



Capítulo XV

Anomalías en los cultivares híbridos interespecíficos O_xG

Wilson Pérez¹ ✉ Nolver Arias¹
Blanca Penagos¹ ✉ Álvaro Rincón¹

¹ Programa de Agronomía, Cenipalma
Autor para correspondencia: narias@cenipalma.org



Hoja plegada en palmas de vivero del híbrido interespecífico OxG.

Resumen

La palma de aceite es uno de los cultivos más importantes en Colombia. Tiene un área sembrada de alrededor de 540.000 ha, de las cuales 87.000 ha corresponden a cultivares del híbrido interespecífico OxG. Este cruzamiento genético les confiere características de alta productividad y otras no tan deseadas, que fueron identificadas por múltiples investigaciones. En vivero se han descubierto anomalías asociadas al genotipo, tales como palmas enanas, rizadas, retorcidas o cloróticas, y palmas que presentan retraso en su desarrollo, quimeras, gigantes y erectas. La identificación de estas palmas anormales en vivero permite la selección de plantas de calidad para su posterior siembra en el sitio definitivo. Sin embargo, en el campo se han detectado otras anomalías como el disturbio de amarillamiento, el cual no corresponde a deficiencias nutricionales y está asociado a algunas palmas particulares. Otras anomalías relacionadas con el manejo agronómico son la desaparición de la lámina foliar (DLF) asociada a un desbalance nutricional en la relación Ca/B y al malogro de racimos, que implica un secamiento de racimos antes de llegar a su punto óptimo de cosecha. Esta anomalía tiene relación con procesos inadecuados de polinización asistida y con otras variables que son motivo de investigación. Actualmente se continúa en la búsqueda de problemáticas que ameriten nuevas investigaciones en cultivares del híbrido interespecífico OxG.

Palabras clave

Disturbio de amartelamiento, malogro de racimos, palmas de vivero

15.1. Introducción

En el país hay sembradas alrededor de 540.000 ha de palma de aceite y aproximadamente 87.000 ha de cultivares del híbrido interespecífico OxG, los cuales son producto del cruzamiento de *Elaeis oleifera* Cortés y *Elaeis guineensis* Jacq. Estos cultivares han sido estudiados desde 1970 (Romero, 2018); sin embargo, durante los últimos años han ganado importancia por su resistencia a la enfermedad de la pudrición del cogollo (PC) (Socha *et al.*, 2019). Estos cultivares constituyen un recurso genético de gran importancia debido a sus diferentes características morfológicas y fisiológicas, tales como adaptabilidad a agroecosistemas, más tiempo de aprovechamiento del uso de los individuos debido a su lento crecimiento en altura y tolerancia a plagas y a enfermedades comunes en *E. guineensis*. Por tal razón, los híbridos interespecíficos poseen características de las dos especies y vigor híbrido de interés agronómico, que proporcionan cultivares con gran potencial productivo y resistencia parcial a enfermedades (Rivera *et al.*, 2013).

A pesar de las diversas características de los cultivares del híbrido interespecífico OxG, otorgadas por sus progenitores, también se han expresado anomalías en individuos provenientes de diversos cruces. Estas se han manifestado en vivero o en palma adulta; por lo tanto, se ha requerido de múltiples investigaciones de Cenipalma, universidades, plantaciones y otras entidades, las cuales han llevado a identificar dichas anomalías con el propósito de mejorar las prácti-

cas agronómicas en los cultivares del híbrido interespecífico OxG.

15.2. Anomalías en las palmas de vivero

La obtención de altos rendimientos de RFF está asociada a cultivares de gran potencial productivo y a un adecuado manejo agronómico que parte de la siembra de las plantas en vivero y su manejo nutricional y fitosanitario, además de una selección de palmas en óptimas condiciones para el establecimiento en campo, factores que son cruciales en el desarrollo de plantaciones muy productivas (Franco, 2003; Woittiez *et al.*, 2017). Para reconocer palmas anormales en etapa de vivero de cultivares híbridos OxG se comparan con las características que corresponden a palmas normales o en óptimas condiciones de trasplante. A partir de esta premisa se identifican las palmas que no cumplen estos requisitos, entonces se catalogan como palmas anormales, es decir, aquellas que no son representativas de las condiciones generales del vivero en cuanto a vigor, conformación, estado sanitario y tamaño (Franco, 2002; Motta & Beltrán, 2010).

En etapa de previvero, una planta normal del híbrido interespecífico OxG es aquella que presenta entre tres y cuatro hojas lanceoladas simples. Esta condición coincide con el desarrollo de los estadios 102 a 109 de la escala fenológica desarrollada por Cenipalma (Hormaza *et al.*, 2010). Una palma normal, al terminar el vivero principal, entre los meses 10 y 12 del trasplante, es aquella

que tiene entre 15 y 18 hojas, con los foliolos diferenciados; un bulbo grueso y bien desarrollado, entre 10 y 15 cm de diámetro, y una altura promedio entre 90 y 130 cm. Por el contrario, una palma del híbrido interespe-

cífico OxG se clasifica como anormal cuando difiere de las características de palmas normales por causas genéticas o de manejo, las cuales se describen a continuación, en la Tabla 15.1.

