

Validación a escala comercial del punto óptimo de cosecha para el cultivar híbrido interespecífico OxG (Cereté x Deli)*

Commercial Scale Validation of the Optimal Harvest Point for the Interspecific Hybrid Cultivar OxG (Cereté x Deli)

CITACIÓN: Sinisterra, K., Camperos, J., Cortés, I., Caicedo A., Castilla, C., Ceballos, D. & Mosquera-Montoya, Mauricio. (2021). Validación a escala comercial del punto óptimo de cosecha para el cultivar híbrido interespecífico OxG Cereté x Deli. *Palmas*, 42(3), 15-23.

PALABRAS CLAVE: Escala BBCH, Tasa de extracción de aceite, Polinización artificial.

KEYWORDS: BBCH scale, Oil extraction rate, Artificial pollination.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

RECIBIDO: febrero de 2021.

APROBADO: agosto de 2021.

SINISTERRA KELLY
Auxiliar de Investigación II de Cenipalma

CAMPEROS JHONATAN
Asistente de Investigación II de
Cenipalma

CORTÉS INGRID
Auxiliar de Investigación I de Cenipalma

CAICEDO ARLEY
Auxiliar de Investigación I de Cenipalma

CASTILLA CARLOS
Agrosavia

CEBALLOS DAVID
Agrosavia

MOSQUERA-MONTOYA MAURICIO
Coordinador de la Unidad de Validación
Dirección de Investigación de Cenipalma
mmosquera@cenipalma.org
Autor de correspondencia

Resumen

En la palmicultura colombiana se ha incrementado la siembra de cultivares híbridos OxG, como respuesta a la enfermedad de la Pudrición del cogollo (PC). Sin embargo, debido a que existen diferencias en el manejo de estos cultivares comparado con el de los cultivos *E. guineensis*, se han generado grandes retos en investigación en paralelo al desarrollo del cultivo en campo. Entre los aspectos que se han investigado se encuentran la polinización (debido a la baja viabilidad natural del polen de los cruzamientos OxG) y los criterios de cosecha (ya que el color no es un indicador preciso de madurez y los criterios varían entre cruzamientos OxG). Para

abordar estos dos aspectos, Cenipalma desarrolló tecnologías como la polinización artificial con ANA y el punto óptimo de cosecha (POC) para los cuatros cultivares OxG más sembrados en el país.

Este documento presenta los resultados de un trabajo cuyo objetivo fue validar el POC para el cultivar Cereté x Deli a escala comercial, en dos escenarios de polinización (asistida y artificial). Se evaluó el estado de madurez de los racimos al momento del corte y el contenido de aceite de estos en planta de beneficio. El estudio se desarrolló en tres fases. En la Fase 1 (línea base) se cosecharon racimos polinizados con polen (polinización asistida) y según el criterio de una plantación de Tumaco. En la Fase 2 se cosecharon racimos polinizados con polen (polinización asistida), los cuales se cortaron según el POC para el cultivar Cereté x Deli. En la Fase 3 se cosecharon racimos polinizados con ANA (polinización artificial), utilizando el POC para este mismo cultivar. Los resultados indican que en la Fase 1, el 29,3 % de los racimos fueron cosechados en estados inmaduros y se obtuvo una tasa de extracción de aceite (TEA) de 17,28 %. En la Fase 2 se logró cosechar el 100 % de los racimos maduros y la TEA fue de 20,23 %. En la Fase 3, el 18 % de los racimos se cosecharon en estadios inmaduros y se obtuvo una TEA de 26,24 %. Estas conclusiones validan los resultados de investigación a nivel comercial y ratifican el impacto del POC y de la polinización artificial, sobre la rentabilidad del negocio.

