

Validación del punto óptimo de cosecha en el cultivar híbrido interespecífico OxG corpoica (Cereté x Deli y Cereté x Yangambi)

Autores: Kelly Sinisterra¹, Arley Caicedo², Carlos Castilla³, David Ceballos³, Manfred Palacio³, Ingrid Cortés⁴, Jhonatan Camperos¹, Iván Ayala², Mauricio Mosquera¹.

¹ Investigador de Cenipalma, Unidad de Validación de Resultados de investigación.

² Investigador de Cenipalma, Programa de Biología y Mejoramiento de la Palma.

³ Investigador de Agrosavia.

⁴ Investigador de Cenipalma, Programa de Procesamiento.

Autor para correspondencia: Mauricio Mosquera, mmosquera@cenipalma.org

Notas del Director

Una de las alternativas que tienen los palmicultores para seguir en el negocio de la palma de aceite en zonas afectadas por la Pudrición del cogollo (PC), es la siembra de cultivares resistentes a la enfermedad y que son resultantes de cruzamientos OxG (*E. oleifera* x *E. guineensis*). Sin embargo, cuando los cruzamientos OxG se empezaron a sembrar en la zona de Tumaco era poco lo que se conocía de sus requerimientos nutricionales, hídricos y en general, en cuanto a su manejo había más preguntas que respuestas. Una década después, la enfermedad ha devastado otras dos zonas palmeras, y por ende, la opción de los cruzamientos OxG se hace más relevante para los productores de todas las zonas en las cuales se cultiva la palma aceitera.

Cenipalma ha avanzado en el conocimiento de los cruzamientos OxG. Desde todas las disciplinas que se tienen en el Centro de Investigación, se han abordado temáticas que se relacionan directamente con los cultivares interespecíficos OxG y que van desde la fisiología, biología, nutrición, sanidad, manejo de cultivo, la extracción del aceite de los racimos procedentes de estos cruzamientos, hasta sus costos de producción.

Entre los retos en torno al manejo de los cultivares híbridos interespecíficos OxG, se encuentra la necesidad de determinar el punto óptimo para la cosecha de cada uno de los que se han sembrado. Contrario a lo que ocurre con los cruzamientos de *E. guineensis*, en los cuales algunas características de la madurez de los racimos son señales inequívocas del momento óptimo de la cosecha, en los cultivares híbrido OxG se presentan una mayor variedad en “las señales” que permiten juzgar si un racimo está maduro y listo para cosecharse.

Precisamente, Cenipalma definió que a partir del estadio 807 de desarrollo del racimo (según la escala BBCH) se obtiene el mayor potencial de extracción de aceite y peso del racimo, por lo cual continúa trabajando en definir las características de los racimos en esta etapa de desarrollo para cada uno de los cultivares OxG más sembrados en el país. Los resultados que aquí se presentan, reafirman la necesidad de explorar estas características, las cuales deberán ser consideradas para que al proceder con la cosecha, se obtenga el mayor contenido de aceite. En esta ocasión presentamos a los productores de palma de aceite de Colombia, los resultados de un trabajo conjunto entre los equipos de investigación de Cenipalma y Agrosavia de la zona de Tumaco, referente al punto óptimo de cosecha de los cruzamientos conocidos como “Híbrido OxG Corpoica”.

Alexandre Cooman, PhD.
Director General, Cenipalma

Introducción

En el año 2006, en el municipio de Tumaco y sus alrededores (Zona Suroccidental) se reportaban 36.934 hectáreas sembradas con palma de aceite *E. guineensis* (Martínez, Corredor & Silva, 2008), de las cuales más de 30.000 fueron devastadas por el complejo de la enfermedad Pudrición del cogollo (PC) (Sanz, 2016). Como respuesta a esta epidemia, se establecieron plantaciones con cultivares híbridos OxG que se sabía eran tolerantes a la enfermedad.

● Sin embargo, el manejo de estos cultivares ha representado un gran reto para sus cultivadores, debido a la necesidad de llevar a cabo la labor de polinización asistida dada la baja viabilidad del polen. Además, se encontró que presentaban problemas en el llenado y la conformación del racimo a causa de la asincronía floral y que eran más proclives al ataque de *Sagalassa valida* (López, 1978; Rincón *et al.*, 2013; Rosero & Santacruz, 2014; Corredor *et al.*, 2016).