 **Tabla 15.1.** Principales anomalías en previvero y vivero.

Anomalía	Descripción y manejo	Imágenes	
		Previvero	Vivero
Palma enana	Crecimiento retrasado, plantas pequeñas y con menos hojas. Deben descartarse, destruirse y eliminarse del vivero principal.		
Palma tipo pasto	Láminas foliares delgadas y alargadas. Deben erradicarse del vivero debido a que estas plantas no cambian en el transcurso del tiempo.		
Palma rizada	Corrugación leve o severa debido a prácticas inadecuadas de riego o a factores genéticos. En caso de que sea severa, es mejor descartarla.		



Anomalía	Descripción y manejo	Imágenes	
		Previvero	Vivero
Palma retorcida	Torceduras a lo largo de las hojas. Esto sucede cuando la semilla es sembrada al revés, con la plúmula hacia abajo. Estas plantas no se recuperan y es mejor descartarlas.		
Palma clorótica	Amarillamiento generalizado de hojas, el cual no puede corregirse con la aplicación de nutrientes. Crecimiento retardado, palmas pequeñas. Deben marcarse y hacerles un seguimiento, para considerar su descarte.		
Palmas plegadas	Plegamiento de las láminas foliares, conocidas como palmas collantes. Es una anomalía relacionada con aplicaciones irregulares de riego. Deben marcarse para seguimiento y posible descarte.		
Palmas con desarrollo retrasado	Solo alcanzan a emitir las primeras hojas plumulares y su desarrollo se detiene. Estas plantas deben descartarse.		



Anomalía	Descripción y manejo	Imágenes	
		Previvero	Vivero
Palma quimera o albina	Bandas blanquecinas en las láminas foliares, las cuales se originan por una condición genética. Estas palmas, en etapa adulta, son poco productivas, por lo cual se recomienda eliminarlas.		
Palmas con bulbo pequeño	El bulbo es angosto y el crecimiento de hojas y raíces está restringido. No se diferencian adecuadamente los folíolos, y su desarrollo luce retrasado, con hojas de raquis delgado y apariencia raquítica. Deben identificarse y descartarse.		
Palmas gigantes	Palmas muy grandes que presentan un gran número de hojas emitidas, las cuales se retuercen y dan una apariencia desordenada. Deben identificarse y descartarse.		
Palma con entrenudos amplios	Amplio espacio entre dos folíolos consecutivos. Se puede presentar por condiciones de sombreado en viveros y espacio reducido entre plantas. Deben descartarse.		



Anomalía	Descripción y manejo	Imágenes	
		Previvero	Vivero
Palmas con entrenudos cortos	La distancia de los puntos de inserción entre dos foliolos consecutivos es muy pequeña y les confiere una apariencia achaparrada. Deben identificarse y descartarse.		
Palma flácida	Tiene escaso desarrollo, los foliolos no se diferencian adecuadamente y en algunos casos presenta clorosis que no está asociada a falta de nutrientes. El raquis tiene apariencia débil y se curva ligeramente hacia abajo, con lo que da el aspecto de una planta frágil en malas condiciones sanitarias. Debe identificarse y descartarse.		
Palma erecta	El ángulo de inserción de los foliolos en el raquis y en las hojas con respecto al eje central es agudo, lo que le da una apariencia erecta y de mayor altura. Los foliolos son delgados. Debe identificarse y descartarse.		
Palma juvenil	Esta palma llega al final de la etapa de vivero sin que se diferencien los foliolos. Es improductiva. Debe identificarse y descartarse.		



Anomalía	Descripción y manejo	Imágenes	
		Previvero	Vivero
Palma plana	Las hojas nuevas son cada vez más cortas, por lo que la palma adquiere una apariencia plana en la parte superior. Debe identificarse y descartarse.		
Palma con macollamiento	Es una planta con varios puntos de crecimiento, entre 2 y 5. Sus bulbos son delgados, sin que se defina claramente la filotaxia, y generalmente es menos desarrollada. Debe identificarse y descartarse.		
Palmas con pudrición basal	Son de desarrollo tardío y presentan clorosis en las hojas y secamiento ascendente. Al cortar los bulbos se evidencia una pudrición húmeda en la base del estípote. Deben identificarse y descartarse.		

En general, estas anomalías presentan diferencias marcadas con las palmas normales. En la Tabla 15.2 se muestran algunas

de ellas y sus diferencias en crecimiento vegetativo con respecto a palmas normales, aptas para su trasplante a campo.



Tabla 15.2. Variables vegetativas en palmas anormales del híbrido interespecífico OxG en etapa de vivero.

Nombre de la anomalía	Diámetro del bulbo (mm)	Altura (cm)	Distancia entre nudos (cm)	N.º de foliolos hoja 3
Normal	1510	131	4,30	52
Tipo plana	91,40	72,50	4,80	19
Macollamiento	158,5	48,50	2,70	27
Tipo pasto	48,20	60	NA	NA
Erecta	130,30	134,50	5,30	43
Repollo	114,60	55,50	1,90	29
Foliolos anchos y cortos	129,20	108	3,40	48
Retorcida	116,50	101	3,60	39
Foliolos delgados	85,60	58	3,50	25
Enana	97,30	64	2,90	28
Juvenil	88,60	70	NA	NA
Entrenudos amplios	146,60	107	5	30

Durante los dos primeros años de la siembra de un lote de palmas de vivero, es conveniente mantenerlo en óptimas condiciones, con el fin de disponer de material para reemplazar las palmas erradicadas. Se sugiere llevar un registro de las palmas descartadas con el fin de contabilizar el porcentaje de descarte con respecto al material de siembra recibido. De acuerdo con observaciones realizadas en plantaciones de las zonas Suroccidental, Oriental y Central, los porcentajes de descarte en cultivares del híbrido interespecífico OxG pueden estar entre el 15 % y el 35 %.

