

Implementación de las mejores prácticas de manejo de los cultivares híbrido OxG en la palmicultura a pequeña escala

Implementation of Best Management Practices for Hybrid OxG Cultivars in Small-Scale Palm Cultivation

CITACIÓN: Bello-C., L. L., García-P, A. M., Peña-M., J. C., Pabón-V., J. G. & Díaz-R., Ó. M. (2022). Implementación de las mejores prácticas de manejo de los cultivares híbrido OxG en la palmicultura a pequeña escala.

PALABRAS CLAVE: Polinización artificial, Punto óptimo de cosecha, Adopción de tecnologías.

KEYWORDS: Artificial pollination, Optimum harvest point, Adoption of technologies.

BELLO C. LAURA L.

Estudiante de pasantía de agronomía de USAP, Palmeras de Puerto Wilches.

GARCÍA P. ALEJANDRA M.

Auxiliar de Investigación, Unidad de Validación de Cenipalma.

PEÑA M. JOSÉ DEL C.

Productor finca La Aurora.

PABÓN V. JUAN G.

Director USAP de Palmeras de Puerto Wilches.

DÍAZ R. ÓSCAR M.

Director de Planta Extractora de Palmeras de Puerto Wilches.

Resumen

La Pudrición del cogollo (PC) es la enfermedad más limitante para la producción de aceite de palma en Colombia, los híbridos interespecíficos OxG se presentan como una alternativa genética para superar esta problemática sanitaria, debido a que algunos cultivares han presentado resistencia a esta enfermedad. Sin embargo, por causa de la deficiente polinización natural que caracteriza a las palmas híbridas, lo que limita la producción de racimos de fruta fresca, es necesario la implementación de prácticas de manejo como la polinización artificial con ácido α -naftalenacético y el punto óptimo de cosecha. En consecuencia, este estudio tuvo

como objetivo evaluar la implementación de las mejores prácticas de manejo de los cultivares híbridos, que incluye la polinización artificial con ANA en dos presentaciones: ANA en mezcla líquida (asperjado) y ANA en mezcla sólida (espolvoreado), y la cosecha de racimos en punto óptimo de maduración; como una herramienta para la adopción de estas tecnologías en pequeños palmicultores. Se documentó el proceso de la polinización artificial en cada una de las mezclas y se consideraron indicadores de productividad: llenado de racimos, peso medio de racimo (PMR) y contenidos de aceite en laboratorio y planta de beneficio. Adicionalmente, se caracterizaron los racimos de acuerdo con su estadio de maduración. Finalmente, se realizó una evaluación económica de los métodos de polinización.

Abstract

Bud rot (BR) is the most limiting disease for palm oil production in Colombia, the interspecific OxG hybrids are presented as a genetic alternative to overcome this health problem, given that some cultivars have shown resistance to this disease. However, due to the deficient natural pollination that characterizes hybrid palms, it limits the production of fresh fruit clusters, which makes it necessary to implement management practices such as artificial pollination with α -naphthaleneacetic acid and the optimal harvest point. Consequently, this study aimed to evaluate the implementation of the best management practices of hybrid cultivars that includes artificial pollination with ANA in two presentations: ANA in liquid mixture (sprinkled) and ANA in solid mixture (dusted) and the harvest of bunches at optimum point of maturity; as a tool for the adoption of these technologies in small palm growers. The artificial pollination process was documented in each of the mixtures, productivity indicators were considered: bunch filling, average bunch weight (PMR) and oil contents in the laboratory and processing plant. Additionally, the bunches were characterized according to their ripening stage. Finally, an economic evaluation of pollination methods was carried out.