Otro de los retos ha sido determinar el punto óptimo de cosecha para cada uno de los cultivares OxG con el fin de maximizar el contenido de aceite. En plantaciones con cultivos *E. guineensis*, el criterio de uso común para determinar el punto óptimo de cosecha es el del color de los racimos. Sin embargo, en los cruzamientos OxG, es difícil percibir a simple vista la diferencia entre los estadios fenológicos más cercanos al momento de la cosecha (806, 807 y 809) (Rincón *et al.*, 2013). Con el fin de solucionar esto, el área de Fisiología del Programa de Investigación de Biología y Mejoramiento de la Palma de Aceite de Cenipalma, realizó estudios sobre las características de maduración de los frutos, las cuales se estandarizaron con base en la escala BBCH de la palma de aceite (Forero *et al.*, 2012).

Los resultados de estas investigaciones arrojaron que el punto óptimo de cosecha para los cruzamientos híbridos OxG es a partir del estadio 807, en el cual se alcanza el mayor peso y potencial de aceite. Para el caso específico del cruzamiento Cereté x Deli, el estadio 807 se presenta en promedio a los 174 días después de la polinización, caracterizándose por un desprendimiento natural entre 10 y 54 frutos y alcanzando contenidos de aceite de 23,8 % en promedio (Caicedo *et al.*, 2018). Resultados similares fueron encontrados por Agrosavia, los cuales presentan la mayor acumulación de aceite en los racimos de este cultivar entre los 170 y 180 días después de la polinización asistida (Bastidas, *et al.*, 2011). Sin embargo, a pesar de los esfuerzos para identificar el punto óptimo de cosecha de este cultivar y pese a que el Centro de Investigación Agrosavia El Mira realiza polinización y nutrición balanceada, solo se logró una tasa de extracción de aceite de 17 %. En consecuencia, se propuso un trabajo conjunto entre investigadores de Agrosavia y de Cenipalma que tuvo como finalidad validar el punto óptimo de maduración de los racimos según lo propuesto por Cenipalma, lo que permite cosechar racimos con mayor contenido de aceite en el híbrido OxG Corpoica.

Aspectos metodológicos

Ubicación: el trabajo de validación se llevó a cabo en la estación experimental Agrosavia El Mira, localizada en el municipio de San Andrés de Tumaco, Nariño. Sus

coordenadas son 1° 32' 58" N y 78° 41' 21" O, a 16 m.s.n.m. En la región predominan condiciones de bosque húmedo tropical, con un promedio de precipitación anual de 3.000 mm, 25,5 °C de temperatura media, humedad relativa promedio del 88 % y 1.008 horas de brillo solar anual. La plantación de Agrosavia El Mira cuenta con un área de 100 hectáreas sembradas con cultivares híbridos OxG Corpoica: Cereté x Deli y Cereté x Yangambi, los cuales ocupan el 70 % y 30 % del área total respectivamente.

Las prácticas evaluadas fueron la labor de cosecha desarrollada por la plantación con criterio de corte de racimos con 10 o más frutos desprendidos y la labor de cosecha cuando se implementó el punto óptimo de cosecha desarrollado por Cenipalma para el cultivar Cereté x Deli. En ambos casos, el ciclo de corte de racimos correspondió a 21 días. Para esto la validación se desarrolló en dos fases:

Fase 1. Diagnóstico de cosecha: en esta primera fase se procedió a describir la práctica de cosecha implementada por Agrosavia en los lotes sembrados con cultivares híbridos interespecíficos OxG Corpoica. Para lo cual se identificaron las características de los racimos cosechados por la plantación, considerando el punto óptimo de cosecha definido para este cultivar de acuerdo con la escala BBCH (Forero *et al.*, 2012; Millán *et al.*, 2017; Caicedo *et al.*, 2018).

Fase 2. Implementación del punto óptimo de cosecha: con los resultados obtenidos en el análisis de los datos recolectados en la primera fase, se hicieron ajustes para modificar el proceso de cosecha de tal manera que solo se llevaran a planta de beneficio racimos en estado óptimo de madurez. Se anota que el ajuste al criterio de cosecha consistió en pasar de 10 a 25 frutos sueltos, siendo una de las características pero no la única para determinar el punto óptimo de cosecha recomendado por Cenipalma, que corresponde a racimos que se cosechan a partir del estadio 807, donde adicional al desprendimiento de los frutos anteriormente descrito, se debe tener en cuenta el color opaco de los frutos y cuarteamiento que debe ser superior al 5 %. El personal de campo se capacitó según el criterio de cosecha modificado (criterio Cenipalma), previo a la cosecha y como estrategia para orientar a los trabajadores; mientras se habituaban al nuevo criterio, se realizó acompañamiento al proceso de marcación de las palmas con racimos a cosechar.