Las palmas que presenten anomalías asociadas a condiciones genéticas deben descartarse del vivero y destruirse en el momento del descarte, con el fin de evitar que se hagan viveros de recuperación. Igualmente, para impedir la siembra de palmas que serán improductivas, es indispensable destruir aquellas plantas que tengan daños severos de plagas y enfermedades o malformaciones por déficit hídrico. En la Figura 15.1 se ejemplifica el caso de palmas con anomalías, las cuales fueron trasplantadas a sitio definitivo.

Palma juvenil



Palma enana



Palma entorchada



Palma erecta



Palma plana



Palma clorótica



Figura 15.1. Palmas con anomalías presentadas en individuos de vivero que fueron sembrados en sitio definitivo. Fotografías: Tulia Delgado.

Otras condiciones propias de plantas de cultivares del híbrido interespecífico OxG son las siguientes:

Palmas mellizas: Muchas semillas del híbrido interespecífico OxG tienen más de un embrión capaz de producir una nueva plántula; como resultado, se pueden desarrollar plantas dobles o triples, conocidas como mellizas. Estas plantas suelen tener el mismo vigor entre ellas, por lo que, al separarlas y tener un manejo adecuado, pueden generar individuos igualmente productivos y así compensar los descartes de la etapa de vivero (Figura 15.2).

Palmas con corrugación: Estas palmas presentan arrugamientos en las láminas foliares, los cuales se generan en el momento de la apertura de las flechas. En ocasiones se confunden con deficiencias de B; sin embargo, corresponden a condiciones propias de los

cultivares híbridos OxG. Es propio de esta situación que el arrugamiento se observe siempre en el mismo costado de la hoja (Figura 15.3), y se detiene cuando las plantas se establecen en campo. Este comportamiento no representa una anomalía.

Síntomas de toxicidad: Es posible encontrar palmas con secamientos relacionados con excesos de aplicación de fertilizantes (Figura 15.4). Esto es particularmente frecuente con la aplicación de B, y se acentúa si el sustrato es franco arenoso y si existen condiciones de estrés por falta de agua. En el caso de B, para palmas de vivero se ha encontrado que, en función de la fertilidad del suelo, 1 g de B palma⁻¹ puede ser suficiente para el ciclo del vivero. Además, aun cuando la dosis sea la apropiada, si este es aplicado muy cerca de la palma también puede ocasionar estos síntomas de toxicidad.



 **Figura 15.2.** Palmas mellizas.



 **Figura 15.3.** Corrugación de palmas del híbrido interespecífico OxG.



 **Figura 15.4.** Palmas con síntomas de toxicidad por boro.

Por otra parte, en algunas ocasiones es posible observar palmas que se tornan plateadas o de color cobrizo (Figura 15.5). Esta situación se asocia a la calidad del agua aplicada al cultivo y se debe a la oxidación del hierro del agua cuando entra en contacto con el aire en el momento de la aspersión del vivero. Es mucho más frecuente en épocas de bajas precipitaciones, durante las cuales la concentración de minerales en el agua y la mayor frecuencia del riego tienden a reflejar con más claridad este fenómeno. En lo posible, es aconsejable el cambio de la fuente de agua.

15.3. Anomalías en palmas del híbrido interespecífico OxG en etapa inmadura

El disturbio de amarillamiento fue reportado, inicialmente, en la Zona Suroccidental, en algunos cultivares del híbrido interespe-

cífico OxG. Esta situación es considerada como una limitante para el desarrollo óptimo del cultivar, debido a la disminución del área foliar y de las inflorescencias femeninas, por lo que afecta el potencial de producción de aceite.

Los primeros reportes se han hecho sobre palmas de 4 años, cuya sintomatología es una clorosis de la lámina foliar. Comienzan en el ápice de los folíolos y van hacia la base; de igual forma sucede en la hoja. Los folíolos adquieren una coloración marrón rojiza y su secamiento es prematuro. También se observa un enrojecimiento de los folíolos, que se inicia en la margen con dirección a la nervadura central. El disturbio se desarrolla, principalmente, de manera ascendente en la palma; en algunos casos, de forma ordenada, y en otros se observan hojas de un mismo anillo afectadas y otras sanas (Figura 15.6).



Figura 15.5. Coloración plateada en palmas del híbrido interespecífico OxG, asociada al exceso de hierro en el agua. Nótese la coloración del elevador del aspersor.



Figura 15.6. Hojas de un mismo anillo con síntomas de clorosis. A la izquierda, palma con clorosis inicial y a la derecha, con clorosis generalizada. (Fotografías: William Betancourt).

Con el propósito de lograr una caracterización de las palmas con esta anomalía se desarrolló una escala para su identificación (Betancourt, 2017 [sin publicar]) (Figura 15.7), la cual se presenta a continuación.

Grado 1: 1-20 % de afectación foliar y de 1 a 8 hojas ubicadas entre los niveles 9 y 17. Clorosis tenue en los foliolos del extremo apical de las hojas, en ocasiones con presencia de bronceado marrón rojizo en el ápice de los foliolos.

