combinación de bajas concentraciones de ambos componentes también se asoció con una mejor calidad del *ramet*. (Fig. 4).

El comportamiento entre la auxina y el boro también fue similar: el aumento del boro en un medio con altas cantidades de auxina mejoró la calidad del *ramet*, pero con bajos niveles de auxina, no se obtuvo efecto al aumentar la concentración de boro (Fig. 5).

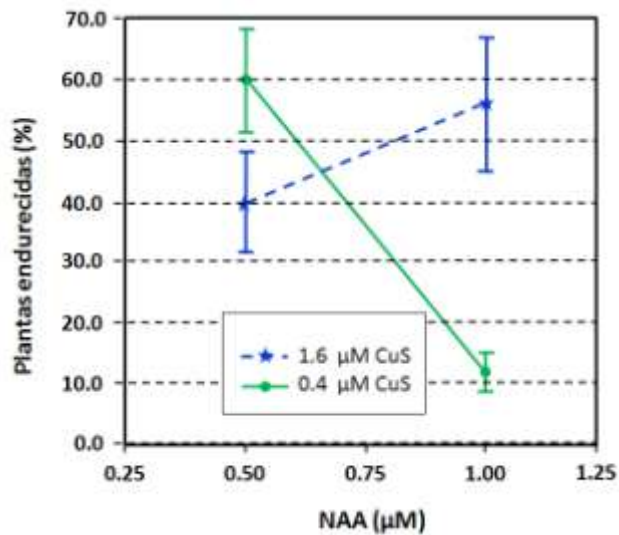


Fig. 4. porcentaje de *ramets* tipo *R+* pre aclimatados de buena calidad enraizados con dos concentraciones de NAA y dos de sulfato de cobre (CuS). Barras verticales indican el error estándar de las medias de 10 repeticiones (frascos) con cinco *ramets* c/u.

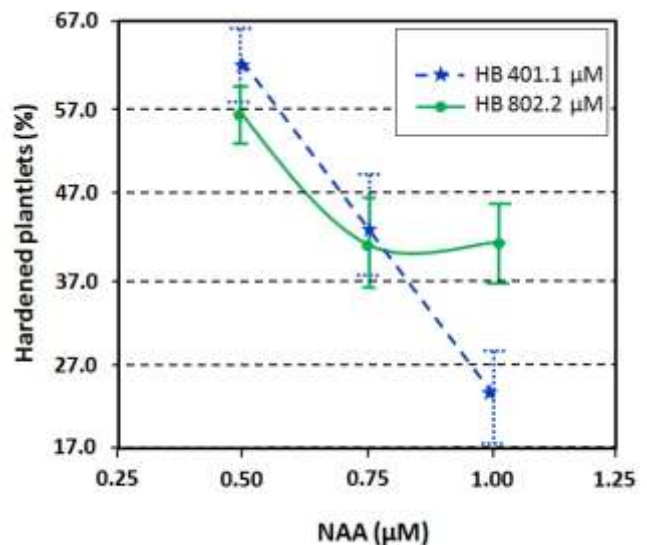


Fig. 5. Plántulas pre-endurecidas del tipo *R+* enraizadas con en una de tres concentraciones de NAA y dos de ácido bórico (HB). Barras verticales indican el error estándar de las medias de 10 repeticiones (frascos) con cinco *ramets* c/u.

Conclusiones

Cambios en la morfología, particularmente en la forma de la hoja, permitieron una identificación temprana en el laboratorio de *ramets* que podrían generar plantas anormales en el campo. Estas plantas anormales pueden ser diferenciadas y descartadas en la fase *in vitro*

Los clones compactos estudiados pudieron ser agrupados en dos tipos según el balance entre el crecimiento radical y del brote (tipo *S+*: alta tasa de desarrollo del brote y tipo *R+*: alta tasa de desarrollo radical)

Una alta intensidad de luz en el laboratorio favoreció el desarrollo de los *ramets* tipo *S+*, pero causó un efecto opuesto en el tipo *R+*

La mejor calidad de los *ramets* tipo *S+* se obtuvo mediante el incremento de la cantidad de azúcar y la reducción del nivel de auxina (ácido naftalen acético) en el medio de cultivo

El protocolo de clonación de la palma aceitera en ASD usa bajas concentraciones de reguladores del crecimiento. No obstante, la calidad de los *ramets* tipo *R+* puede ser incrementada reduciendo aún más los niveles de auxinas, o bien cambiando la composición del medio de enraizamiento en cuanto a micronutrientes: fue necesario incrementar la concentración de cobre conforme se usaron cantidades mayores de auxina. Una relación similar fue también observada para el boro.