Introducción

La palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. es una planta que pertenece a la clase liliopsida, propia de climas cálidos que crece en zonas por debajo de los 500 m s. n. m., y es originaria de las costas del golfo de Guinea en África. Se cultiva en 42 países, especialmente asiáticos, donde Malasia e Indonesia representan el 85 % de la producción mundial de aceite de palma (García, 2014). En Colombia, el área sembrada es de 559.582 ha, distribuidas en las cuatro zonas palmeras (Fedepalma-Sispa, 2020) de las cuales 65 % se encuentra en producción y 35 % en etapa de desarrollo. Actualmente el país ocupa el cuarto lugar en producción de aceite de palma a nivel mundial y el primero en Latinoamérica (Fedepalma, 2020) con una producción anual de 1.441.813 toneladas de aceite de palma (Fedepalma-Sispa, 2020).

Una de las principales limitantes en el cultivo en Colombia es la enfermedad Pudrición del cogollo (PC), y una de las alternativas para minimizar el riesgo fitosanitario de las palmas *E. guineensis* es la

siembra de cultivares híbrido OxG, resultado del cruzamiento de palmas de origen americano *Elaeis oleifera* con palmas de origen africano *Elaeis guineensis*. Dentro de sus características se encuentra la tolerancia a plagas y enfermedades como la PC y la Marchitez letal (ML) (Sanz, 2016, Genty y Ujueta, 2013; Peláez *et al.*, 2010). Sin embargo, los cultivares híbridos presentan algunas limitaciones como la baja producción de inflorescencias masculinas, llenado deficiente de los racimos asociado a asincronías en los tiempos de floración, baja calidad del polen, lo que impide una polinización natural de las inflorescencias femeninas. Razones por las cuales es necesario realizar polinización asistida con polen o artificial con ácido α -naftalenacético (ANA) y el punto óptimo de cosecha (Romero *et al.*, 2021; Daza *et al.*, 2016; Hormaza *et al.*, 2012; Prada y Romero, 2012).

La polinización asistida consiste en la aplicación controlada de granos de polen proveniente de palmas *E. guineensis* sobre las inflorescencias presentes en las palmas híbridas. Por su parte, la

polinización artificial se trata de aplicaciones de ácido α -naftalenacético en presentación líquida o sólida, y en ambos casos el objetivo es el llenado de los frutos en el racimo (Daza *et al.*, 2016; Romero, 2018). La polinización artificial ha demostrado ser una tecnología atractiva para la palmicultura, debido a que es posible alcanzar un llenado de racimo (*fruit set*) de 95 %, permite tratar las inflorescencias en diferentes estadios de floración (607, 609 y 703) (Romero *et al.*, 2021; Daza *et al.*, 2016; Romero, 2018) y rendimientos superiores de la mano de obra en comparación con la polinización asistida, ya que durante una jornada laboral es posible tratar un mayor número de inflorescencias y tasas de extracción de aceite con valores que oscilan entre el 25 % y 28 % (Sinisterra *et al.*, 2019; Romero, 2018).

