

Documentación de la labor de cosecha en la implementación exitosa del punto óptimo de cosecha en un cultivar híbrido de palma de aceite en la Zona Central*

Documentation of Harvesting Labor for a Successful Implementation of Optimum Harvesting Point in a Hybrid Oil Palm Cultivar in the Central Zone

Este artículo hace parte de los productos de divulgación del proyecto de inversión Investigación en la agroindustria de la palma de aceite del Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma.

<https://doi.org/10.56866/01212923.13989>

CITACIÓN: García-Pinilla, A. M., Niño-Estupiñán, A., Zárate-Gómez, P., Pulido-Álvarez, N. F. & Mosquera-Montoya, M. (2023). Documentación de la labor de cosecha en la implementación exitosa del punto óptimo de cosecha en un cultivar híbrido de palma de aceite en la Zona Central. *Palmas*, 44(1), 8-18.

PALABRAS CLAVE: *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, Productividad laboral, Criterios de cosecha, Escala fenológica.

KEY WORDS: *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, Labor productivity, Harvesting criterion, Phenological scale.

RECIBIDO: enero de 2023.

APROBADO: febrero de 2023.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

GARCÍA PINILLA, ALEJANDRA MILENA
Auxiliar de Investigación II de
Cenipalma

NIÑO ESTUPIÑÁN, ANDRÉS
Auditor Interno,
Palmas Monterrey S. A.

ZÁRATE GÓMEZ, PAOLA
Extensionista II de Cenipalma

PULIDO ÁLVAREZ, NÉSTOR FERNANDO
Director Agronómico de Palmas
Monterrey S. A.

MOSQUERA-MONTOYA, MAURICIO
Coordinador de la Unidad de
Validación de Cenipalma

Resumen

La cosecha en cultivos de palma de aceite plantados con cultivares *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG) ha sido un desafío para los productores que cambiaron de cultivos de *E. guineensis* al híbrido. Esto se debe a que el criterio utilizado para cosechar racimos de *E. guineensis* (recuento de frutos sueltos) no es aplicable a los cultivares OxG, de hecho, cada cruce OxG muestra diferentes características que indican que los racimos están maduros. En consecuencia,

Cenipalma desarrolló una línea de investigación sobre la adaptación de la escala fenológica BBCH a racimos de palma de aceite de diferentes cruces de OxG. Una escala fenológica BBCH describe las principales características de la inflorescencia femenina en cada etapa de desarrollo, desde las primeras hasta la madurez. Se ha encontrado que un racimo de OxG está maduro en la etapa 807, lo que indica que se puede extraer la mayor cantidad posible de aceite de un racimo con los mejores parámetros de calidad de aceite. El objetivo de esta investigación fue implementar a nivel industrial en Palmas y Extractora Monterrey S. A. el criterio de cosecha vinculado a las etapas de desarrollo del racimo 807 y 809 en Coari x La Mé (cruce OxG). Los resultados indicaron que la cosecha según la escala BBCH para este cruce no altera las cifras de productividad laboral en esta labor. Adicionalmente, la correcta implementación de la escala BBCH se obtuvo a nivel industrial en Palmas y Extractora Monterrey S. A., cuando la mayoría de los racimos fueron cosechados con las siguientes condiciones: 1) al menos 80 % de los frutos de un racimo mostraba opacidad, 2) al menos 51 % de los frutos de un racimo mostraba frutos cuarteados y 3) al menos se veían 4 frutos sueltos.

Abstract

Harvest at oil palm crops planted with OxG cultivars has been challenging for oil palm producers that switched from *E. guineensis* crops to OxG crops. This is because the criterion used to harvest *Elaeis guineensis* bunches (count of loose fruits) is not applicable to OxG cultivars, in fact, each OxG crossing displays different features that indicate that bunches are mature. In consequence, Cenipalma developed a line of research on adapting the BBCH phenological scale to oil palm bunches from different OxG crossings. A BBCH phenological scale describes the main features of the female inflorescence at each developmental stage from early stages to maturity. It has been found that a OxG bunch is mature at stage 807, indicating that at stage 807 one may extract the highest possible amount of oil from a bunch at the best oil quality parameters. The goal of this research was to implement at industrial level in Palmas y Extractora Monterrey S. A. the harvest criterion linked to bunch developmental stages 807 and 809 in Coari x La Mé (OxG crossing). Results indicate that harvest according to the BBCH scale for Coari x La Mé doesn't alter the figures on harvest labor productivity. Additionally, the proper implementation of the BBCH scale was obtained at industrial level in Palmas y Extractora Monterrey S. A. when most bunches were harvested with the following conditions: 1) at least 80% of the fruits from a bunch displaying opacity, 2) at least 51% of the fruits from a bunch displaying fruits with peels cracked and 3) at least four loose fruits.