Abstract

In Colombian palm cultivation, the sowing of hybrid OxG cultivars has increased, as a response to the disease of bud rot (PC). However, because there are differences in the management of these cultivars compared to that developed for *E. guineensis* crops, great research challenges have been generated in parallel to the development of the field crop. Among the aspects that have been investigated are pollination (due to the low natural viability of pollen from OxG crosses) and harvest criteria (since color is not a precise indicator of maturity and criteria vary between OxG crosses). To address these two aspects, Cenipalma has developed technologies: artificial pollination with ANA and the optimum harvest point (POC) for the four most widely planted OxG cultivars in the country.

This document presents the results of a validation work whose objective was to validate the POC for the Cereté x Deli cultivar on a commercial scale, in two pollination scenarios (assisted and artificial). The ripeness of the bunches was evaluated at the time of cutting and their oil content in the processing plant. The work was developed in three phases. In Phase 1 (baseline), clusters pollinated with pollen (assisted pollination) were harvested according to the criteria of a Tumaco plantation. In Phase 2, bunches pollinated with pollen (assisted pollination) were harvested, which were cut according to the POC for the Cereté x Deli cultivar. In Phase 3, clusters pollinated with ANA (artificial pollination) were harvested, cut using the POC for this same cultivar. The results indicate that in Phase 1, 29.3% of the bunches were harvested in immature stages and a oil extraction rate (TEA, by its Spanish abbreviated) of 17.28% was obtained. In Phase 2, 100% of the ripe bunches were harvested and the TEA was 20.23%. In Phase 3, 18% of the bunches were harvested in immature stages and a TEA of 26.24% was obtained. These results validate the research results at a commercial level and ratify the impact of POC and artificial pollination on the profitability of the business.

Introducción

La Pudrición del cogollo (PC) devastó más de 30.000 hectáreas (ha) sembradas con palma de aceite *E. gui-*

neensis en el municipio de Tumaco y sus alrededores (Zona Suroccidental) (Martínez, Corredor y Silva, 2008; Martínez *et al.*, 2018). Como respuesta a la enfermedad se fomentó la siembra de cultivares híbridos

OxG, que se sabía tenían resistencia parcial a esta enfermedad (Romero, 2018). Sin embargo, el manejo de estos a escala comercial era desconocido, razón por la cual este se llevó a cabo emulando las prácticas realizadas con cultivos *E. guineensis*. Entre los principales retos enfrentados con los cultivares OxG, debe mencionarse la baja viabilidad natural del polen (López, 1978; Rosero y Santacruz, 2014) y que las características de madurez del racimo varían entre cultivares, lo que dificulta que el cosechero determine correctamente el momento oportuno de corte de los racimos (Caicedo *et al.*, 2018).

Con respecto a la baja viabilidad natural del polen de los cultivares híbridos OxG, la cual impacta la formación de racimos, el llenado de los frutos y el potencial de aceite, surgió la polinización asistida (Rosero y Santacruz, 2014), labor dispendiosa y costosa, que bien realizada permite tener producciones similares a las de *E. guineensis* (Mosquera *et al.*, 2019). En una investigación desarrollada por Agrosavia en el cultivar Cereté x Deli (Ceballos *et al.*, 2017), se encontró que partiendo de buenas prácticas de manejo agronómico (nutrición, sanidad y ciclos de cosecha) y con la implementación de la polinización asistida, la tasa de extracción de aceite (TEA) incrementó en 6,7 puntos porcentuales, pasando de una TEA de 10,1 % sin polinización, a una de hasta el 16,8 % con polinización asistida, sin embargo, esta se encontraba por debajo de los parámetros de rentabilidad del cultivo.

Recientemente, con el objetivo de mejorar los contenidos de aceite en el racimo y maximizar las TEA se desarrolló un método de polinización que se basa en tres aplicaciones de ácido naftalenacético (ANA) a cada inflorescencia femenina, realizando la primera cuando la inflorescencia está en antesis y 2 refuerzos a los 7 y 14 días después de antesis (dda) (Daza *et al.*, 2016). Esta labor se conoce como polinización artificial, la cual ha tenido un gran impacto para la agroindustria, ya que incrementó el contenido de aceite en los racimos y disminuyó el porcentaje de los malogrados (Romero *et al.*, 2018; Romero, 2018).