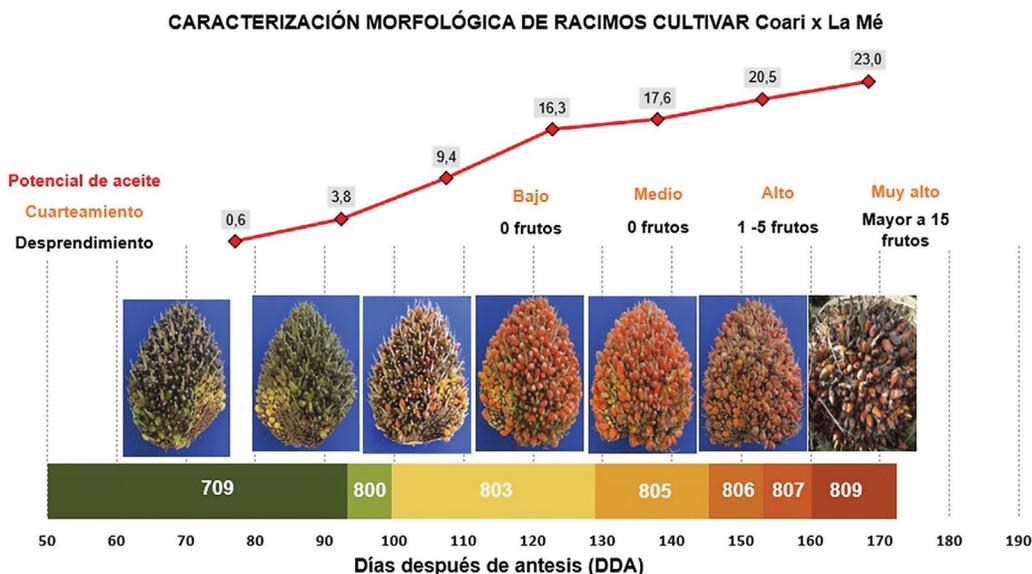
Ante estos resultados promisorios, la implementación de la polinización artificial en cultivos de palma de aceite OxG ha sido masiva. Sin embargo, el método con mayor adopción fue el de la aplicación de ANA espolvoreado sobre las inflorescencias, ya que los productores manifiestan dificultad en el movimiento del agua a los lotes, necesaria para realizar las aspersiones de la mezcla líquida. Debido a lo novedoso de esta tecnología las plantaciones y palmicultores han venido incursionando en la identificación de la mejor mezcla de ANA en términos de logística de la labor, productividad (t RFF/ha año) y tasas de extracción.

En cuanto a el punto óptimo de cosecha (POC) se estandarizó mediante la escala BBCH para palma de aceite. Esta describe los estadios de desarrollo y maduración de las inflorescencias femeninas, permite determinar las características de los racimos en punto óptimo de maduración y define que el momento óptimo de corte es a partir del estadio 807, momento en el cual se estabiliza el número de frutos que aportan aceite, el racimo alcanza su máximo peso y los lípidos se desarrollan por completo (Forero *et al.*, 2012).

En el caso específico del cultivar Coari x La Mé, el programa de Biología y Mejoramiento de Cenipalma estableció que los racimos en punto óptimo de maduración se caracterizan por ser de color naranja opaco, el mesocarpio del fruto es de tono naranja, viscoso y con abundante aceite. Adicionalmente, los racimos que están en este estadio exhiben un desprendimiento natural de entre tres a cinco frutos y un alto porcentaje de cuarteamiento (Millán *et al.*, 2017) (Figura 1).

Los resultados reportados en estudios previos de implementación del POC evidencian un aumento en la tasa de extracción (TEA), como es el caso de la Zona Oriental para cultivar Coari x La Mé y de la Zona Suroccidental en cultivares Cereté x Deli y Cereté x Yangambí, en los cuales incrementó la TEA en 5 y 2,9 puntos porcentuales respectivamente. Ratiñificando que en cultivares OxG es de crucial impor-

Figura 1. Escala BBCH para el cultivar Coari x La Mé.



tancia que los racimos se corten en punto óptimo de maduración, momento en el cual se maximiza el contenido de aceite que se lleva a la planta de beneficio (Hernandez *et al.*, 2020; Sinisterra *et al.*, 2019).

Para evaluar la implementación de estas tecnologías promisorias (polinización artificial y punto óptimo de cosecha) se planteó este estudio el cual funciona como una herramienta para su adopción en pequeños palmicultores. Para esto, se documentó el proceso de la polinización artificial en cada una de las mezclas, se consideraron indicadores de productividad como llenado de racimos (*fruit set*), peso medio de racimo (PMR) y contenidos de aceite en laboratorio y planta de beneficio. La necesidad de describir estos factores facilita el proceso de adopción de tecnologías, ya que este tipo de evaluaciones permite identificar las condiciones específicas de los productores líderes, en tanto que un productor adop-

tante puede llegar a ser un líder que promueva y facilite la difusión y uso de esta entre sus vecinos (Ruiz *et al.*, 2015).