Introducción

El cultivo de palma de aceite es una actividad agrícola importante para el desarrollo socioeconómico en Colombia. Sus plantaciones cubren 595.723 hectáreas (ha) distribuidas en las 4 zonas palmeras, y su producción en 2021 alcanzó 1,7 millones de toneladas de aceite de palma (Fedepalma, 2020; Fedepalma-Sispa, 2022). Cabe anotar que la siembra de cultivares híbridos OxG en 2021 representó 11,4 % del total de la palma establecida en el país. El incremento en el área sembrada con cultivares OxG es resultado de su resistencia parcial a las enfermedades más limitantes en el desarrollo de cultivos de palma en Colombia: la Pudrición del cogollo (PC) y la Marchitez letal (ML) (Mosque-

ra-Montoya *et al.*, 2021; Navia *et al.*, 2014; Genty y Ujueta, 2013; Pelaez *et al.*, 2010).

Sin embargo, los cultivares OxG han presentado retos para el sector palmicultor debido a las limitaciones en la formación de racimos de fruta fresca (RFF), consecuencia de la baja producción de inflorescencias masculinas, problemas con el llenado y la asincronía floral (Caicedo *et al.*, 2021; Daza *et al.*, 2017; Forero *et al.*, 2012). Por lo anterior, han debido desarrollarse prácticas de manejo como la polinización (asistida o artificial), programas de fertilización y determinación del punto óptimo de cosecha (POC) (el cual difiere entre cultivares OxG). En este documento se hace énfasis en esta última práctica, es

decir, en la determinación del momento de corte de racimos para obtener el mayor contenido de aceite.

Es necesario resaltar que los criterios de corte de racimos en cultivares OxG se estandarizaron con base en la escala BBCH. Esta, describe los estadios de desarrollo y maduración de las inflorescencias femeninas, lo cual permite determinar las características que corresponden al POC. Según esta escala, el momento óptimo de corte de racimos es a partir del estadio 807, pues se estabiliza el número de frutos que aportan aceite, el racimo alcanza su máximo peso y los lípidos se han desarrollado por completo (Forero *et al.*, 2012).

En el caso específico del cultivar híbrido OxG Coari x La Mé, el programa de Biología y Mejoramiento de Cenipalma estableció que los racimos en punto óptimo de maduración (807) se caracterizan por ser de color naranja opaco, y el mesocarpio del fruto es de color naranja, viscoso al tacto y con abundante aceite. Adicionalmente, los racimos que están en este estadio exhiben un desprendimiento natural de entre 3-5 frutos y un porcentaje de cuarteamiento superior a 40 %. El potencial de aceite en este estadio con polinización artificial es de 32,2 % (Romero *et al.*, 2021; Caicedo, *et al.*, 2020; Millán y Romero, 2014).

La cosecha es una de las labores de mayor importancia en el sistema productivo de la palma de aceite. En esta actividad se refleja el resultado de las prácticas agronómicas y de logística de una plantación (Millán y Romero, 2014), de ahí, la importancia de implementar el POC, que aglutina un conjunto de criterios que favorecen el contenido de aceite y la calidad de los RFF que se llevan al proceso de extracción.

En estudios adelantados en 3 de las 4 zonas palmeras de Colombia, la implementación del POC en plantaciones sembradas con cultivares OxG, ha incrementado el contenido de aceite extraído. Hernández *et al.* (2020) evidenciaron en la Zona Oriental un aumento de 5 puntos porcentuales en la tasa de extracción de aceite (TEA) pasando de 18,4 % a 23,4 % para el cultivar Coari x La Mé. Para el mismo cultivar en la Zona Norte (Urabá), Romero *et al.* (2021) reportaron que la adopción del POC incrementó el contenido de aceite de 3,6 puntos porcentuales en la TEA. Finalmente, en la Zona Suroccidental, para el cultivar híbrido Cereté x Deli, Sinisterra *et al.* (2019) y Sinisterra *et al.* (2021) indicaron que la TEA incrementó en 2,6 puntos porcentuales cuando los racimos se cosecharon en estadios fenológicos 807-809.

Pese a todos los esfuerzos realizados por definir las características de los racimos en punto óptimo de cosecha, aún se evidencia en las plantas de beneficio la presencia de racimos cortados en estados inmaduros y sobremaduros. Esto repercute en la cantidad y calidad del aceite extraído, y por ende no se aprovecha al máximo el potencial productivo de los cultivares híbridos. Este trabajo tuvo como objetivo establecer los parámetros que facilitaron la adopción del POC en la plantación Palmas y Extractora Monterrey S. A. para el cultivar Coari x La Mé, es de resaltar que este cruzamiento representa 29 % del total del área sembrada con palmas híbridas en el país.