Las evaluaciones de las características de los racimos en las fases 1 y 2 se realizaron en el lote y el acopio de los racimos. Los aspectos evaluados correspondieron al estadio fenológico de los racimos cosechados en el campo,

días después de polinización, cantidad de frutos desprendidos naturalmente y porcentaje de cuarteamiento (Figura 1).



Figura 1. Evaluación de las características de los racimos el en acopio de la plantación mediante la observación de la coloración, opacidad y porcentaje de cuarteamiento de los frutos del racimo.

Finalmente, se trabajó de manera conjunta con la empresa Palmeiras S.A., con el fin de realizar baches de extracción de aceite del fruto procedente de este trabajo de validación, de tal manera que se estimó la tasa de extracción de aceite (TEA). Además, se realizó la calificación de la conformación de los racimos (Figura 2) en la tolva de la planta de beneficio, utilizando la escala propuesta por el Comité de Plantas de Beneficio de la Zona Suroccidental (García *et al.*, 2017). Los datos fueron analizados por medio de estadística descriptiva.



Figura 2. Escala de calificación en tolva de la planta de beneficio de la conformación del racimo en cuanto a polinización asistida propuesta por el Comité Asesor de Plantas de Beneficio de la Zona Suroccidental (2017).

Resultados

Estado de madurez de los racimos cosechados

En la categorización del estadio fenológico de los racimos correspondientes al criterio de cosecha, se encontró en la plantación que el 29,3 % de los racimos cosechados no estaban en su punto óptimo de cosecha, sino en estadios inmaduros (805 y 806). De acuerdo con Millán *et al.*, (2017) y Caicedo *et al.*, (2018) el potencial de aceite de los racimos en el estadio 806 se encuentra en promedio en 12 %, situación que impacta de manera negativa la tasa de extracción. Adicionalmente, estos racimos presentan alrededor de 50 % menos aceite que los racimos en estadios 807 y 809.

Después de la implementación de los ajustes al criterio de cosecha de racimos recomendado por Cenipalma (es-

● tadio 807), se encontró que el 71 % de los racimos se encontraban en el estadio 809 y el 29 % en el estadio 807 (Tabla 1). Es decir, con el ajuste en el criterio de cosecha se logró incrementar al 100 % el porcentaje de racimos cosechados en estados de buena maduración y reducir el número de racimos inmaduros de 29 a 0 % . Cabe señalar que el incremento en racimos en estadio 809 fue consecuencia de la duración del ciclo, el cual no se modificó y, por ende, los racimos que se dejaron de cosechar en

el anterior ciclo de corte por presentar desprendimiento menor a 25 frutos, al pasar tres semanas maduraron hasta llegar a dicho estadio. Dado que esta validación sigue en curso, en las etapas posteriores se harán estas mismas evaluaciones habiendo ajustado el ciclo de cosecha de 21 a 15 días (o menor si la producción lo amerita), con el fin de disminuir la participación de racimos en estadio 809 (sobremaduros) en el total de racimos cosechados, así como la cantidad de fruto desprendido.

Tabla 1. Porcentaje de racimos cosechados según su estadio de madurez, en la línea base y después del ajuste de cosecha.

Estadio	Línea base *Fase 1	Con punto óptimo de cosecha *Fase 2
805	0,5 %	N.A.
806	28,8 %	N.A.
807	59,8 %	28 %
809	10,9 %	72 %

*Ajustado según recomendaciones de Cenipalma

Número de días después de la polinización al momento de la cosecha (DDP) y frutos desprendidos (FD): en las Tablas 2 y 3 se presentan los resultados de las características de los racimos cosechados en cuanto a días después de la polinización y número de frutos desprendidos de las evaluaciones realizadas antes y después del ajuste del criterio de cosecha, estos resultados son similares a los reportados por Cenipalma para el cultivar de estudio

(estadio 806: 154 DDP y 0-7 FD; estadio 807: 174 DDP y 10-54 FD y estadio 809: 178 DDP y >60 FD). El número de frutos desprendidos varió según el estadio fenológico, alcanzando el mayor desprendimiento en 809. Es de resaltar que en las dos evaluaciones el comportamiento fue similar, validando una vez más la utilidad de la escala fenológica BBCH del híbrido interespecífico O×G (Forero *et al.*, 2012; Millán *et al.*, 2017)