Metodología

Ubicación

El estudio se llevó a cabo en la finca La Aurora ubicada en la vereda Puerto Limón del municipio de Sabana de Torres, departamento de Santander, Colombia (Figura 2).

Allí se evaluó el proceso de polinización artificial con ANA en 2 presentaciones y la implementación del punto óptimo de cosecha (Figura 3). El lote en observación contaba con 6 hectáreas sembradas con cultivar híbrido OxG Coari x La Mé, con palmas jóvenes (año de siembra: 2013) cuyas inflorescencias se

Figura 2. Distribución de los tratamientos



Figura 3. Polinización artificial. A. ANA en solución líquida (asperjado). B. ANA en mezcla sólida (espolvoreado).



encontraban a una altura de 2,23 m. En 3 hectáreas se aplicó ANA en mezcla líquida (asperjado) y las restantes se espolvorearon con mezcla sólida de ANA sobre las inflorescencias presentes en las palmas.

Diagnóstico operativo

Con el propósito de describir los procesos asociados a la polinización artificial (ANA en mezcla líquida y ANA en mezcla sólida), se acompañó al operario encargado de esta labor durante dos semanas para sistematizar (registro y clasificación) las actividades ejecutadas durante la jornada laboral. Este contaba con experiencia en la labor de polinización de palma híbrida. Con base en las convenciones de la Asociación de Ingenieros Mecánicos de los Estados Unidos (ASME por sus siglas en inglés), adaptadas por Sánchez *et al.* (2010), se elaboró el diagrama de procesos, el cual fue el punto de partida para realizar el estudio de tiempos (Tabla 1).

Estudio de tiempos y movimientos

De acuerdo con las operaciones establecidas en el diagrama de procesos, se hizo el registro de los tiempos. Para la captura de datos se utilizaron formularios digitales en la aplicación móvil Cybertracker® donde se registró el nombre del operario de polinización y cada uno de los elementos que compusieron la jornada laboral desde la recepción de la herramienta, hasta su entrega al final del día (Figura 4).

Evaluación económica

Los costos se estimaron considerando el rendimiento de la mano de obra (ha/jornal), los insumos y las herramientas involucradas en la labor polinización artificial en ambas presentaciones (solución líquida y mezcla sólida), de acuerdo con las tarifas pagadas por el productor. En cuanto a los insumos, los costos se estimaron de acuerdo con el tipo de mezcla y

Tabla 1. Simbología para diagramas de procesos (ASME).

Símbolo	Proceso	Actividad
●	Operación	Cuando se produce o efectúa algo
➔	Transporte	Cambio de lugar, implica movimiento
■	Inspección	Verificación de calidad o cantidad
⌒	Demora	Interferencia o retraso
▼	Almacenamiento	Acción de guardar o proteger
◆	Decisión	Cuando se tiene la opción de seguir realizando la actividad o se pasa a otra

Figura 4. Formulario digital de Cybertracker® para el registro de tiempos.

dosificación. Finalmente, el costo asociado a las herramientas se calculó de acuerdo con el valor de adquisición y su vida útil.

Implementación del punto óptimo de cosecha

Inicialmente se capacitó al personal responsable de labor de corte, en esta actividad se caracterizaron los racimos cosechados en el punto de acopio con el criterio de cosecha utilizado en la finca La Aurora (línea base). Una vez se recolectaron los datos de la línea base, se retroalimentó al personal de cosecha en los criterios del POC y se implementaron para el cultivar híbrido OxG Coari x La Mé (área de observación). Para la determinación del estadio fenológico de los racimos se utilizó la escala BBCH para palma de aceite establecida para el cultivar híbrido Coari x La Mé (Figura 1).

Resultados

Caracterización de la labor

Insumos: en la Tabla 2 se describen los insumos usados y su dosificación en la preparación de la solución líquida y la mezcla sólida del ANA.