Por otro lado, en lo que concierne al punto óptimo de cosecha (POC), en los cultivares OxG es difícil percibir la diferencia de color entre los estadios fenológicos cercanos al POC (806, 807 y 809), contrario a lo que ocurre con cultivares *E. guineensis*, para los cuales el color representa el estado de madurez del racimo

(Rincón *et al.*, 2013; Amado *et al.*, 2017). Con el fin de solventar esta situación, el Programa de Investigación de Biología y Mejoramiento de Cenipalma realizó estudios sobre las características de maduración de los racimos de los cuatro cultivares híbridos OxG más sembrados en Colombia, los 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 ocurre a partir del estadio 807, en el cual se alcanza el mayor peso de racimo y potencial de aceite.

Para el cruzamiento Cereté x Deli, el POC ocurre en el estadio 807, aproximadamente 174 días después de la polinización, resultado que coincide con el reportado por Preciado *et al.* (2011) para este cultivar, indicando que la mayor acumulación de aceite ocurre entre 170 y 180 días después de la polinización. En el estadio 807 el racimo se caracteriza por el desprendimiento natural entre 10 y 54 frutos y en promedio alcanza un potencial de aceite de 23,8 % (Caicedo *et al.*, 2018).

A partir de los nuevos desarrollos anteriormente descritos, tanto en alternativas en la polinización de racimos de los híbridos OxG como en la determinación del POC por cada uno de los cultivares OxG sembrados en Colombia, se planteó el siguiente trabajo de validación en el cultivar OxG Cereté x Deli, dado que este cultivar representa el 5 % del área sembrada en el municipio Tumaco, principalmente en siembras de productores de pequeña escala y, además, tiene muchas restricciones para su procesamiento en las plantas de beneficio debido a las bajas TEA obtenidas. El propósito de este trabajo fue comparar en una escala comercial las prácticas tradicionales de criterios de corte y el POC definido para este cultivar en dos diferentes escenarios de polinización: polinización tradicional + POC y polinización artificial con ANA + POC, todo con el fin de cuantificar su impacto en la calidad de los racimos cosechados y la TEA en planta de beneficio.

Metodología

Ubicación. El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental El Mira de Agrosavia, localizada en el municipio de San Andrés de Tumaco, Nariño. Sus

coordinadas 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 estación de El Mira cuenta con 100 ha sembradas con cultivares Cereté x Deli y Cereté x Yangambi, los cuales ocupan el 70 % y 30 % del área total de la plantación, respectivamente.

Se evaluó el estado de madurez de los racimos, según el criterio de 10 o más frutos desprendidos, el cual correspondía al criterio impartido por la plantación a los trabajadores antes de la implementación del POC. Posteriormente, se evaluó el estado de madurez de los racimos cortados según el POC desarrollado por Cenipalma para el cultivar Cereté x Deli. La evaluación de los racimos bajo cada uno de los criterios mencionados se realizó en diferentes fechas de cosecha durante el mismo semestre del año, el ciclo de corte se mantuvo en 21 días. El trabajo se desarrolló en 3 fases, cabe anotar que en todas, la cosecha se realizó en los mismos lotes, es decir siempre en la misma área:

Fase 1. Línea base. Correspondió a racimos polinizados tradicionalmente (polinización asistida), los cuales se cortaron utilizando como único criterio el desprendimiento natural de 10 o más frutos sueltos (criterio plantación). Se evaluaron 180 racimos, considerando el estado de madurez a partir de los parámetros: cantidad de frutos desprendidos naturalmente, porcentaje de cuarteamiento y opacidad del fruto.

Posteriormente y de manera paralela, todos los racimos cosechados se procesaron en la planta de beneficio de la empresa Palmeiras Colombia S. A. Previo al procesamiento, se realizó la calificación de la conformación de los racimos (Figura 1) en tolva de la planta de beneficio, utilizando la escala propuesta por Cenipalma y el Comité de Plantas de Beneficio de la Zona Suroccidental (García *et al.*, 2017). Los racimos se procesaron en un bache exclusivo, en donde se determinó la TEA.