Tabla 2. Días después de polinización (DDP) de los racimos cosechados

Evaluaciones	Estadio	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar
Línea base *Fase 1	806	151	166	165	7,6
	807	162	202	180	9,3
	809	164	206	186	63,0
Con punto óptimo de cosecha *Fase 2	807	167	197	181	8,4
	809	167	225	187	10,0

*Ajustado según recomendaciones de Cenipalma

Tabla 3. Número de frutos desprendidos de los racimos cosechados

Evaluaciones	Estadio	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar
Línea base *Fase 1	806	0	37	5,1	7,04
	807	0	70	20,2	16,22
	809	50	242	147	9,1
Con punto óptimo de cosecha *Fase 2	807	30	85	48,22	11,69
	809	7	400	58,19	58,19

*Ajustado según recomendaciones de Cenipalma

Conformación y calidad de los racimos cosechados: de acuerdo con la calificación en tolva de los racimos cosechados bajo el criterio de la plantación y el criterio de cosecha de Cenipalma para el cultivar Cereté x Deli se encontró que más del 80 % de los racimos presentaron

una buena conformación (Tabla 4). Es decir, los racimos se encontraron en clases I y II, lo que indica que en los racimos evaluados se está realizando una adecuada polinización, donde el llenado de los racimos (fruit set) en un alto porcentaje es superior al 70 %.

Tabla 4. Evaluación de conformación de racimos en tolva

Clase	Línea base *Fase 1	Con punto óptimo de cosecha *Fase 2
I	60 %	33 %
II	28 %	48 %
III	8 %	14 %
IV	4 %	5 %

Clase I: racimos con más del 90 % de conformación
Clase II: racimos conformados entre 89 y 70 %
Clase III: Racimos conformados entre 69 y 50 %
Clase IV: racimos con una conformación menor al 49 %

*Ajustado según recomendaciones de Cenipalma

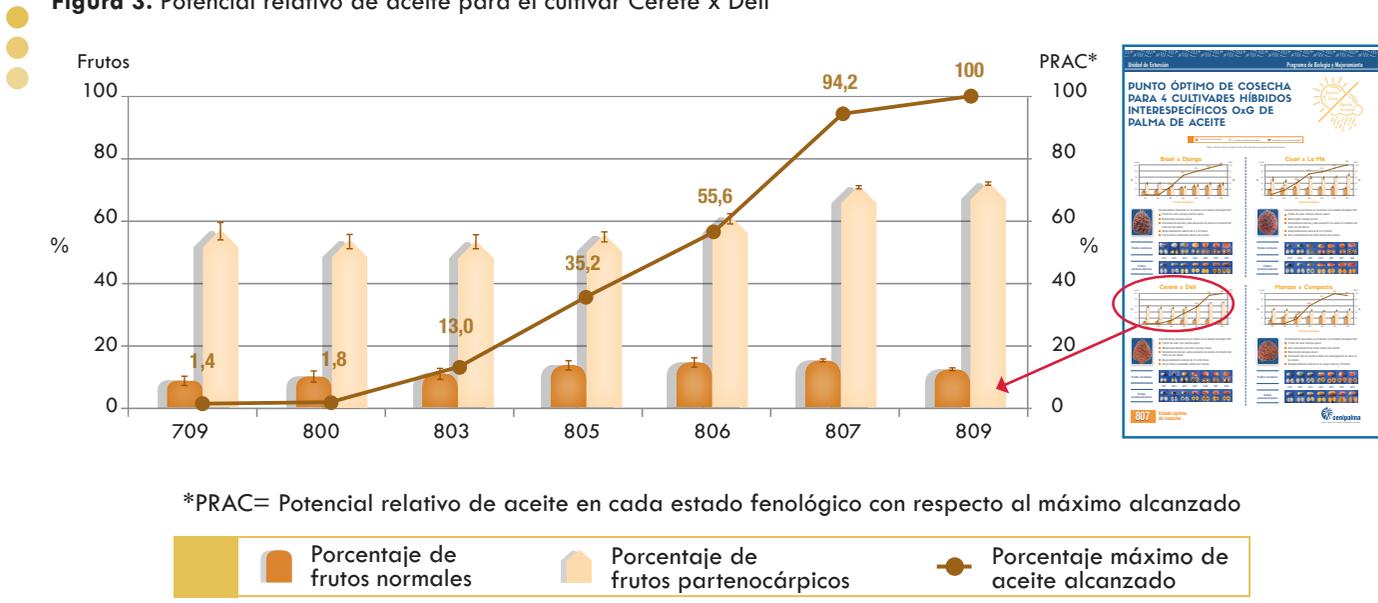
Estos resultados pueden estar asociados con las capacitaciones realizadas por Cenipalma en la zona de estudio, las cuales son soportadas por estudios de Agrosavia y Cenipalma que demostraron que sin polinización asistida no puede esperarse una TEA superior al 14 %. Sin embargo, mejorando la polinización asistida ya se había logrado llegar a una TEA del 17 %.