Equipos: la Tabla 3 presenta las herramientas y equipos utilizados para la polinización artificial, según la mezcla de ANA (líquida y sólida), ambas son aplicadas por el mismo operario. Cada inflorescencia recibe tres aplicaciones con intervalos de una semana. La primera aplicación se realiza en antesis, la segunda siete días después de antesis (dda) y la tercera catorce dda.

Descripción de los procesos en la labor de polinización en la finca La Aurora

La Tabla 4 describe la labor de polinización artificial con ANA en mezcla líquida. Es importante resaltar que esta se realiza por un operario, ya que el proveedor en calidad de pequeño productor cuenta con un trabajador para realizar las actividades dispuestas en la finca.

La Tabla 5 presenta el diagrama de procesos de la labor de polinización artificial con ANA en mezcla sólida. En rojo oscuro se resaltan las actividades que conforman el ciclo básico de la operación, es decir, aquellas operaciones que corresponden a la aplicación de ANA a las inflorescencias que así lo requieren en cada palma.

Tabla 2. Insumos utilizados para la polinización artificial en la finca La Aurora.

ANA en mezcla líquida			ANA en mezcla sólida			
Insumo	Cantidad/L de solución	Unidad	Insumo	Cantidad/3g de mezcla	Proporción	Unidad
ANA	1,2	g	Talco	2,76	92 %	g
Etanol	25	ml	ANA	0,24	8 %	g
Tween 80	2	ml				
Coadyuvante	2,5	ml				
Mejorador de aguas	0,5	g				

Tabla 3. Características de la herramientas en la aplicación de ANA en mezcla líquida y sólida

Solución líquida de ANA	Mezcla sólida de ANA
Descripción	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente de PVC • Bomba insufladora • Piernera para sujetar bomba insufladora • Tubo de aluminio con punta en forma de gancho • Libreta de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de espalda con capacidad de 20 litros • Boquilla tipo cono lleno • Manguera • Extensión de salida (tubo de aluminio) • Tubo de aluminio con punta en forma de gancho • Libreta de campo

Tabla 4. Polinización artificial con ANA en mezcla líquida (asperjado).

	Recepción de equipos e insumos	A primera hora (6:00-6:30 a. m.) el operario se dirige a la bodega para alistar los insumos y realizar la preparación de la mezcla líquida
	Desplazamiento al lote	Se dirige al lote caminando con el tubo de aluminio y la bomba de espalda al hombro, con una carga de la mezcla diluida con agua (para poder iniciar su labor en cuanto llegue) y recipientes con la mezcla concentrada. En una carretilla transporta los recipientes con agua dejándolos al borde del lote donde se realiza la polinización con ANA en mezcla líquida
	Desplazamiento y búsqueda de inflorescencias	Se desplaza entre dos líneas de palma, siguiendo una trayectoria en zigzag. Para buscar las inflorescencias receptivas (primera aplicación) y aquellas marcadas en ciclos anteriores que requieren intervención (segunda y tercera aplicación)
	Apertura de brácteas	Teniendo identificada la inflorescencia en antesis (primera aplicación), procede a realizar la apertura de brácteas
	Aplicación de la mezcla	El volumen asperjado es de 150 cc de ANA en mezcla líquida por inflorescencia. La descarga esta calibrada para que dure 12 segundos. Se garantiza la cobertura del área de la inflorescencia.
	Marcación	Con la punta del gancho marca la hoja que sostiene la inflorescencia. Primera aplicación: escribe el número del día del año. Si se trata de segunda aplicación al lado del número traza una línea, si es de tercera al lado de la línea coloca el número del día del año
	Búsqueda de otra inflorescencia	El operario gira en torno a la palma en búsqueda de otra inflorescencia que requiera ser asperjada
	¿Encuentra otra inflorescencia?	Sí: operación 20 No: operación 45
	Registro en libreta de campo	Se registra el número de inflorescencias tratadas en esa palma. Número de inflorescencias, en antesis o pasadas, y número de aplicación (primera, segunda o tercera aplicación)
	¿Se terminó el contenido de la bomba de espalda?	Sí: pasa a operación 55 No: pasa a operación 15
	Desplazamiento de recarga	El polinizador se dirige hacia el punto de recarga (donde se han dejado los insumos y el agua)
	Carga bomba	Se vierte la mezcla en la bomba y se agrega la cantidad necesaria de agua hasta completar su capacidad
	¿Fin de la jornada?	Sí: pasa a operación 70 No: pasa a operación 15
	Regreso desde el lote	El operario se desplaza desde el lote hacia la bodega caminando
	Entrega de materiales	En la bodega el operario entrega la bomba de espalda y el tubo de aluminio. No sobra mezcla