Fase 2. Polinización asistida y punto óptimo de cosecha. En esta fase la plantación continuó con el método de polinización tradicional (polinización asistida); sin embargo, se modificó el criterio de corte

Figura 1. Criterios de calidad en tolva para racimos de fruto de palma de aceite en cultivares híbridos OxG. Comité Asesor de Plantas de Beneficio de la Zona Suroccidental (2017)



mediante la instrucción al personal de cosecha. Para fines de este trabajo, inicialmente, se marcaron las bases peciolares de las hojas de los racimos aptos para la cosecha, facilitando su identificación en campo por parte del personal. Estos racimos se cosecharon según dos de los tres criterios del POC definido por Cenipalma para Cereté x Deli, que incluyeron: 1) más de 25 frutos sueltos, 2) opacidad de los frutos y 3) cuarteamiento de frutos superior al 5 %. A diferencia de la fase anterior, no se tuvo en cuenta un único criterio para el corte de racimos y, adicionalmente, se cambió el límite inferior del criterio de desprendimiento pasando de 10 frutos sueltos a 25 o más. En lo que concierne a las evaluaciones de los racimos en campo y su procesamiento en planta de beneficio se siguió la misma metodología descrita en la Fase 1.

Fase 3. Polinización artificial y punto óptimo de cosecha. En esta fase, la plantación cambió de método de polinización, pasando de tradicional a artificial, por lo cual la cosecha de racimos se realizó 8 meses después del cambio de tecnología. Se cosecharon racimos que fueron polinizados utilizando ANA sólida, con aplicaciones en promedio de 4g/inflorescencia durante la antesis, 7 días después de antesis (dda) y 14 dda. Adicionalmente, se implementó el corte de racimos siguiendo los criterios de POC definidos por Cenipalma para Cereté x Deli, según se describió para la Fase 2. En lo que concierne a la evaluación de los racimos de la Fase 3, se realizó un muestreo sis-

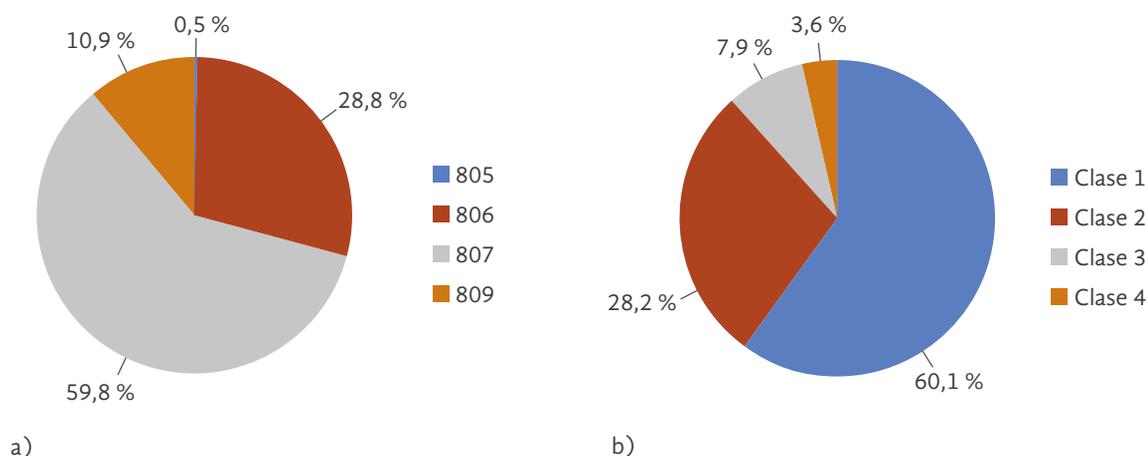
temático (Särndal *et al.*, 2003) que consistió en evaluar 1 racimo, cada 5 cosechados por el cortador. La frecuencia de evaluación se definió considerando el total de racimos cosechados en el ciclo de corte anterior sobre el tamaño de la muestra estimado, el cual equivalió a 180 racimos. Las evaluaciones de contenido de aceite en planta de beneficio se realizaron de la manera descrita para la Fase 1.