Agradecimientos

Los autores agradecen a ASD Costa Rica por el permiso para publicar la información. También se agradecen los servicios de revisión hechos por Ricardo Escobar y Carlos Chinchilla.

Referencias

- Ashburner, G.R.; Thompson, W.K.; Burch, J.M. 1993. Effect of α -naphthalene-acetic acid and sucrose levels on the development of cultured embryos of coconut. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 35:157-163.
- Escobar, R.; Alvarado, A.; Chinchilla, C.; Guzman, N.; Peralta, F. 2006. Performance of ASD de Costa Rica oil palm planting materials: seeds and compact clones. In: 2006 Asgard Seminar, "Sourcing of oil palm planting materials for local and overseas joint ventures". Kuala Lumpur.
- Goldbach, H.E.; Wimmer, M. 2007. Boron in plants and animals: is there a role beyond cell-wall structure? *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 170:39-48.
- Grillo, G.S.; Martin, M.J.G.; Domínguez, A.M. 1998. Morphological methods. *Int. Soc. Hort. Sci.* 490:239-245.

- Guzman, N. 1995. Present status of clonal propagation of oil palm *Elaeis guineensis* Jacq. In Costa Rica by culture of immature inflorescences. ISOPOB Conference, Barranquilla, Colombia, 7-9 June, 1995.
- Joyce, S.M.; Cassells, A.C.; Jain, M. 2003. Stress and aberrant phenotypes in *in vitro* cultures. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 74:103-121.
- King, J.J.; Stimart, D.P.; Fisher, R.H.; Bleecker, A.B. 1995. A mutation altering auxin homeostasis and plant morphology in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 7:2023-2037.
- Kothari-Chajer, A.; Sharma, M.; Kcahwaha, S.; Kothari, S.L. 2008. Micronutrient optimization results into highly improved *in vitro* plant regeneration in kodo (*Paspalum scrobiculatum* L.) and finger (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) millets. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 94(2):105-112.
- Nas, M.; Read, P.E. 2004. A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium for higher plants and micro-propagation of hazelnuts. *Scientia Hort.* 101:189-200.
- Park, J.-E.; Park, J.-Y.; Kim, Y.-S.; Staswick, P.E.; Jeon, J.; Yun, J.; Kim, S.-Y.; Kim, J.; Lee, Y.-H.; Park, C.-M. 2007. GH3-mediated auxin homeostasis links growth regulation with stress adaptation response in *Arabidopsis*. *J. Biol. Chem.* 282(13):10036-10046.
- Rodriguez, F.I.; Esch, J.J.; Hall, A.E.; Binder, B.M.; Schaller, G.E.; Bleecker, A.B. 1999. A copper cofactor for the ethylene receptor ETR1 from *Arabidopsis*. *Science* 283:996-998.

No hay evidencia de que exista relación alguna entre la incidencia y severidad de las pudriciones del cogollo (PC) en palma aceitera y el origen comercial de las variedades plantadas en el pasado en América tropical

Carlos Chinchilla¹

Introducción

La palma aceitera (*Elaeis guineensis*), originaria de África del oeste, fue traída en una fecha indeterminada a América tropical, en donde paralelamente había evolucionado la palma aceitera americana, *E. oleifera*. Claramente, estas dos especies comparten la mayoría de sus genes; pero la segunda especie tiene algunas características importantes, tales como su aparente mayor tolerancia a las pudriciones del cogollo (PC), que puede rescatarse en los cruces inter-específicos, OxG.

El objetivo de esta nota es presentar una visión general sobre el problema de la PC, y argumentar que éste no necesariamente tiene como componente principal el origen comercial o la susceptibilidad de las variedades de *E. guineensis* sembradas en el pasado; sino que ésta es solo parte de una ecuación compleja de elementos (que podrían ser manejados), y que evitarían la aparición y dispersión de la PC en forma generalizada en una plantación comercial. Por otro lado, solo hasta recientemente se ha observado que la tolerancia a la PC puede encontrarse no solo en cruces OxG, sino también dentro de *guineensis*.