Rendimientos de la operación

El tiempo efectivo de la labor se obtuvo de la diferencia entre el tiempo de la jornada laboral y las detenciones atribuidas a los elementos extraños y suplementos. El rendimiento de la labor se estimó teniendo en cuenta el número de inflorescencias tratadas

y el área recorrida en hectáreas, de acuerdo con lo sugerido por Camperos *et al.* (2020).

Las detenciones en la operación al polinizar con la mezcla líquida de ANA se relacionaron a fallas de la herramienta de trabajo (tubo de aluminio con gancho y equipos de aplicación), totalizando en prome-

Tabla 5. Descripción del proceso de la labor de polinización artificial con ANA en mezcla sólida (espolvoreada).

5	Recepción de equipos e insumos	A primera hora, el operario se dirige a la bodega para alistar los insumos y realizar la preparación de la mezcla de talco + ANA. Luego de tener la mezcla de ANA ya dosificada (recipiente), toma el tubo de aluminio con gancho para la apertura de brácteas, la bomba insufladora y la libreta de campo para el registro de inflorescencias aplicadas.
10	Desplazamiento al lote	Camina al lote asignado, con el tubo de aluminio en la mano.
15	Desplazamiento y búsqueda de inflorescencias	Se desplaza entre dos líneas de palma, siguiendo una trayectoria en zigzag. Durante ese recorrido visita todas las palmas, girando en torno a ellas en búsqueda de inflorescencias en estadio 607 (primera aplicación) y aquellas marcadas en ciclos anteriores que requieren de una (2da y 3ra aplicación)
20	Apertura de brácteas	Teniendo identificada la inflorescencia en antesis (primera aplicación), procede a realizar la apertura de brácteas
25	Aplicación de la mezcla	Aplica la mezcla. Se bombea aire al recipiente que contiene la mezcla para generar presión y así impulsar el producto a lo largo de la manguera. Se aplican alrededor de tres gramos de mezcla por inflorescencia
30	Marcación	Con ayuda del gancho realiza la marcación en la hoja donde se encuentra ubicada la inflorescencia con el día del año (consecutivo). Si se trata de segunda aplicación al lado del número traza una línea, si es de tercera, al lado de la línea pone el número del día del año
35	Búsqueda de otra inflorescencia	El operario gira en torno a la palma en búsqueda de otra inflorescencia que requiera ser espolvoreada
40	¿Encuentra otra inflorescencia?	Sí: regresa a la operación 20 No: sigue a la operación 45
45	Registro en libreta de campo	Se registra el número de inflorescencias tratadas en esa palma. Número de inflorescencias, en antesis o pasadas, y número de aplicación (primera, segunda o tercera aplicación)
50	¿Fin de la jornada?	Sí: pasa a operación 55 No: regresa a operación 15
55	Regreso desde el lote	Se desplaza caminando desde el lote hacia la bodega
60	Entrega de herramientas y materiales	En la bodega el operario entrega la bomba insufladora, el tubo de aluminio y el sobrante de la mezcla.

dio siete minutos por jornada. Entre los suplementos registrados fueron consumo de alimentos (almuerzo), hidratación y descansos, los cuales totalizaron cinco minutos por jornada. Además, se incluyeron otras actividades que desarrolló el operario en su jornada normal de trabajo como: encerrar los becerros y lavar las cantinas de la leche.