Resultados y discusión

Fase 1. Línea base

Al evaluar la calidad de la cosecha bajo el POC de los racimos cosechados con el criterio de 10 o más frutos sueltos se reportó que el 29,3 % no estaba en POC sino en estadios inmaduros 805 y 806 (Figura 2a). De otra parte, la calificación en tolva indicó que el 88 % de los racimos presentaron buena conformación, caracterizada por una adecuada polinización asistida, con más del 70 % de frutos formados, lo que permitió obtener el 60,1 % en clase 1 y 28,2 % en clase 2 (Figura 2b). Sin embargo, en lo que respecta a la TEA obtenida en la planta de beneficio esta fue de 17,28 %, valor similar al reportado por Ceballos *et al.* (2017), en el que se obtuvo una TEA del 16,8 %. Caicedo *et al.* (2018) reportaron que el potencial de aceite en estadios 805 y 806 es de solo el 45 % y 65 % del valor que se obtiene en condiciones de punto óptimo.

Figura 2. a) Categorización de estadios fenológicos en racimos cosechados con criterio de cosecha de plantación. b) Conformación de racimos



Con estos resultados se demuestra que no solo es importante la buena conformación del racimo sino también el tiempo requerido para alcanzar el estado de madurez óptimo.

Fase 2. Polinización asistida y punto óptimo de cosecha

Después de la implementación de los ajustes al criterio de cosecha para el corte de racimos recomendado por Cenipalma (estadio 807), se encontró que todos los racimos se cosecharon en punto óptimo. El 72 % se encontraban en estadio 809 y 28 % en 807 (Figura 3a). Cabe señalar que el incremento en racimos en estadio 809 fue consecuencia de la duración del ciclo de cosecha (21 días), el cual no se modificó y, por lo tanto, los racimos que no se cosecharon debido a que presentaron desprendimiento menor a 25 frutos durante la cosecha anterior, 3 semanas después maduraron hasta estadio 809. En consecuencia, se determinó que para evitar la pérdida de aceite y la recolección excesiva de frutos sueltos en campo, se hace necesario ajustar los ciclos, lo cual escapó al alcance de este trabajo, pero se menciona para futuras investigaciones.

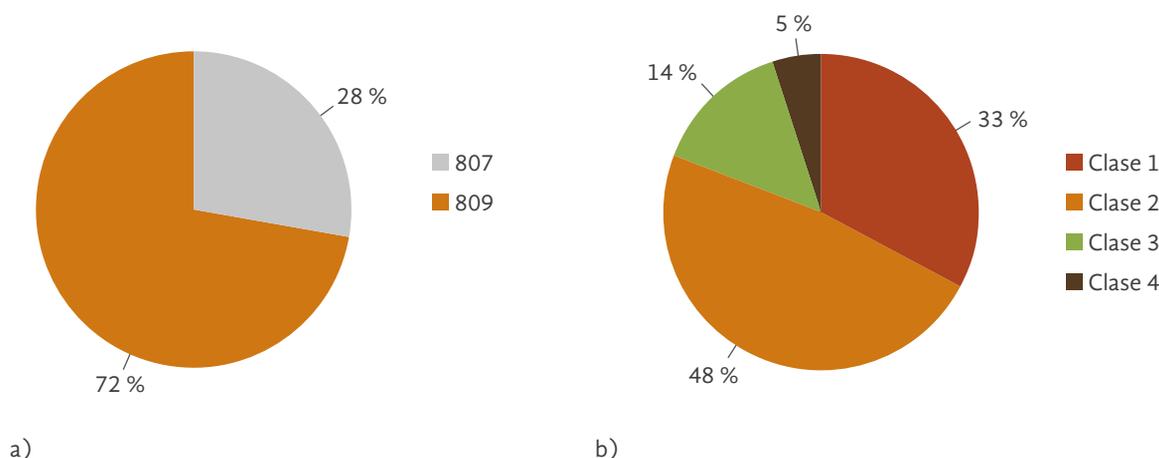
La evaluación en la tolva de la planta de beneficio de la conformación de los racimos revisados en la Fase 2 mostró que el 81 % fueron clasificados en las clases 1 y 2, aunque ciertamente disminuyó la participación de