La PC y trastornos similares en otros continentes

Ciertamente la PC y trastornos similares no son problemas exclusivos de América tropical. Una revisión, aún rápida de la literatura, comprueba que los síntomas descritos no varían mucho entre lugares tan distantes entre sí como Colombia, Brasil, Costa Rica, India, Tailandia, Congo o Nigeria. Si atendemos la teoría de un patógeno como causa única del problema, tendríamos que asignar el mismo patógeno en todos los casos, o bien aceptar que, según las condiciones ambientales de cada región, tendríamos diferentes patógenos oportunistas asociados en cada región y país.

El triángulo de la enfermedad

La fitopatología clásica define que una enfermedad es el resultado de una interacción favorable entre un hospedero susceptible (la palma en nuestro caso), un patógeno y un ambiente particular; la cual se da través del tiempo. El papel del ambiente es tan importante que puede ser usado para evitar o excluir a un patógeno particular: cambiamos el ambiente y excluimos el patógeno o le hacemos perder su habilidad de causar daños severos. En el caso particular de patógenos débiles u oportunistas, esto es un recurso aún más eficiente de control; lo cual explica el por qué la PC es

¹ Consultor asociado a ASD Costa Rica, cmlchinchilla@gmail.com

relativamente más fácil de manejar en algunas regiones que en otras. El caso de la costa Pacífica central de Costa Rica es un ejemplo de esto: se mejoró el manejo agronómico general de la plantación y la PC dejó atrás su cara agresiva y pasó a ser un problema de baja incidencia y de severidad tal, que permite ahora una rápida recuperación de las plantas afectadas (las pudriciones incluso no aparecen en algunas plantas, que muestran solo ‘*amarillamiento*’ de algunas hojas jóvenes). ¿Implica esto que cambiaron los patógenos oportunistas involucrados?: por supuesto que no; solo su entorno.

Las pudriciones del cogollo se asocian en general con factores que afectan en forma negativa a la planta. Usualmente, cualquier factor que afecte en forma negativa la formación y longevidad del sistema radical podría predisponer a la planta. Algunos factores de predisposición identificados (aunque no los únicos) son desequilibrios nutricionales, mala aeración del suelo y baja disponibilidad de agua (ej. déficit hídrico). Sin embargo no hay recetas, cada finca y cada lote necesita de un estudio serio de las condiciones y soluciones a su medida. Desde un punto de vista nutricional, la PC tiende a ser un problema mayor en suelos con bajo contenido de potasio y fósforo, o en donde existen desequilibrios entre las bases (Mg, Ca y K). Una combinación potencialmente desastrosa podría ser el uso de altas cantidades de nitrógeno, donde el potasio es deficiente (o está en desequilibrio con las otras bases), y que ocurra un déficit hídrico severo en un suelo con baja capacidad de retención de humedad, seguido por un periodo prolongado de alta precipitación pluvial que cause anegamiento del suelo. Esta combinación de eventos causa la pérdida excesiva del sistema radical fino y la incapacidad de la planta para renovarlo.

¿Serán los híbridos OxG la solución final al problema de las pudriciones de cogollo?

Ciertamente ésta no ha sido la solución definitiva para algunos sitios que tienen o han tenido problemas similares, aunque en algunas regiones de Suramérica se la considera como un factor importante en la ecuación de manejo de la PC.

Es importante considerar que con el uso de híbridos podría crearse expectativas que tal vez no se cumplan plenamente, tales como lograr una determinada producción de aceite y la esperada tolerancia a la PC. Además, no se debe obviar la susceptibilidad de esta especie a enfermedades como al anillo rojo, *Ganoderma* y el anillo clorótico (virus) entre otras. El mejoramiento genético encaminado a mejorar su potencial de producción, podría conducir (como ha sucedido con otros cultivos) a aumentar la susceptibilidad a otras enfermedades e incluso a la misma PC; esto ocurre cuando se empuja a una planta a producir mucho con un manejo agronómico inadecuado en un ambiente cambiante.