Grado 2: 21-40 % de afectación foliar y de 9 a 17 hojas afectadas entre los niveles 9 y 33. Clorosis tenue en los foliolos del extremo apical de las hojas y el tercio medio, la cual avanza hacia la base de estas. Se da progreso del bronceado marrón rojizo desde el ápice de los foliolos hacia la base de estos, y en ocasiones se puede evidenciar secamiento de ápices de hojas del tercio inferior de la palma.

Grado 3: 41-60 % de afectación foliar y de 18 a 25 hojas afectadas entre los niveles 9 y 33. Clorosis generalizada con más intensidad en el ápice y tercio medio de las hojas. Se comprueba avance del bronceado, que llega a generar secamiento de ápices en algunas hojas, especialmente de los tercios inferior y medio. También se observa pérdida parcial del ángulo de inserción de las hojas, deterioro del anclaje y disminución en la formación de estructuras reproductivas.

Grado 4: 61-100 % de afectación foliar y más de 26 hojas afectadas. Se contempla

clorosis generalizada en el ápice de hojas de los niveles 9 al 33 y en ocasiones los niveles inferiores manifiestan clorosis más intensa, que abarca el total de la lámina foliar. Se observa secamiento de ápices e incluso de hojas enteras en los niveles 25 y 33, pérdida del ángulo de inserción de las hojas, disminución total de formación de estructuras reproductiva y volcamiento de la palma.

Las palmas con amarillamiento tienen baja producción de estructuras reproductivas; sin embargo, no presentan daños o necrosis en los haces vasculares de los peciolos y tampoco se observa pudrición en la base de los frutos y las puntas de las raquillas. Externamente, el estípote no muestra síntomas de pudrición. En cuanto a la raíz, estas exhiben buen desarrollo horizontal y no se observan flagelados o afectación del sistema radical por *Sagalassa valida*; no obstante, presentan anclaje deficiente. Las observaciones indicaron que un 10 % de la población evaluada presentaba dicha clorosis, y este porcentaje no varió significativamente en el tiempo. Lo anterior sugiere que la anomalía está asociada a un factor genético de la progenie del cultivar (Betancourt, 2017 [sin publicar]).

15.4. Anomalías asociadas con deficiencias de nutrientes y respuesta en cultivares híbridos interespecíficos OxG

Investigaciones en cultivares del híbrido interespecífico OxG, desarrolladas por Ceni-palma, en plantaciones y por otros centros de investigación, han permitido documentar

Grado 1



Grado 2



Grado 3



Grado 4



Figura 15.7. Grados de amarillamiento en palma del híbrido interespecífico OxG. (Fotografías: William Betancourt).

la respuesta a las aplicaciones de N desde etapas de vivero hasta los primeros tres años de siembra y a diferenciar anomalías foliares asociadas con deficiencias de nutrientes como Mg y desbalance de N/K. Además de las deficiencias mencionadas, se encontró que aquellos síntomas que frecuentemente se relacionan con deficiencias de B (Figura 15.8) en cultivares del híbrido interespecífico OxG también tenían conexión con desbalance de Ca/B. Este hecho sugiere la posibilidad

de que, además del B, el Ca esté involucrado en la aparición de tales síntomas.

Con el objetivo de confirmar posibles correlaciones entre el síntoma conocido como desaparición de lámina foliar (DLF), asociado en *E. guineensis* con el síntoma llamado *espina de pescado* (Jacquemard *et al.*, 2006) y la relación Ca/B en el tejido foliar, se evaluó en palmas con síntomas avanzados de la DLF la aplicación de Ca y B solubles

Síntomas iniciales



Síntomas avanzados



 **Figura 15.8.** Síntomas de desaparición de lámina foliar (DLF) en el híbrido interespecífico OxG.

(300 mg kg⁻¹ de nitrato de calcio y borato de sodio). Con este fin, se caracterizaron variables vegetativas y los contenidos de nutrientes respecto a palmas sin aplicación.

El ensayo demuestra que, para los folíolos, en la hoja 17, la aplicación de Ca y B aumenta el resultado de las variables evaluadas. Es así como la distancia entre folíolos es de cerca del 70 % superior en el T1 con respecto al T2. Igualmente, el ancho de los folíolos es por lo menos un 50 % superior en las palmas de T1. El mayor impacto se presentó en la longitud de los folíolos, hasta tres veces superior en las palmas que recibieron Ca y B solubles (Arias, 2019 [datos sin publicar]) (Tabla 15.3).

Sumado a lo anterior, la longitud del raquis fue, aproximadamente, tres veces superior en las palmas de T1. El menor desarrollo de los folíolos se asocia con deficiencias de Ca y B (Babu *et al.*, 2018; Haryanti *et al.*, 2013). Por lo tanto, es posible afirmar que las palmas de T1 presentaron mayores valores en ancho y longitud de folíolos, en raquis y peciolo, lo que en general se asocia con un área foliar más grande (Figura 15.9).

Por otra parte, los contenidos foliares de B en la hoja 9 no presentaron diferencias entre los tratamientos evaluados; se encontraron valores de 19,88 mg kg⁻¹ para T1 y de 19,02 mg kg⁻¹ para T2. Esta situación podría estar relacionada con los aportes de



Tabla 15.3. Longitud de los foliolos y distancia entre estos (hoja 17) para palmas con aplicación de Ca y B y sin esta.