los racimos clase 1 (Figura 3b). En lo que concierne a la TEA, se evidenció un incremento de 2,95 puntos porcentuales respecto al de la Fase 1, donde esta pasó de 17,28 % a 20,23 %, incremento que se puede atribuir exclusivamente al cambio en el criterio de cosecha. Este resultado es acorde a lo reportado por Romero (2019), en el sentido de que plantaciones comerciales de Colombia que han establecido los criterios de POC específicos para cada cultivar híbrido OxG han evidenciado incrementos en la TEA, superiores a 4 puntos porcentuales.

Fase 3. Polinización artificial y punto óptimo de cosecha

En los racimos que se polinizaron con ANA y se cosecharon con el POC de Cenipalma como criterio de corte se reportó en las evaluaciones en campo que el 82 % se cosecharon en estadios óptimos de madurez, correspondientes a 807 y 809 y, el restante, en estadios inmaduros (Figura 4a). Estos últimos se pueden atribuir a que los racimos polinizados con ANA presentaban una alta opacidad pero no desprendía el fruto de la misma manera que aquellos tratados con polinización asistida (polen), logrando confundir al personal de cosecha en la identificación de los maduros. Esta afirmación está sujeta a investigación en proyectos posteriores, pues es sin duda un tema que amerita ser develado.

Figura 3. a) Categorización de estadios fenológicos en racimos cosechados con el criterio de cosecha desarrollado por Cenipalma. b) Conformación de racimos



Respecto a la clasificación de la calidad de los racimos en tolva, fue evidente la disminución de racimos clase 1 (Figura 4b). Esta disminución puede atribuirse al efecto de la curva de aprendizaje del personal respecto al nuevo método de polinización (polinización artificial) implementado en esta fase. Cabe mencionar que esta tendencia de disminución en la conformación del racimo es generalizada en las plantaciones de la zona que han adoptado este nuevo método. De hecho, se ha evidenciado que al igual que en la polinización asistida (con polen), cuando se poliniza con ANA, si no hay contacto del producto con la flor, no hay formación de fruto. En este orden de ideas, se sugiere en trabajos subsecuentes que se garantice la idoneidad del personal encargado de la polinización artificial.

Pese a que aún no se conoce si existe el efecto del ANA sobre las características de maduración del racimo (criterios de corte), y a que se trataba de los primeros racimos polinizados con ANA, la TEA para estos racimos fue de 26,24 %. En otras palabras, se registró un incremento en la TEA de 6,01 puntos porcentuales con respecto a la Fase 2. Esta diferencia se atribuye a la tecnología de polinización artificial ANA, dado que, tal y como lo afirman Romero *et al.* (2018) y Daza *et al.* (2016), por medio de esta tecnología se logra incrementar el potencial de aceite en el racimo. Los resultados anteriores coinciden con los