Para una densidad de 179 inflorescencias/ha, el operario tuvo como promedio de tiempo efectivo 7,6 horas, en las cuales aproximadamente recorrió 2,3 hectáreas, y a lo largo de la jornada logró asperjar 411 inflorescencias.

En el caso de la aplicación de ANA en mezcla sólida, las detenciones en la operación se asociaron a fallas de la herramienta (tubo de aluminio con gancho y equipo de aplicación), totalizando en promedio tres minutos por jornada. En el caso de los suplementos registrados fueron consumo de alimentos (almuerzo), hidratación y descansos, para un tiempo de cinco minutos por jornada.

Para la misma densidad de inflorescencias (179 inflorescencias por hectárea), el operario tuvo como promedio de tiempo efectivo 7,7 horas, en las cuales aproximadamente recorrió 1,9 hectá-

reas, y a lo largo de la jornada logró espolvorear el ANA sobre 340 inflorescencias.

Evaluación económica

En la finca La Aurora el costo de labor de la polinización artificial varió según el tipo de mezcla utilizada (solución líquida o mezcla sólida). Se evidenció que polinizar con la suspensión líquida de ANA tuvo un costo de \$ 344 por inflorescencia y cuando fue espolvoreado fue de \$ 379. Es decir, que el costo de asperjar el ANA fue 10,2 % inferior que cuando se polinizó con la mezcla sólida.

El costo de la mano de obra varía de acuerdo con el rendimiento de la operación. En el caso de la polinización artificial con solución líquida de ANA, este fue mayor en comparación con la mezcla sólida. Lo que se traduce en un menor costo a favor de la solución líquida con valor por inflorescencia de \$ 264, mientras que para la mezcla sólida de ANA este valor se estimó en \$ 320. En relación con los insumos, el costo fue superior para el ANA en medio líquido (37 % más alto). El valor de las herramientas en ambos casos no superó los \$ 6.

Peso medio de racimos y contenido de aceite extraído

Los resultados de este estudio evidencian que en la finca La Aurora el peso medio de los racimos (PMR)

a los cuales se les asperjó el ANA fue 20,96 kg con llenado de frutos de 91 % con un contenido de aceite extraído de 23 %. Por su parte, el PMR de los racimos que recibieron el ANA en mezcla sólida fue de 21,45 kg, el *fruit set* fue igual a 80 % y un potencial de aceite extraído en laboratorio de 19 %.

Implementación del punto óptimo de cosecha

El análisis de las características de los racimos cosechados en la línea base (antes de implementar los criterios del POC) arrojó que 40 % de estos se recogían en estadios inmaduros (805 y 806). Después de contar con el personal capacitado e implementar los criterios establecidos del POC, se encontró que el 100 % de los racimos se cosecharon en los estadios 807 y 809 (Figura 5).

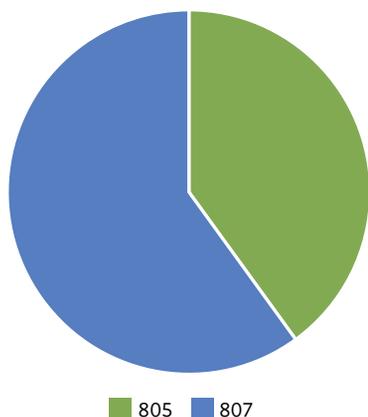
Conclusiones

Teniendo en cuenta la alta participación de la palmiticultura a pequeña escala en la productividad de la Zona Central, resulta necesario que el proceso de adopción de innovaciones tecnológicas sea evaluado y acompañado, en busca de cerrar aquellas brechas de productividad y competitividad.