Tasa de extracción de aceite (TEA): el fruto cosechado bajo el criterio de la plantación arrojó una tasa de extracción de aceite de 17,28 %. Resultado que coincide con el reportado por Agrosavia en la XIV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite de 2017 (Ceballos *et al.*, 2017). Por el contrario, para el bache realizado con las modificaciones del punto

óptimo de cosecha (POC) con el criterio recomendado por Cenipalma, se evidenció un incremento de 2,95 puntos porcentuales en la cantidad de aceite extraído por tonelada de fruto (es decir la TEA). En otras palabras, la TEA pasó del 17,28 % al 20,23 % y este incremento se puede atribuir exclusivamente al cambio en el criterio de cosecha.

Este resultado soporta lo obtenido por Caicedo *et al.*, (2018) quienes reportaron potenciales de aceite en laboratorio de racimos cosechados en estadios superiores a 807 del 23,8 % (época seca) y 22,2 % (época húmeda) para el cruzamiento Cereté x Deli. Asimismo, Romero (2018) afirma que cosechando racimos en su punto óptimo de cosecha se logra incrementar la TEA en los híbridos interespecíficos O_xG (Figura 3).

Figura 3. Potencial relativo de aceite para el cultivar Cereté x Deli



*PRAC= Potencial relativo de aceite en cada estado fenológico con respecto al máximo alcanzado

	Porcentaje de frutos normales		Porcentaje de frutos partenocárpicos		Porcentaje máximo de aceite alcanzado
--	-------------------------------	--	--------------------------------------	--	---------------------------------------

Fuente: tomado del afiche comparativo *Punto óptimo de cosecha para 4 cultivares híbridos interespecíficos OxG de palma de aceite.*

Conclusiones

Los resultados del trabajo de validación que aquí se presentan, permiten resaltar la importancia que tiene realizar la cosecha en el punto óptimo de maduración del racimo, ya que esto impacta positivamente en la tasa de extracción de aceite. Estos resultados son importantes para los palmicultores de pequeña escala de la Zona Suroccidental, quienes han sembrado en mayor proporción el cultivar Corpoica.

El presente trabajo permitió por primera vez realizar la validación del POC desarrollado por Cenipalma en planta de beneficio, encontrando que si se ajusta el POC al recomendado por Cenipalma se logra un incremento en alrededor de 3 puntos de TEA. Previamente, los resultados atinentes al incremento en la extracción de aceite como beneficio del mejoramiento del POC se sustentaron con base en análisis de potencial de aceite en laboratorio.

Debe resaltarse que el punto óptimo de cosecha es único para cada cultivar OxG y no deben usarse indistintamente entre ellos. Es decir, es necesario que para cada cultivar OxG se lleve a cabo este mismo ejercicio de validación. Específicamente, para el cultivar Corpoica se encontró que al realizar la cosecha con un promedio de

25 frutos desprendidos, considerando cuarteamiento y la opacidad de los frutos del racimo, se obtiene la mayor TEA, características que no se consideraban en la plantación (Figura 4). Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el punto óptimo de cosecha esta dado por más de un criterio, como son el desprendimiento, el cuarteamiento y las características organolépticas del fruto (brillantez u opacidad) donde al menos se deben cumplir dos de las tres características (siempre incluyendo desprendimiento para este cultivar) para que el agricultor coseche en el momento adecuado.