Tratamiento	Distancia entre foliolos (cm)		Ancho del foliolo (cm)		Largo del foliolo (cm)	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
T1 (Ca y B)	2,40	2,31	3,05	3,49	79	76,63
T2 (0)	4,06	3,17	2,22	1,84	22,38	19,88

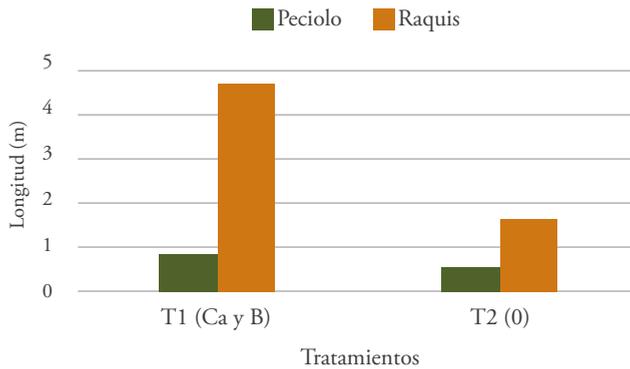


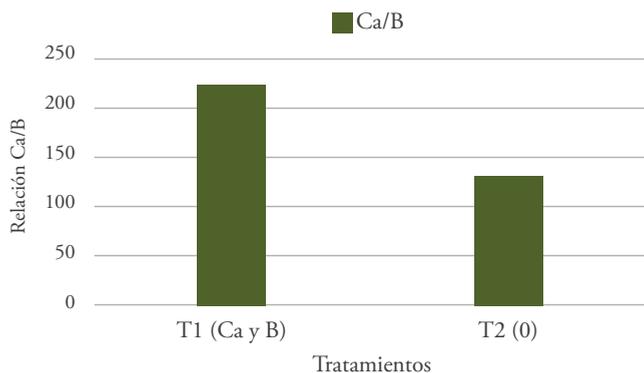
Figura 15.9. Longitud de peciolo y raquis para palmas con y sin aplicación de Ca y B solubles.

nutrientes del suelo, la reserva de nutrientes en el estípite (Broschat, 2011) y la interacción entre el Ca y B aplicados. Sin embargo, los contenidos de Ca presentaron diferencias entre T1, con 0,41 %, y T2, con 0,25 %. Lo anterior demuestra el efecto positivo de las aplicaciones de Ca y B en el T1.

Con respecto a la relación Ca/B (Figura 15.10) se presentan diferencias superiores al 42 % entre las palmas que recibieron Ca y B. De acuerdo con esto, existe una relación entre los contenidos de Ca y B en las palmas del híbrido interespecífico OxG. Mantener la relación de Ca y B en valores cercanos a 225 unidades para la hoja 9 facilita el desarrollo normal de las hojas. Por otra parte,

con este ensayo se pudo comprobar que las fuentes de Ca y B utilizadas, nitrato de calcio y tetraborato de sodio, fueron efectivas como aportadores de estos nutrientes para la palma.

En suelos ácidos y con baja disponibilidad de Ca, los valores de la relación Ca/B observados con la aplicación de las fuentes solubles de Ca y B para el híbrido OxG son similares a los registrados para *E. guineensis* en hoja 9. Adicionalmente, es necesario considerar el impacto del estrés hídrico en la poca absorción de Ca (Nurwahyuni & Susila, 2019; Garbanzo *et al.*, 2018; Sari & Susila, 2019) y el papel del B en la reducción del estrés (Putra *et al.*, 2015).



 **Figura 15.10.** Relación Ca/B para palmas con aplicación de Ca y B solubles y sin esta.

15.5. Malogro de racimos en cultivares del híbrido interespecífico OxG y su manejo

El malogro de racimos es una anomalía que se presenta cuando estos no alcanzan a desarrollarse desde la antesis hasta la cosecha. Con frecuencia se le denomina erróneamente aborto o aborto tardío. Se ha observado un 13 % de racimos malogrados en palmas de 7 a 12 años; sin embargo, esta situación es más alta en palmas jóvenes, con el 28 % para palmas entre 4 y 6 años, en Nigeria, y de hasta el 25 % en el tercer año después de la siembra, en Malasia (Corley & Tinker, 2009).

A pesar de que hay poca literatura disponible sobre el malogro de racimos, se han reportado como posibles causas la mala polinización y el ataque de plagas como el *Marasmius palmivorus*. Además, en ocasiones, sin razón alguna, los racimos se malogran de 2 a 4 meses después de la antesis. De igual manera, se indica que la producción excesiva

de RFF no es un factor del malogro, pero sí lo puede ser la escasez de asimilados, lo que genera problemas nutricionales en las palmas (Corley & Tinker, 2009).

Los racimos malogrados presentan condiciones que no son aptas para su procesamiento debido a que más del 50 % de los frutos exhiben un secamiento del ápice hacia la base o de la base hacia el ápice. Además, el racimo ha perdido brillo y existe susceptibilidad al desprendimiento de frutos inmaduros (Pérez y Arias, 2020b) (Figura 15.11).

Las pérdidas de RFF en cultivares del híbrido interespecífico OxG debido al malogro pueden alcanzar entre un 30 % y un 40 %. Por tal razón, fue necesario, para Cenipalma, desarrollar investigaciones que llevaran a entender la dinámica del malogro de racimos con la implementación de las mejores prácticas de manejo en suelos contrastantes por posiciones fisiográficas: planicie como suelo de alta fertilidad y lomerío de baja fertilidad (Pérez y Arias, 2020b).