Metodología

Ubicación

El estudio se desarrolló en Palmas y Extractora Monterrey S. A., empresa ubicada en el municipio de Puerto Wilches (departamento de Santander, Colombia). Allí se evaluó el proceso de corte de racimos implementado según los criterios de cosecha establecidos por Cenipalma para el cultivar Coari x La Mé. Se evaluaron 14 lotes con este cultivar, con palmas sembradas en el periodo 2011 y 2012, correspondientes a 104 hectáreas.

Descripción de la labor de corte de racimos en Palmas y Extractora Monterrey S. A.

El trabajo de investigación se desarrolló durante 52 semanas en las cuales se llevó a cabo la documentación de procesos y se caracterizaron los racimos cosechados con el criterio de POC propuesto por Cenipalma.

Con el fin de describir los procesos asociados al corte de racimos, se sistematizaron las actividades realizadas durante la jornada laboral. Los operarios observados contaban con experiencia y los conocimientos necesarios en la labor de cosecha de RFF. La síntesis de esta descripción es el diagrama de procesos y para su elaboración se utilizaron los símbolos de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (ASME por sus siglas en inglés) (García *et al.*, 2021).

La documentación del proceso se delimitó desde el momento en que el trabajador iniciaba la labor de corte en el lote, hasta cuando entregaba los racimos

en el punto de acopio. La información recolectada tuvo en cuenta las herramientas, el número de integrantes de la cuadrilla y sus actividades, el promedio de número y toneladas de racimos cosechados en una jornada de trabajo.

Caracterización de los racimos cosechados

Para la determinación del punto de maduración se utilizó la escala BBCH desarrollada por Cenipalma establecida para el cultivar Coari x La Mé (Figura 1).

Se evaluó la maduración de los racimos cortados en cuatro calles de cosecha de los lotes en estudio. Posteriormente, en el punto de acopio se evaluó la misma variable, cada tres viajes. Se complementó el análisis

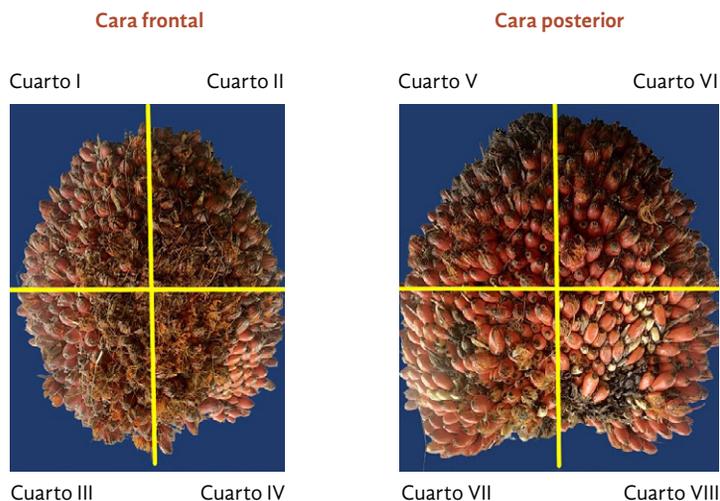
considerando el fruto desprendido naturalmente (criterio de cosecha). En ambos casos (evaluación en lote y evaluación en el punto de acopio) se realizó un muestreo sistemático cada tres racimos, según la recomendación del Área de Biometría de Cenipalma. Las variables contempladas fueron coloración, porcentaje de opacidad, porcentaje de cuarteamiento y número de frutos desprendidos naturalmente.

Para estimar el porcentaje de opacidad y cuarteamiento se utilizó la metodología propuesta por Ruiz-Álvarez *et al.* (2021), la cual sugiere que cada racimo de fruta sea dividido en 8 cuartos (4 en la cara frontal y 4 en la cara posterior) que representan su 100 %. El valor máximo por segmento fue de 12,5 %, la sumatoria del porcentaje asignado correspondió al total del porcentaje de opacidad o cuarteamiento (Figura 2).

Figura 1. Escala fenológica BBCH para híbrido OxG Coari x La Mé, Cenipalma (2022)



Figura 2. Metodología para la estimación del porcentaje de opacidad y cuarteamiento. Adaptado de Ruiz-Álvarez *et al.* (2021)



Resultados y discusión

Por ser una planta de carácter perenne, la palma de aceite continuamente produce hojas y racimos, por lo que es preciso ingresar con intervalos de tiempo definidos para realizar la labor de corte de los mismos (Ruiz-Álvarez *et al.*, 2020). En Palmas y Extractora Monterrey S. A., el ciclo de cosecha se mantuvo en 12 días, lo que implicó que aproximadamente en un año se ingresara al mismo lote 30 veces a cortar los racimos.