Incidencia y orígenes de los materiales genéticos

Actualmente, la industria de la palma de aceite en América (y el resto del mundo), está basada en el uso de variedades de *E. guineensis* desarrolladas en el sureste Asiático, África del oeste, Costa Rica y algunas estaciones locales en Ecuador, Colombia y Brasil. Estas variedades comparten una base genética relativamente cercana: madres Deli *dura* y unas pocas fuentes de polen. No obstante, aún dentro de una variedad como Deli x AVROS (DxA), existe suficiente variabilidad genética que permite separar poblaciones que difieren en algunas características ampliamente

usadas por años en diferentes programas de mejoramiento. Para otras características (no consideradas en el mejoramiento tradicional), la variabilidad es aún mayor.

La inmunidad a la PC no se ha encontrado dentro de *E. guineensis* y tampoco parece existir dentro de los híbridos OxG. Sin embargo, hay indicios de que existen fuentes de resistencia/tolerancia a la PC en *E. guineensis*. Ya se conoce de al menos un cruce La Mé que parece tener tales características y también se ha establecido una asociación entre tolerancia al estrés y a las pudriciones de cogollo. Esto último ha sido evidente en cruces entre progenitores genéticamente alejados de los tradicionales (como Deli y AVROS), tales como Bamenda (originarias de tierras altas), Malawi (de tierras altas y secas) y Mobai (de tierras secas). Los cruces Bamenda x Ekona y Tanzania x Ekona han mostrado tolerancia a PC y los orígenes Malawi y Mobai son muy prometedores y están siendo evaluados en varias pruebas en Sur América en lugares con alta presión de PC.

La relación entre incidencia de la PC y el origen comercial de las variedades tradicionales no ha sido clara y posiblemente no exista. La historia de la PC en América tropical tiene múltiples ejemplos de brotes devastadores en varios países y regiones en donde se habían sembrado variedades de muy diferentes orígenes genéticos y comerciales. El primero de estos brotes ocurrió en Colombia (Coldesa, Urabá, finales de los 60's). En este mismo periodo, otra plantación en Panamá en la zona de Colón también fue muy afectada. La distribución de materiales de siembra de esta última plantación, establecida entre 1960 y 1966, era particularmente interesante: DxD Surinam (70%), DxT Malasia (20%) y 10 % de una combinación de DxT IRHO, DxT Surinam y DxP Surinam. En 1976 se determinó que 80% de la plantación ya había sucumbido ante la PC y que esta afectó a todos los materiales por igual. En el caso de los materiales de siembra utilizados por Coldesa, la distribución también era un tanto inusual: semilla de Colombia (Instituto de Fomento Algodonero), cruces DxT, TxD y DxP de Costa de Marfil, semillas de Surinam, Malasia y DxP producida en Aracataca (*duras* de Patuca y Venezuela y polen de Venezuela). ¿Apareció en estos cruces un nuevo patógeno americano en la palma aceitera? No sabemos, pero parece poco probable.

Otros brotes importantes de PC ocurrieron en la plantación de DEMPASA (Pará, Brasil, 1985), el Oriente y Pacífico Ecuatoriano, y Surinam (1982). En todos los casos, la incidencia fue muy alta en las variedades dominantes de origen La Mé traído de África; aunque también se había plantado DxA (Harrison & Crossfield) y variedades locales del INIAP, que fueron igualmente afectadas. Otro brote importante de PC ocurrió en los años noventa en la costa del Pacífico central en Costa Rica, en donde el desorden afectó a todas las variedades originadas en este mismo país. A diferencia de las experiencias previas, esas plantaciones están ahora recuperadas y mantienen rendimientos normales para las condiciones ambientales que tiene la región.