Racimo malogrado



Racimo malogrado (50 %)



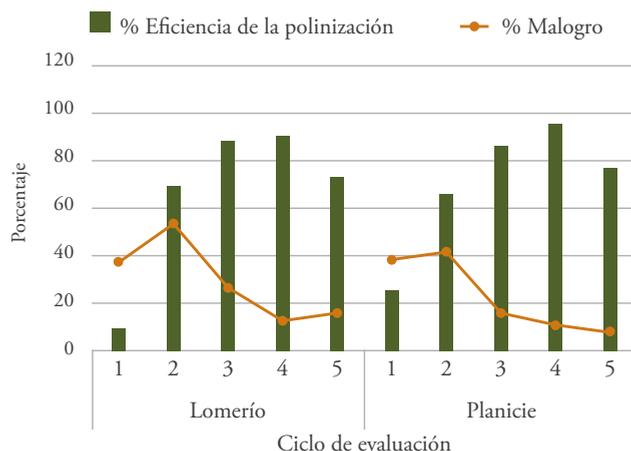
 **Figura 15.11.** Racimos con malogrado.

En suelos de paisaje de lomerío y de baja fertilidad, el malogrado de racimo alcanza porcentajes hasta del 36,9 %, en tanto que, en suelos de paisaje de planicie y suelos de gran fertilidad, los porcentajes están alrededor del 38,7 %. Es importante resaltar que en las áreas de estudio se presentaron bajas eficiencias en polinización asistida (9 %) y no se proporcionaban cantidades de fertilizante que suplieran la producción esperada. Una vez las áreas de estudio incorporaron fertilización mineral balanceada, además de aplicaciones de tusa, 400 kg palma⁻¹, y una mejora en los procesos de polinización asistida, fue posible alcanzar hasta un 90 % de eficiencia y se obtuvieron resultados en la disminución de los porcentajes del malogrado de racimos inferiores al 10 % (Pérez y Arias, 2020b) (Figura 15.12).

En las dos fisiografías (planicie y lomerío), los porcentajes de racimos malogrados no polinizados había sido del 43 % y el 38 %;

sin embargo, los incrementos en la eficiencia de la polinización para las dos posiciones fisiográficas hicieron que los porcentajes de racimos malogrados descendieran al 3,30 % y el 10,80 %, para la zona de lomerío y planicie, respectivamente. A mayores eficiencias en los procesos de polinización asistida (91 % y 96 %), los porcentajes de racimos malogrados polinizados disminuyeron al 9 % y 7 %, para cada paisaje, en tanto que los porcentajes de racimos malogrados no polinizados aumentaron al 67 % y 71 %, respectivamente (Pérez y Arias, 2020b).

Lo expuesto anteriormente fue corroborado al analizar el comportamiento del malogrado de racimos en un área seleccionada con base en su productividad, fertilidad de suelos y buenas prácticas de manejo. Se analizaron racimos polinizados y no polinizados, los cuales presentaron un malogrado del 11,68 %, para racimos polinizados, y del 24,34 %, para racimos no polinizados (Pérez



 **Figura 15.12.** Porcentaje de eficiencia de la polinización asistida y de malogro.

y Arias, 2020a). Esta pérdida de racimos por efecto de no polinización es asentada por Rincón *et al.* (2013), quienes afirman que, en cultivares híbridos OxG, el déficit de dicha práctica puede producir mala formación de frutos, una maduración desigual y pérdidas de los racimos. Además, Romero (2018) señala que la aplicación inoportuna de polen lleva a perder la calidad, el peso o incluso la totalidad del racimo a causa del malogro.

El porcentaje de frutos malogrados en racimos polinizados fue del 31 % en tanto que el porcentaje de racimos perdidos en racimos no polinizados fue del 68 % (Pérez y Arias, 2020a). Estos resultados son corroborados por Ayala y Romero (2019), quienes sostienen que la no polinización puede causar malogro de racimos, además de mala formación, bajo peso y menor contenido de aceite en racimo. No obstante, la conformación del racimo no solo depende de la polinización asistida, sino también de la

variación genética de los cultivares, ya que se han encontrado diferencias en la relación de frutos normales y partenocárpico, que se atribuyen a características del cultivar, los cuales se convierten en factores que deben considerarse en futuras investigaciones (Rosero y Santacruz, 2014).

Los racimos no malogrados presentan cantidades superiores de frutos normales. Es así como en racimos polinizados el 28,30 % correspondió a frutos normales, y el 71,70 %, a frutos partenocárpico; en tanto, para racimos no polinizados normales, el 16 % fue de frutos normales, y el 84 %, de frutos partenocárpico (Pérez y Arias, 2020a). Mantilla y Meléndez (2015) afirman que el aumento del porcentaje de frutos normales y de su peso está influenciado por el origen del polen utilizado y la polinización oportuna. La proporción entre frutos normales y partenocárpico se incrementa por efecto de una polinización controlada, pero se deben tener en cuenta la germinabilidad y la viabilidad