Descripción de la labor de corte de racimos en la plantación

Herramientas

La Figura 3 presenta las herramientas y equipos utilizados en la labor de cosecha de racimos, la cual incluye también el corte de las hojas y pedúnculos, y la recolección de racimos en campo.

La herramienta utilizada para el corte de los racimos y de las hojas tiene una altura de 2,5 metros y un peso aproximado de 5 kg. El tubo de extensión es de metal y en la punta se encuentra el palín, este es previamente afilado al inicio de la labor (Figura 3A, 3B).

Los racimos cortados y los frutos desprendidos se disponen en un cajón (zorro) acoplado a un semoviente. Este tiene una capacidad de 800 kg con el fin de evitar la compactación del suelo, ya que, de acuerdo con Mosquera-Montoya *et al.* (2008), el peso de las zorras puede generar este problema dentro de los lotes de palma, y es por eso que es necesario considerar las condiciones del terreno donde se usan y la presión que estas ejercen sobre el mismo (Figura 3C).

El corte del pedúnculo y de las hojas ubicadas en el suelo se realiza con ayuda de un machete previamente afilado, tiene una longitud de 0,45 m y un peso de 0,4 kg.

Diagrama de procesos

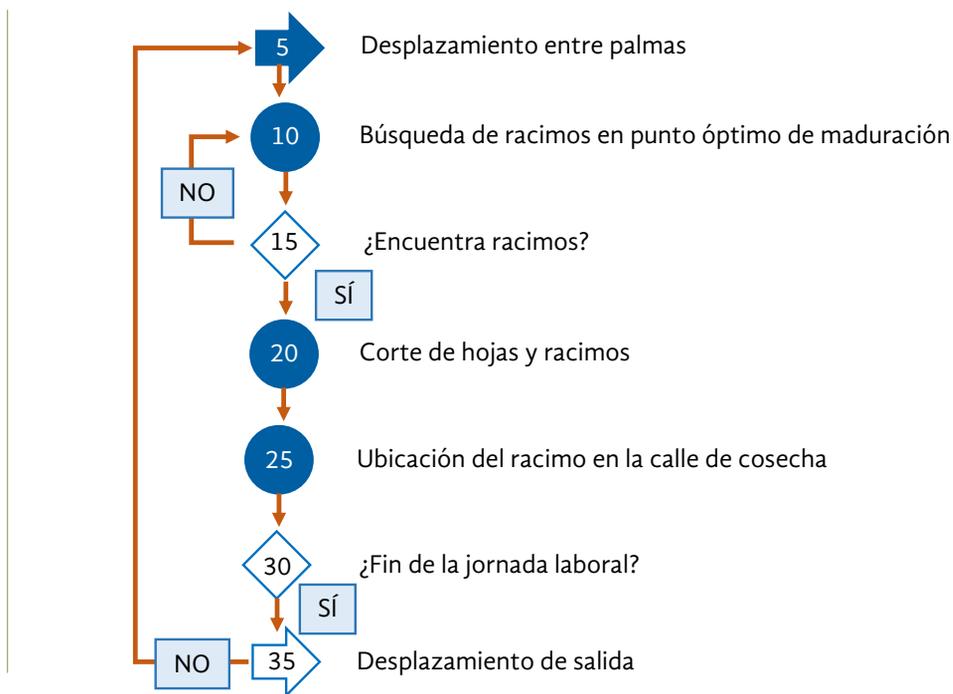
En Palmas y Extractora Monterrey S. A. la cuadrilla de cosecha se conforma con 2 operarios: uno que corta los racimos y otro que corta los pedúnculos, recoge los racimos y apila las hojas. Las Figuras 4 y 5 presentan el diagrama de procesos de la cuadrilla para la labor de cosecha, se resaltan en azul oscuro las actividades que conforman el ciclo básico de la operación. Es decir, aquellas operaciones que se repiten con mayor frecuencia en la ejecución del corte de racimos en punto óptimo de maduración.