A partir de 1988 aumentó la incidencia de PC en los Llanos en Colombia y el último brote devastador de esa enfermedad ocurrió en Tumaco, en ese mismo país, en donde todas las variedades sembradas fueron fuertemente afectadas; aunque aparentemente el problema se inició en unos lotes de origen La Mé. En las siembras de 1986-87 de una plantación particular de Tumaco, en donde la PC alcanzó muy alta incidencia, la composición de las variedades en 1,414 ha era: 59 % Papúa (DxA), 39 % de origen Costa Rica (varios materiales) y 2% de una variedad local (posiblemente Ekona). En otra plantación cercana, la composición por variedad en 3, 680

ha, era 73 % La Mé (África), 16 % Papúa, y 11 % de Costa Rica. En una tercera plantación importante de la zona (1,220 ha) también afectada, la composición por variedad era 57 % de Costa Rica, 37 % Papúa, y 6% local. Esto muestra que a pesar de la diversidad genética (en cuanto a orígenes y variedades), la PC afectó fuertemente a todas las plantaciones, sin que se pueda asegurar que algún origen comercial fuera más propenso que otro, o bien que mostrara mayor incidencia del desorden.

No obstante lo anterior, nuevas experiencias comerciales e información de varios ensayos de campo han mostrado que, independientemente de su origen (país, estación experimental etc.), algunas variedades tienen una mayor susceptibilidad a las pudriciones del cogollo. Este es el caso de la variedad Deli x AVROS y otras caracterizadas también por un crecimiento vegetativo vigoroso, como la Deli x Yangambi y Deli x Ekona. Estas variedades están siendo poco a poco desplazadas por otras nuevas de gran precocidad, altos rendimientos iniciales y menor desarrollo vegetativo (troncos y hojas más cortas).

Un poco sobre la 'evidencia' en favor de la presencia de un patógeno como causa primaria de la PC

La PC en palma aceitera posiblemente no es causada por un patógeno particular como causa inicial y única del problema. Se han hecho muchos esfuerzos para asociar la PC a organismos potencialmente patogénicos que han sido encontrados o no en el tejido enfermo. Para contrarrestar los efectos de tales patógenos (reales o ficticios) se ha aplicado sobre las plantas afectadas todo tipo de agroquímicos con resultados para nada concluyentes.

El efecto del ambiente en que crece la palma es demasiado evidente (sobre la incidencia, severidad y la habilidad de recuperación de las palmas afectadas) para ignorarlo. El hecho de que se haya sembrado palma durante décadas en muchos lugares en donde la PC no existía o solo aparecía esporádicamente, y que súbitamente y en solo dos o tres años, esta se convertía en toda una 'epidemia', apunta hacia cambios importantes en el ambiente y no hacia cambios en la supuesta virulencia de algún patógeno. La situación opuesta también es cierta, ya que la PC ha perdido fuerza en donde el clima ha variado, o bien, las condiciones agronómicas de la plantación han sido mejoradas.

La evidencia epidemiológica a favor de la hipótesis del patógeno como causa única, tampoco es concluyente. Los datos de incidencia del problema en Surinam fueron analizados estadísticamente por dos grupos, y ambos llegaron a conclusiones diferentes sobre la presencia (o no) de algún patógeno primario. Como fue admitido por un eminente epidemiólogo europeo (Dr. Sadoks) "este problema opera en forma muy diferente de cualquier epidemia causada por cualquier agente patogénico conocido". El hecho de que la PC aparezca de pronto con gran intensidad (después de muchos años de cultivo exitoso), puede indicar un cambio brusco en las condiciones en que se desarrolla la palma y atrae la atención sobre la participación de factores abióticos.

Aún aquellos que abogan por la existencia de un patógeno como causa única e inicial del problema, se cuidan de anotar que existen varios otros organismos sin cuya participación, el problema no sería tan grave. Este es el caso, por ejemplo, de los llamados organismos

oportunistas que causan pudriciones y la omnipresencia del picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*), sin cuya participación, la historia de la PC habría sido otra en tantos lugares en donde se ha presentado con características tan devastadoras. De hecho, se continúa refiriendo a la PC como "el complejo pudrición del cogollo" y otros eufemismos, que realmente aceptan el hecho de que la PC no obedece a un modelo simple de "causa-efecto".

Efectivamente, existen organismos que pueden agravar la condición de una planta enferma. En Ecuador por ejemplo, el ataque del barrenador de las raíces, *Sagalassa valida* puede debilitar el sistema radical a un punto intolerable para la planta. La presencia de *Cyparisius daedalus* (*Castnia daedalus*) en Brasil, ha estado ligada estrechamente a la muerte final de las plantas y en la mayoría de los países, el ataque de *R. palmarum* no puede ser separado de la muerte final de muchas plantas inicialmente atacadas por PC.