Finalmente, para el caso específico del cultivar de estudio si bien es cierto que se mejoraron las tasas de extracción de aceite mediante la implementación del punto óptimo de cosecha, es importante tener en cuenta que cosechar con ciclos de 21 días incrementa el desprendimiento de los frutos en el racimo. Por lo tanto, para optimizar la cosecha se deben ajustar los ciclos, donde se puede tener un impacto en la reducción de los racimos en estadios sobremaduros (809), facilitando la labor de cosecha. Dado que esta validación sigue en curso, en las etapas siguientes, se harán estas mismas evaluaciones habiendo ajustado el ciclo de cosecha de 21 a 15 días.

Figura 4. Punto óptimo de cosecha para el cultivar Cereté x Deli.

Unidad de Extensión Programa de Biología y Mejoramiento

IDENTIFIQUE CORRECTAMENTE

los mejores racimos para cortar

Sáquele todo el aceite
a los híbridos

Cultivar
Cereté x Deli

807

Estado óptimo*
de cosecha

* Nota: es el punto asociado con el mayor potencial de producción de aceite en los frutos sin pérdida de calidad.

-  Frutos de color rojo cobrizo opaco
-  Pocos frutos cuarteados dentro del racimo
- Mesocarpio blando y de color naranja oscuro
- Consistencia viscosa y alta sensación de aceite al contacto del fruto con los dedos
- Desprendimiento natural de 10 a 54 frutos







cenipalma
CON EL APOYO DEL FONDO DE FOMENTO PALMERO

Fuente: tomado del afiche *Identifique correctamente los mejores racimos para cortar, cultivar Cereté x Deli.*

Bibliografía

- Bastidas, S., Betancourth, C., Preciado, C. A., Peña, E., & Reyes, R. (2011). Predicción y control de la cosecha en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* en la zona palmera occidental de Colombia. II. Determinación del ciclo de cosecha para obtener racimos con alto contenido de aceite. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 13-20.
- Caicedo, A., Urrego, A., Ruíz, R., Romero, H. (2018). Punto óptimo de cosecha en los híbridos Cereté x Deli y Manas x Compacta. Poster XIX Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite, Cartagena, Colombia.
- Ceballos, D., Castilla, C., Bastidas, S. y Reyes, R. (2017). Resultados de Investigación y Desarrollo del híbrido OxG El Mira 2015-2017. Memorias XIV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Bogotá, Colombia.
- Forero, D., Hormaza, P., Moreno, L. y Ruiz, R. 2012. Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. Bogotá D.C. Colombia. 150 p.
- García, J.A. Cortés, I. Caballero, K. y Ramírez, N. 2017. Challenges in processing fresh fruit bunches from interspecific hybrid cultivars (OxG) in conventional palm oils mills in Colombia. Presentación International Palm Oil Congress and Exhibition PIPOC.
- López, A., 1978. Efecto de la polinización asistida en la producción de aceite en los cultivares de palma híbrida de Coldesa. In: Conferencia sobre palma de aceite, Santa Marta, Colombia.
- Martínez, G., Corredor, A. y Silva, Á. (2008). Problemática de la Pudrición del cogollo en Tumaco e instrumentos para su manejo y la renovación del cultivo. *Palmas*, 29(3), 11-16.
- Millán, E.; Ruíz, R. y Romero, H. (2017). Criterios de cosecha en cultivares híbrido: Características que evalúan el punto óptimo de cosecha en palma de aceite. Guía de bolsillo. 35 p.
- Rincón, S. M., Hormaza, P. A., Moreno, L. P., Prada, F., Portillo, D. J., García, J. 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.
- Romero, H.M. (2018). Maximización de la TEA de racimos de híbridos interespecíficos OxG mediante la implementación de puntos óptimos de cosecha específicos para cada cultivar. Memorias XIX Conferencia sobre Palma de Aceite, Cartagena, Colombia.
- Rosero, G., 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), 13-21.
- Sanz, J. (2016). Pudrición del cogollo: enfrentamiento integral contra un enemigo letal, *P. palmivora*. *Palmas*, 37(Especial Tomo I), 109-114.



Director general: Alexandre Patrick Cooman, Ph.D.

Revisión de textos: Comité de Publicaciones de Cenipalma

Coordinación editorial: Yolanda Moreno Muñoz - Esteban Mantilla

Diagramación: Myriam Ortiz Aguilar

Impresión: Javegraf

Esta publicación contó con el apoyo de Fedepalma
y el Fondo de Fomento Palmero

Esta publicación es propiedad del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de Cenipalma. Al realizar la presente publicación, Cenipalma ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas. A menos que esté expresamente indicado, no se ha utilizado en esta publicación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor. La información contenida en esta publicación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.