El trabajador encargado del corte de los racimos inicia su actividad desplazándose dentro del lote siguiendo una trayectoria en zigzag con el palín al hombro. Una vez llega a la palma, gira en torno a ella buscando en las axilas de las hojas los racimos que se encuentran en punto óptimo de maduración. Si no tiene la certeza del estadio de maduración, lo toca con el palín; si no se desprenden los frutos lo deja en la palma. Además, realiza un corte en la parte apical del racimo y verifica su coloración interna (indicador del estado de maduración). Una vez encuentra el racimo que cumpla con los criterios establecidos en el POC propuesto por Cenipalma (Caicedo *et al.*, 2020), el trabajador ubica su cuerpo en busca de la comodidad para el corte, retira la hoja que lo sostiene y la dispone en el suelo, y seguido corta el racimo. Ubicado el racimo en el suelo, lo pone sobre la calle de cosecha. Continuando su búsqueda de racimos con los criterios del POC.

Figura 3. Herramientas utilizadas en la cosecha de racimos. A. Extensión palín. B. Palín de corte. C. Semoviente



Figura 4. Diagrama de procesos, labor de corte de racimos



Evitar el corte de racimos en estadios inmaduros puede generar disminución en los costos de una tonelada de aceite de 0,10 %, equivalentes a 0,5 dólares por tonelada de aceite producida (Mosquera-Montoya *et al.*, 2008). Adicionalmente, el corte de las hojas y su ubicación en la calle de palera trae beneficios como la disminución de 50 % del costo en la labor de podas programadas y beneficios a nivel agronómico, ya que la ubicación de la hoja preserva la humedad, reduce la erosión del suelo, al descomponerse libera nutrientes, reduce en 10 % la escorrentía superficial y favorece el desarrollo radicular de las palmas (Ruiz-Álvarez *et al.*, 2021; Phoochinda, 2020; Rhebergen *et al.*, 2020; Tarigan *et al.*, 2016; Ruiz-Álvarez *et al.*, 2015; Jungniyom, 2008) (Figura 4).

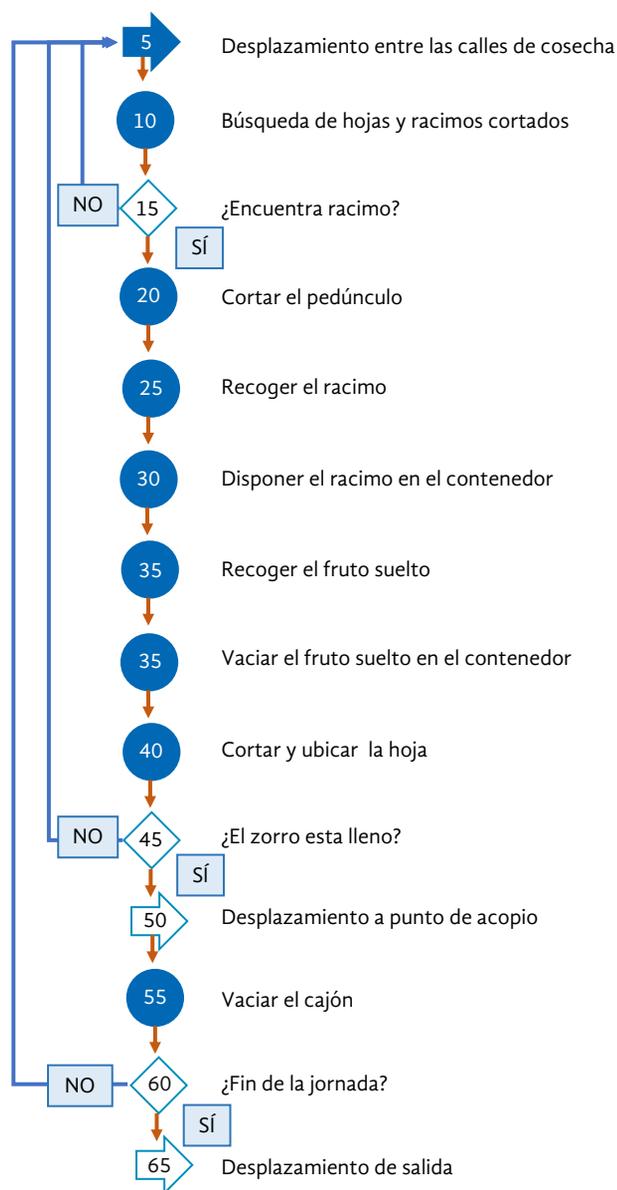
El segundo integrante de la cuadrilla se desplaza entre las calles de cosecha en búsqueda de los racimos y de las hojas cortadas; este operario se ayuda con un búfalo que tira de un zorro que tiene un cajón en el cual se depositan los racimos. En el momento que ubica los racimos y las hojas, con ayuda de un machete retira el pedúnculo del racimo y corta las hojas en dos secciones. Estas las ubica en la calle de palera y los racimos los dispone en el zorro acoplado al búfalo. En un recipiente plástico recoge los frutos que se encuentran en el piso y vacía su contenido en el cajón que contiene los racimos.