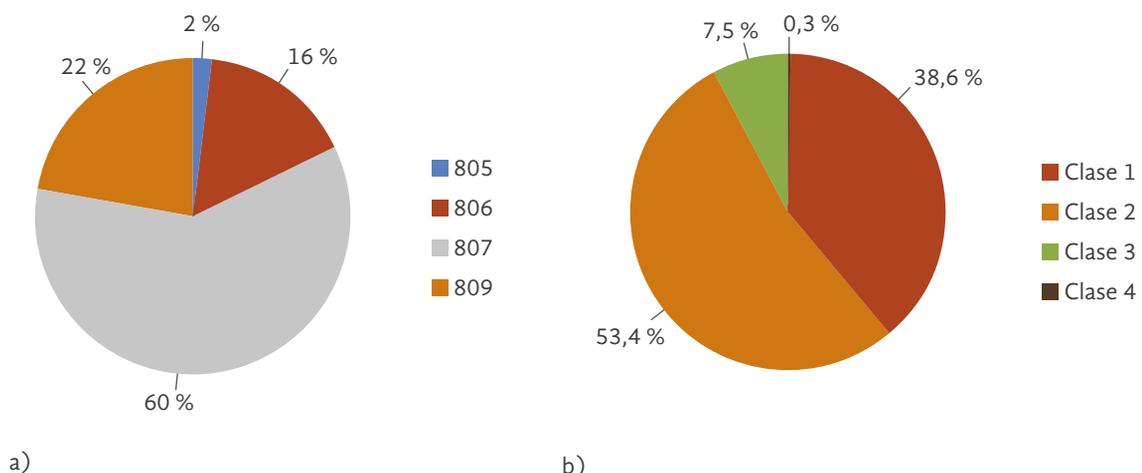
reportados por Ayala y Romero (2019) quienes reportaron una diferencia de 3,6 puntos porcentuales en la TEA de racimos del cultivar *Coari x La Mé* polinizados con ANA respecto a racimos polinizados con polen en plantaciones del Urabá antioqueño.

Los resultados aquí presentados son importantes porque corresponden a una validación tecnológica realizada a escala comercial, donde las evaluaciones de contenido de aceite corresponden a TEA industrial en planta de beneficio y no a análisis de racimo realizados en laboratorio. De otra parte, nuestros resultados destacan la importancia del corte de racimos en POC; no hacerlo lleva a perder el esfuerzo realizado en las etapas previas del proceso productivo (establecimiento, nutrición, manejo sanitario, polinización, mantenimiento del cultivo).

Conclusiones

El presente trabajo permitió validar los resultados de investigación obtenidos por el Programa de Biología y Mejoramiento de Cenipalma, en lo que concierne a determinar el POC para el cruzamiento Cereté x Deli en diferentes escenarios de polinización (polinización asistida y artificial), en una escala comercial y con evaluaciones de contenido de aceite de los racimos que se llevaron a cabo en planta de beneficio.

Figura 4. a) Categorización de estadios fenológicos en racimos polinizados con ANA y cosechados con el criterio de cosecha desarrollado por Cenipalma. b) Conformación de racimos



Debe resaltarse la relevancia que tiene la implementación de tecnologías como la polinización artificial con ANA y realizar la cosecha de los racimos en su punto óptimo de maduración, ya que esto impacta positivamente en la TEA.

El POC es único para cada cultivar OxG y no debe usarse indistintamente entre ellos. Es necesario que para cada cultivar OxG se realice este mismo ejercicio de validación. Se debe tener en cuenta que el POC está dado por más de un criterio, como son el desprendimiento, el cuarteamiento y la brillantez u opacidad del fruto (características organolépticas). Al menos dos de los tres criterios deben cumplirse para que el cosechero proceda a cortar.

Estos resultados son importantes para los palmicultores de pequeña escala de la Zona Suroccidental palmera, quienes han sembrado en mayor proporción el cultivar Cereté x Deli y que prácticamente estaba teniendo restricciones para procesarse en el lugar, debido

a la TEA tan baja que arrojaba. Sin embargo, al incorporar la polinización artificial y el POC, hace que resurja el interés de las plantas de beneficio por procesar este cultivar y en consecuencia, la viabilidad del negocio para los pequeños productores que lo sembraron.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero (FFP), administrado por Fedepalma, por la financiación de este trabajo. Asimismo, los autores quieren reconocer el trabajo realizado por Alexander Biojó, Jose Luis Martinez, Orlin Zambrano, Dario Angulo, el personal de cosecha de Agrosavia y el apoyo del personal técnico de Palmeiras Colombia S. A. especialmente, a Javier Arévalo, Director de la planta de beneficio de Palmeiras, quién facilitó los análisis en tolva y permitió que procesara baches exclusivos del fruto de este trabajo.