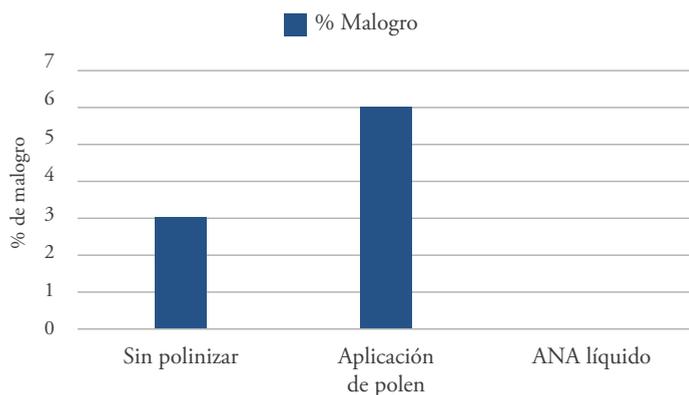
del polen utilizado, ya que las divisiones celulares anormales durante la formación del grano producen la mala formación o pérdida de los racimos (Corley & Tinker, 2009; Hormaza *et al.*, 2010).

Los racimos normales no polinizados presentan apariencia sana; sin embargo, los análisis mostraron que en su interior existían frutos malogrados, los cuales correspondían a frutos partenocárpicos. Según Bastidas *et al.* (2013) y Díaz, (2020), una polinización deficiente está reflejada en la presencia de un elevado número de racimos malogrados, racimos con pocos frutos normales y mala conformación del racimo. El polen permite la producción de frutos normales y partenocárpicos, y en ausencia de polen se presenta malogro de racimos o formación de estos con baja calidad (Pérez y Arias, 2020a; Ayala y Romero, 2018).

Una sustitución eficiente del polen es la polinización artificial con ácido naftalenacético (ANA), ya que mejora la conformación

de frutos, tiene un efecto positivo en el llenado de racimos y disminuye el malogro de estos a causa de malas prácticas de polinización, (Ayala y Romero, 2019). Este procedimiento ayuda a alcanzar porcentajes del 0,80 % de racimos malogrados (Pérez y Arias, 2020a). En la Zona Central se evaluó el malogro de racimos en condiciones de 1) polinización asistida con polen, 2) polinización artificial con ANA y 3) testigo sin polinizar. Con este ensayo se comprobó que el mayor porcentaje de racimos malogrados fue para las aplicaciones de polen (6,28 %), en tanto que para el testigo sin polinizar fue del 2,90 %. Estos resultados indican que existen otros factores asociados al malogro de racimos, tales como palmas consideradas anormales y con gran tendencia a arruinarse. Por otra parte, en el tratamiento con aplicación de ANA líquido no se produjeron racimos malogrados (Figura 15.13).

Los racimos que no fueron polinizados no necesariamente alcanzaron los porcentajes más altos de malogro (Figura 15.13); sin



 **Figura 15.13.** Comportamiento del malogro de racimos según el tipo de polinización.

embargo, los resultados confirman la importancia de la polinización y su repercusión para obtener racimos de mejor calidad que permitan el aumento en el peso medio y mejor formación del fruto. En consecuencia, la polinización repercute en el potencial de extracción, el cual se incrementa en cinco puntos porcentuales con los tratamientos con ANA sobre el tratamiento testigo. Debe destacar también que la aplicación de ANA ofrece grandes ventajas con respecto al mejoramiento de la calidad de los racimos debido a que, a diferencia de los cultivares *E. guineensis*, los frutos partenocárpicos en los cultivares híbridos sí contienen aceite.

15.6. Conclusiones

La identificación oportuna de palmas anormales en previvero y vivero contribuye para que se planten en sitio definitivo palmas de calidad y con gran potencial de producción de aceite. Las palmas que presentan anomalías, ya sea por su condición genética, por daños de plagas y enfermedades o mal-

formaciones por déficit hídrico, deben descartarse y destruirse, para evitar su uso.

Las palmas con amarillamiento se presentaron entre los 3 y 4 años después de la siembra, y alcanzó una afectación del 10 % de la población evaluada. Sin embargo, el disturbio no incrementó el número de palmas afectadas; esto sugiere que la anomalía correspondió a características de un cultivar específico.

La DLF en palma del híbrido interespecífico OxG está asociada a un desbalance Ca/B; por lo tanto, la fertilización debe basarse en análisis foliares y de suelos para una dosificación de nutrientes correcta.

La polinización asistida con polen o por aplicación de ANA tiene un impacto positivo en la formación de los racimos, lo cual evita su malogro y mejora la composición de frutos normales y partenocárpicos, con la disminución de la proporción de frutos abortados y el incremento del peso medio de los racimos.