Una vez se llena el cajón, el operario se desplaza hacia el punto de acopio. Este cuenta con un sistema de volteo que abre la puerta y el cajón toma una posición de 90 grados desocupándolo en el punto de acopio. Para la identificación de la cosecha, se registra en un formato el lote, el número de cuadrilla y la cantidad de racimos cortados, insumo necesario para la supervisión y el control de los RFF que se envían al proceso de extracción. Finalmente, los racimos son recogidos y transportados hacia la planta de beneficio (Figura 5).

Rendimiento (cantidad de racimos cosechados)

El rendimiento de la cuadrilla encargada de la labor de cosecha de racimos en punto óptimo de maduración fue de 2,6 t de RFF/día en época de baja productividad y 4,3 t RFF/día en época de alta producción, con un peso medio de racimo (PMR) de 13,5 kg. Respecto al número de racimos cortados, se observó que la cuadrilla de trabajo puede cortar y recoger 195 (época de baja producción) y 321 (época de alta producción). En cuanto al rendimiento en área, se estimó que la cuadrilla de cosecha puede recorrer 6,1 ha/día en temporada de baja productividad y 4,2 ha/día en temporada de alta productividad.

Figura 5. Diagrama de procesos, recolector de RFF

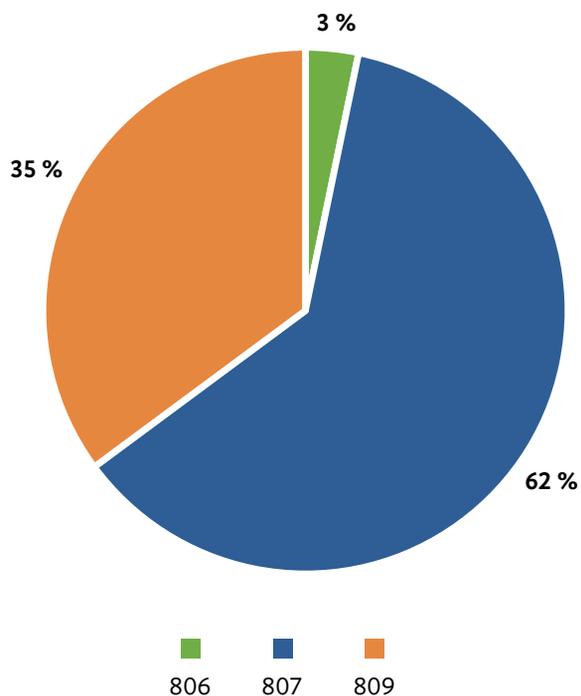


Estos resultados se encuentran entre los rangos mencionados por Ruiz-Álvarez *et al.* (2020), en el cual un trabajador en una jornada puede cortar 291 racimos por día. Asimismo, el rendimiento en toneladas de RFF cosechadas se encuentra en el límite alto del rango reportado por Ruiz-Álvarez *et al.* (2021) para el rendimiento de la labor de corte de racimos, entre 2,0 t RFF-2,7 t RFF. Por su parte, Mosquera-Montoya *et al.* (2008) reportaron un rendimiento de 4,8 a 4,5 ha/día para esta actividad.

Caracterización de los racimos cosechados

En total se evaluaron 2.163 racimos provenientes de palmas híbrido Coari x La Mé. El análisis de las características de los racimos cosechados en Palmas y Extractora Monterrey S. A. durante la fase de estudio arrojó que 97 % se cortaron en estadios maduros (a partir del estadio fenológico 807), momento en el que se alcanza el máximo potencial de aceite. El porcentaje restante corresponde a aquellos racimos en los cuales no es fácil distinguir la coloración como consecuencia del daño de insectos, asincronía floral característica de los cultivares OxG o aquellos racimos que presentan al menos uno de los criterios de corte (Figura 6).

Figura 6. Proporción de racimos cosechados en punto óptimo de cosecha y clasificados por su estadio fenológico



La Tabla 1 presenta las características de los racimos por estadio fenológico. Estos deben cumplir con al menos dos de los criterios de cosecha (desprendimiento, opacidad y cuarteamiento) en cualquier combinación.

Tabla 1. Características de los racimos por estadio fenológico.