Bibliografía

- Amado, A., Pardo A. & Romero, H. (2017). Avances en la validación de la escala BBCH en híbridos interespecíficos OxG en Tumaco y su uso en la determinación del punto óptimo de cosecha. *Ceniavances*, 185, 1-8.
- Ayala, I. & Romero, H. M. (2019). *Cultivares híbridos OxG y la reactivación productiva de zonas problema con PC*. En Memorias XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Bucaramanga, Colombia.
- Caicedo, A., Urrego, A., Ruíz, R. & Romero, H. (2018). *Punto óptimo de cosecha en los híbridos Cerete x Deli y Manaos x Compacta*. En póster XIX Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite, Cartagena, Colombia.
- Ceballos, D., Castilla, C., Bastidas, S. & Reyes, R. (2017). *Resultados de investigación y desarrollo del híbrido OxG El Mira 2015-2017*. En Memorias XIV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Bogotá, Colombia.
- Daza, E., Pardo, A., Urrego, N., Ayala, I., Ruiz, R. & Romero, H. M. (2016). *Evaluación del uso de hormonas sobre la formación de frutos partenocárpicos en el híbrido interespecífico OxG*. En póster XIII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Bogotá, Colombia.
- Forero, D., Hormaza, P., Moreno, L. & Ruiz, R. (2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite*. Bogotá D. C. Colombia: Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. 150 p.

- García, J. A., Cortés, I., Caballero, K. & Ramírez, N. (2017). *Challenges in Processing Fresh Fruit Bunches from Interspecific Hybrid Cultivars (OxG)*. En 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*. En Conferencia sobre Palma de Aceite, Santa Marta, Colombia.
- Martínez, G., Sanz, J. I., Torres, G., Sarria, G., Vélez, D., Zúñiga, F., Mestizo, Y. & Varón, F. (2018). *Achieving Sustainable Cultivation of Oil Palm*. En The Integrated Management of Bud Rot Disease and *Phytophthora Palmivora*. Vol 2. Editor: Rival A. Ed. Burleigh Dodds Science Publishing.
- Martínez, G., Corredor, A. & 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.
- Mosquera, M., Ruiz, E., Castro, L., López, D. & Munévar, D. (2019). Estimación del costo de producción para productores de palma de aceite de Colombia que han adoptado buenas prácticas agrícolas. *Palmas*, 40(2), 3-20.
- Preciado, C., Bastidas, S., Betancourth, C., 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 I. I. Determinación del periodo de madurez para obtener racimos con alto contenido de aceite. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 5-12.
- Rincón, S. M., Hormaza, P. A., Moreno, L. P., Prada, F., Portillo, D. J., García, J. & 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., Daza, E., Urrego, N., Rivera, Y. & Ayala, I. (2018). *La polinización artificial con reguladores de crecimiento incrementa la producción de aceite en híbridos interespecíficos OxG*. En Memorias XIX Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite, Cartagena, Colombia.
- Romero, H. M. (2018). Polinización artificial de híbridos OxG para la obtención de frutos partenocárpico y la producción de aceite (*Elaeis oleifera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.). *El Palmicultor*, 558, 15-18.
- Romero A., H. M. (2019). La polinización artificial con reguladores de crecimiento incrementa la producción de aceite en híbridos interespecíficos OxG. *Revista Palmas*, 40(Especial T), 140-141. Recuperado de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13042>
- 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. S. *Palmas*, 35(4), 13-21.
- Särndal, C. E., Swensson, B. & Wretman, J. (2003). Model Assisted Survey Sampling. Springer Science & Business Media.