15.7. Referencias bibliográficas

- Ayala, I. y Romero, H. (2018). Búsqueda de materiales resistentes a la PC y manejo de híbridos OxG. *Seminario Internacional. Ancupa*, 65.
- Ayala, I. y Romero, H. (2019). *Cultivares híbridos OxG y la reactivación productiva de zonas problema con PC* [confedrencia]. XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/09/1.Ivan-Ayala-OxG-RTN-2019_compressed.pdf
- Babu, N. S., Medda, P. S., Sinha, K., & Ghosh, A. (2018). Effect of potassium-boron content of leaf on copra yield of coconut (*Cocos nucifera* L.) in terai region of west Bengal, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2), 398-410. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.051>
- Bastidas, S., Peña, E. y Reyes, R. (2013). *Preguntas sobre palma de aceite Elaeis guineensis* Jacq., *palma Noli Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés y los híbridos interespecíficos Noli x palma de aceite (*E. oleifera* x *E. guineensis*). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica.
- Broschat, T. K. (2011). Uptake and distribution of boron in coconut and paurotis palms. *American Society for Horticultura Science*, 46(12), 1683-1686. <https://doi.org/10.21273/hortsci.46.12.1683>
- Corley, R. H. y Tinker, P. B. (2009). *La palma de aceite* (4.^a ed.). Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.
- Díaz, D. K. (2020). *Comparación de estructuras de costos con aplicación de hormonas en la conformación de racimos en palma de aceite comercial (Var. Irho Cabaña) en la Plantación agropecuaria Macolla S.A.S.* [trabajo de grado, Universidad de los Llanos]. Repositorio institucional Unillanos. <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1630>
- Franco, P. N. (2002). Selección y descarte de plantas anormales de palma de aceite en viveros. *Boletín Técnico*, 14.
- Franco, P. N. (2003). *Manual técnico: Manejo de viveros de palma de aceite*. Corporación Centro de investigación en Palma de Aceite; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/10500/10490>
- Garbanzo, G., Molina, E., Cabalceta, G. y Ramírez, F. (2018). Evaluación de Si y Ca foliar en el crecimiento y tolerancia de complejo de necrosis foliar en palma de aceitera. *Agronomía Costarricense*, 42(2), 43-57. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v42n2/0377-9424-ac-42-02-43.pdf>

- Haryanti, S., Yaacob, A., & Goh, K. (2013). Nitrogen fertilization and its nitrogen Fertilization and its Effect on Boron Uptake and Distribution in Young Oil Palm. *Mosta Agronomy Workshop*.
- Hormaza, P. A., Forero, D. C., Ruiz, R. y Romero, H. M. (2010). *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleifera [Kunt] x Elaeis guineensis Jacq.)*. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite. http://gsem.weebly.com/uploads/9/3/5/1/9351412/fenologa_de_la_palma_de_aceite_africana_y_del_hbrido_interespecifico.pdf
- Jacquemard, J. C., Suryana, E., Dadang, K., & Tailliez, B. (2006). *Expression of boron deficiency symptoms and link with the genotype in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.)* [conference]. International Oil Palm Conference (IOPC), Bali, Indonesia.
- Mantilla, E. P. y Meléndez, M. R. (2015). *Evaluación de viabilidad y compatibilidad de polen de distintos materiales híbridos de palma aceitera (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis)* [trabajo de grado, Universidad de las Américas]. Repositorio institucional UDLA. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4548/1/UDLA-EC-TIAG-2015-13.pdf>
- Motta, D. F. y Beltrán, J. A. (2010). *Establecimiento y manejo de viveros de palma de aceite*. Cenipalma.
- Nurwahyuni, E., & Susila, E. T. (2019). The effect of calcium on photosynthetic rate due to aba and proline behaviour of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings under drought conditions. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 34(1), 31-42. <https://jurnal.uns.ac.id/carakatani/article/view/28264/pdf>
- Pérez, W. y Arias, N. (2020a). Efecto de la polinización asistida en el malogro de racimos en un cultivar híbrido OxG (ASD Manaos x Compacta), en la Zona Suroccidental palmera de Colombia [en revisión].
- Pérez, W. y Arias, N. (2020b). Reducción del malogro en racimos de cultivares híbrido OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) mediante el uso de mejores prácticas [en revisión].
- Putra, E. T. S., Issukindarsyah, T., & Purwanto, B. H. (2015). Physiological responses of oil palm seedlings to the drought stress using boron and silicon applications. *Journal of Agronomy*, 14(2), 49-61. <https://doi.org/10.3923/ja.2015.49.61>
- Rincón, S. M., Hormaza, P. A., Moreno, L. P., Prada, F., Portillo, D. J., García, J. A. y Romero, H. M. (2013). Uso de las etapas fenológicas de los frutos y características fisicoquímicas del aceite para determinar el momento de cosecha óptimo en híbridos interespecíficos de palma OxG. *Palmas*, 34(2), 21-33. https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10843/pdf_30

- Rivera, Y., Moreno, A., & Romero, H. M. (2013). Biochemical and physiological characterization of oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) grown in hydroponics. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 465-472. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v18n3/v18n3a5.pdf>
- Romero, H. M. (2018). Polinización artificial de híbridos OxG para la obtención de frutos partenocárpicos y la producción de aceite (*Elaeis oleifera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.). *El Palmicultor*, 558, 15-18. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/12557/12475>
- Rosero, G. y Santacruz, L. (2014). Efecto de la polinización asistida en medio líquido en la conformación del racimo en material híbrido OxG en la plantación Guaicaramo S. A. *Palmas*, 35(4), 11-19. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11028/11013>
- Sari, N. Y., & Susila, E. (2019). The contribution of calcium to changes leaf anatomy character of oil palm seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq.) under drought stress. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 4(1), 23-32. <https://jurnal.ugm.ac.id/jip/article/view/42447/24482>
- Socha, J., Cayón, D., Ligarreto, G., & Chaves, G. (2019). Effect of pollen doses on fruit formation and oil production in two hybrid palm genotypes (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). *Agronomía Colombiana*, 37(1), 12-17. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v37n1.75313>
- Woittiez, L. S., Wijk van, M. T., Slingerland, M., Noordwijk van, M., & Giller, K. E. (2017). Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *European Journal of Agronomy*, 83, 57-77. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.002>