Estadio fenológico	Número de frutos desprendidos	Porcentaje de opacidad	Porcentaje de cuarteamiento
806	2	22 %	5
807	4	80 %	51 %
809	9	80 %	75 %

La eficacia de la adopción de esta tecnología por parte de la plantación en estudio, está dada por el esquema de supervisión al cumplimiento de los criterios de corte establecidos. En el caso de Palmas y Extractora Monterrey S. A., esta actividad es ejecutada por los supervisores del área de agronomía y revisiones cruzadas con el personal de la tolva de recepción de la planta de beneficio. Adicionalmente, la capacitación y retroalimentación constante se refleja en el cumplimiento de los criterios de maduración establecidos por la escala BBCH para palmas de cultivar híbrido Coari x La Mé.

Conclusiones

Este estudio documentó los procesos de corte y recolección de racimos en punto de maduración propuesto por Cenipalma en Palmas y Extractora Monterrey S. A., plantación de la Zona Central, que cuenta con lotes de palmas sembrados con el cultivar híbrido Coari x La Mé. Estos resultados brindan información útil para la adopción del punto óptimo de cosecha a nivel comercial, lo que implica criterios de corte acorde con las características de los racimos. Asimismo, las cifras de productividad laboral arro-

jan información para la programación de la logística y el personal requerido para la cosecha.

Los resultados permiten afirmar que en Palmas y Extractora Monterrey S. A. la cosecha de racimos en POC no afectó el rendimiento laboral de los trabajadores de cosecha, aunque se requirieron ajustes en la frecuencia de la actividad (ciclos de cosecha) que ya estaban en práctica cuando se llevó a cabo este estudio. Con base en el análisis de los rendimientos de la implementación de esta tecnología se puede afirmar la viabilidad operativa de adoptar el POC en plantaciones sembradas con palmas OxG.

Adicionalmente, estos resultados permiten a quienes administran los cultivos sembrados con Coari x La Mé tener parámetros para designar y entrenar al personal de cosecha en los criterios que deben tener en cuenta para efectuar el corte de racimos, de tal manera que estos tengan el mayor contenido posible de aceite y que este cumpla con parámetros de calidad exigidos por los compradores.

Estos resultados abren la puerta a investigaciones futuras que consideren no solo los criterios de corte, sino también el efecto sobre el llenado en cuanto a extracción de aceite en laboratorio y planta de beneficio.



El Fondo de Fomento Palmero contribuye al fortalecimiento de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia.

Bibliografía

- Caicedo, A., Millán-Orozco, S., Ruiz-Romero, R. & Romero, H. M. (2020). *Criterios de cosecha en cultivares híbrido: características que evalúan el punto óptimo de cosecha en palma de aceite*, segunda versión. Bogotá D. C., Colombia: Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- Caicedo, A., Bayona, C. & Romero, H. M. (2021). *Comparación del periodo de antesis femenina en inflorescencias sincrónicas y asincrónicas del híbrido interespecífico OxG y su impacto sobre la conformación del racimo*. Póster XVII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Bogotá, Colombia.
- Cenipalma. (2022). Punto óptimo de cosecha para cuatro cultivares híbridos interespecíficos OxG de palma de aceite. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- Daza, E., Ruiz-Romero, R. & Romero, H. M. (2017). *Guía de bolsillo: Polinización asistida en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG)*. Bogotá D. C., Colombia: Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- Fedepalma & Sispa. (2022). *Áreas en desarrollo y producción*.
- Fedepalma. (2020). *Anuario Estadístico 2020. Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y el mundo*.
- Forero, D., Hormaza, P., Moreno, L. & Ruiz-Romero, R. (2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite* (150p.). Bogotá D. C., Colombia: Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- García, A., Ibagué, D., Munévar, D., Hernández, J. S. & Mosquera-Montoya, M. (2021a). Polinización artificial: ¿ANA en suspensión líquida o ANA en mezcla sólida? *Palmas*, 41(4), 15-26.
- Genty, P. & Ujueta, M. (2013). *Relatos sobre el híbrido interespecífico de palma de aceite OxG Coari x La Mé: esperanza para el trópico*. Bogotá: Fedepalma.
- Hernández, H., Rodríguez, J., Daza, E., Lemus, L. & Mosquera-Montoya, M. (2020). Punto óptimo de cosecha de racimos para híbridos interespecíficos OxG (Coari x La Mé) asperjados con reguladores de crecimiento. *Boletín El Palmicultor*, 580 (junio), 16-17.
- Jungniyom, T. (2008). Zero-Waste Process in Oil Palm Extraction Industries. *Hatyai J.*, 6(2), 159-164.
- Millán, E. & Romero, H. M. (2014). *Determinación del punto óptimo de cosecha en palma de aceite híbrida (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) en la Zona Suroccidental palmera de Colombia (Tumaco, Nariño)* (Tesis de grado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).