Conclusiones

Las pudriciones del cogollo en la palma de aceite no son un problema exclusivo de América. No obstante, es en América tropical en donde han alcanzado mayor importancia económica y social. Los intentos de asociar la presencia en una región de una determinada enfermedad o plaga, con un origen geográfico o comercial determinado del material de siembra, son comunes, y normalmente se alega una mayor susceptibilidad o, peor aún, una posible transmisión por la semilla. Un examen detallado de muchos de estos alegatos, sin embargo, ha comprobado que solo ocultan un interés proteccionista. El caso de la PC ha sido particularmente atractivo para estos intentos, pero siempre ha faltado la aportación de evidencia científica para soportarlos.

Colombia no ha escapado a este tipo de manifestaciones, por lo cual el ICA, en agosto del 2008, manifestó en una resolución que "no se ha encontrado evidencia sobre la posibilidad de transmisión del o de los agentes causales involucrados en los procesos de desarrollo del síndrome o complejo de la pudrición de cogollo de la palma de aceite", y agrega: "En Tumaco el desarrollo del síndrome de la pudrición del cogollo se ha presentado en igual intensidad tanto en semilla producida en la misma región como en semilla importada desde otros países o desde otras regiones de Colombia".

Si bien es cierto, la mayoría de las variedades comerciales de *E. guineensis* tienen una base genética relativamente estrecha, la variabilidad dentro de la especie es todavía enorme, y aun quedan muchas fuentes de germoplasma sin explotar. Dentro de esas fuentes y un manejo agronómico apropiado yacen las soluciones a problemas como la PC. La incidencia, severidad y habilidad de recuperación de las palmas afectadas por las pudriciones de cogollo están estrechamente asociadas con a) factores del ambiente (que ocurrieron previamente y en el momento del ataque, y que afectaron (afectan) negativamente el crecimiento, particularmente del sistema radical), b) el manejo agronómico (posiblemente desde el momento de la siembra), c) el tipo de organismos que actúan como oportunistas, y d) otros organismos que agravan la situación, como *R. palmarum*. Todos estos elementos tienen un peso importante sobre el desarrollo del problema y sus consecuencias para la plantación.

El desarrollo de variedades comerciales con resistencia/tolerancia es también parte importante del manejo, pero debe recordarse que no puede obtenerse un rendimiento económico sostenido

con ningún material de siembra si el manejo agronómico es inadecuado. Esto es particularmente cierto si efectivamente, la tolerancia al estrés y las pudriciones de cogollo están asociadas; puesto que debe esperarse que los mecanismos fisiológicos responsables de la tolerancia al estrés demanden energía, que de otra manera podría destinarse a la producción de aceite. Al final, la solución vendrá de una combinación de mejores prácticas agronómicas adecuadas para cada condición particular (no hay recetas mágicas) y del uso de variedades tolerantes.

Literature seleccionada

Bergami et al. 1998. Análise temporal do amarelecimento fatal do dendezeiro como ferramenta para elucidar sua etiologia, Fitopatol. Bras. 23: 391-396.

Chinchilla C., Durán N. 1999. Nature and management of spear rot-like problems in oil palm: a case study in Costa Rica. Proc. of the 1999 PORIM Inter. Palm Oil Congress. Agriculture, Kuala Lumpur. Feb. 1999. p. 97-126.

Chinchilla C. 2008. The many faces of spear rots in oil palm: the need for an integrated management approach. ASD Oil Palm Papers, 32: 1-26

Chinchilla et al. 2006. Tolerancia y resistencia a las pudriciones del cogollo en fuentes de diferente origen de *E. guineensis*. Conf. Inter. Palma de Aceite, Cartagena. 2006. 23 p.

Chinchilla, C. 2010. Las pudriciones del cogollo en palma aceitera: la complejidad del desorden y una guía de convivencia.

Escobar R., Chinchilla C. 2004. Quarantine regulations for oil palm seeds and clones from Costa Rica. In. Proc. of the Inter. Conf. on pests and diseases of importance to the oil palm industry, MPOB. Kuala Lumpur, May 2004. p. 265-277.

Franqueville, H (2001). Oil palm bud rot in Latin America: preliminary review of established facts and achievements. CIRAD/BUROTROP, France. 33 p.