- Mosquera-Montoya, M. & Fontanilla, C. (2008). *Estudios de cosecha en palma de aceite*. Bogotá: Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- Mosquera-Montoya, M., Ruiz-Álvarez, E., Castro, L. & Munévar, D. (2019). Estimación de costos de producción para productores de palma de aceite que han adoptado buenas prácticas agrícolas. *Palmas*, 40(2), 3-20.
- Mosquera-Montoya, M., Camperos, J., García, A., Sinisterra, K., Munévar, D., Ruiz-Álvarez, E., Mesa-Fuquen, E. & Hernández, D. (2021). *Boletín Técnico No. 39. Tecnologías validadas a escala comercial para el manejo del híbrido interespecífico OxG*.
- Mosquera-Montoya, M., Ruiz-Álvarez, E., Munévar, D., Moreno, L., Estupiñán, M., Silva, A., Guerrero, A., Cala, S. & Sierra, S. (2021). Costos de producción 2020 para empresas *benchmark* de la agroindustria de la palma en Colombia. *Palmas*, 42(4), 8-20.
- Navia, E., Ávila, R., Daza, E., Restrepo, F. & Romero, H. M. (2014). Assessment of Tolerance to Bud Rot in Oil Palm under Field Conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 140(4), 711-720.
- Pelaez, E., Ramírez, D. & Cayón, G. (2010). Fisiología comparada de palmas africanas (*Elaeis guineensis* Jacq.), americana (*Elaeis oleifera* HBK Cortés) en Hacienda La Cabaña. *Palmas*, 31(2), 29-38.
- Phoochinda, W. (2020). Assessment of Social Return on Investment from the Utilisation of Oil Palm's Residues. *Journal of Oil Palm Research*, 32(1), 145-151.
- Rhebergen, T., Zingore, S., Giller, K., Frimpong, C., Acheampong, K., Tetteh, F., Kofi, E., Zutah, V., Fairhurst, T. (2020). Closing Yield Gaps in Oil Palm Production Systems in Ghana Through Best Management Practices. *European Journal of Agronomy*, 115.
- Romero, H. M., Daza, E., Ayala-Díaz, I. & Ruiz-Romero, R. (2021). High-Oleic Palm Oil (HOPO) Production from Parthenocarpic Fruits in Oil Palm Interspecific Hybrids Using Naphthalene Acetic Acid. *Agronomy*, 11, 290.
- Ruiz-Álvarez, E., Mesa-Fuquen, E., Mosquera-Montoya, M., Beltrán, J. & Guerrero, J. (2015). Ubicación de hojas cortadas durante la poda y la cosecha alrededor de las palmas como *mulch*: estudio de la adopción de la práctica en cultivadores de palma de aceite en Tibú, Norte de Santander. *Palmas*, 36(3), 11-23.
- Ruiz-Álvarez, E., Banguera, J., Pérez, W., Hernández, J., Arévalo, J. & Mosquera-Montoya, M. (2020). Technical and Economic Assessment of Two Harvesting Tools for Young *Elaeis oleifera* x *E. guineensis* Oil Palms. *Agronomía Colombiana*, 38(3), 418-428.
- Ruiz-Álvarez, E., Mosquera-Montoya, M., Munévar, D., Sinisterra, K., López, D., Franco, L., Hoyos, W., Mesa-Fuquen, E., Bernal, I., Sibaja, P., Banguera, J., Bolívar, A., López, J., Mejía, Y., Santacruz, L., Aguiar, C., Rosero, G., Torrecilla, E., Jiménez, W., Pulido, N. & Rojas, L. (2021). Referenciación competitiva al proceso de polinización artificial en cultivares híbridos interespecíficos OxG: Coari x La Mé. *Boletín Técnico No. 40*.

- Sinisterra, K., Caicedo, A., Castilla, C., Ceballos, D., Palacio, M., Cortés, I., Camperos, J. E., Ayala-Díaz, I. & Mosquera-Montoya, M. (2019). Validación del punto óptimo de cosecha en el cultivar híbrido interespecífico OxG Corpoica (Cereté x Deli y Cereté x Yangambi). *Ceniavance* No. 189.
- Sinisterra, K., Camperos, J., Cortés, I., Caicedo, A., Castilla, C. & Ceballos, D. (2021). Validación a escala comercial del punto óptimo de cosecha para el cultivar híbrido interespecífico OxG Cereté x Deli. *Palmas*, 42(3), 15-23.
- Tarigan, S. D., Sunarti, Wiegand, K., Disclich, C., Bejo, S., Heinonen, J. & Meyer, K. (2016). Mitigation Options for Improving the Ecosystem Function of Water Flow Regulation in Watershed with Rapid Expansion of Oil Palm Plantations. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 8, 4-13.