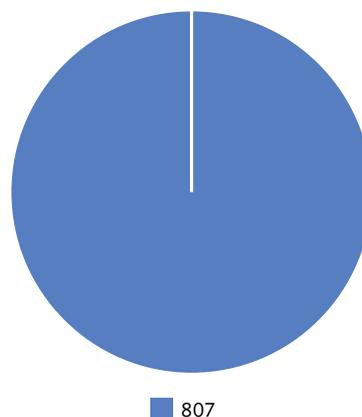
El conocimiento que un palmicultor líder tenga sobre las tecnologías adoptadas, derivado de su experiencia, es uno de los factores claves en el proceso

Figura 5. Proporción de racimos según su estadio fenológico

Caracterización por estadio fenológico-línea base



Caracterización racimos por estadio fenológico-con POC



de adopción de innovaciones como la polinización artificial y el punto óptimo de cosecha.

La polinización artificial realizada de forma correcta contribuye a un aumento sustancial en la productividad en términos de toneladas de racimos de fruta fresca por hectárea y mayor rentabilidad del negocio de la palma de aceite.

En los cultivares híbrido OxG es de crucial importancia que los racimos se corten en punto óptimo de maduración, momento en el cual se maximiza el contenido de aceite que se lleva a planta de beneficio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Gerencia, a la Unidad de Servicios y Atención al Proveedor, y a la Planta Extractora de Palmeras de Puerto Wilches S. A. por el apoyo brindado durante esta investigación. A la familia Peña Durán y Wilson Villamizar por su hospitalidad, disposición y colaboración durante la ejecución de este estudio. Del mismo modo, al ingeniero Andrés Alejandro Tupaz Vera, a Iván Mauricio Ayala Díaz y al personal del Laboratorio de Bioquímica del Campo Experimental Palmar de la Vizcaína.

Bibliografía

- Camperos, J. E., Pulido, N. F., Munévar, D. E., Torrecilla, E., Requena, J. A., Arias, H. A. & Mosquera Montoya, M. (2020). Estudio de tiempos y movimientos para la polinización artificial: estudio de caso en una plantación de Santander (Colombia). *Revista Palmas*, 41(3), 11-23.
- Daza, E., Pardo, A., Urrego, N., Ayala, I., Ruíz-Romero, R. & Romero, H. M. (2016). *Evaluación del uso de hormonas sobre la formación de frutos partenocárpico en el híbrido interespecífico OxG*. Poster XIII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, Bogotá, Colombia.
- Fedepalma & Sispa. (2021). *Áreas en desarrollo y producción*. (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, 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.
- 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. *El Palmicultor*, 580(junio), 16-17.
- Hormaza, P., Forero, D., Ruiz-Romero, R. & Romero, E. (2011). *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis)*. Bogotá: Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
- Millan, E., Ruiz, R. & 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.

- Peláez, 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.
- Prada, F. & Romero, H. M. (2012). *Muestreo y análisis de racimos en el cultivo de la palma de aceite*. Bogotá: Centro Nacional de Investigación en palma de aceite (Cenipalma); Sistema Nacional de Aprendizaje (SENA); Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC).
- 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.
- 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*. Presentación oral de la Conferencia Internacional en Palma de Aceite, Cartagena, Colombia.
- 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, E., Mesa, 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.
- Sánchez, A., Fontanilla, C. & Mosquera, M. (2010). *Métodos para el desarrollo de estudios de tiempos y movimientos para labores de cultivo en palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores*. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma): Bogotá.
- Sanz, J. (2016). Las mejores prácticas agroindustriales para una excelente palmicultura colombiana. *Revista Palmas*, 37(4), 67-74.
- Salinas-Ramírez, O. E. (2017). *Evaluación de cuatro metodologías para la polinización asistida en plantaciones de palma aceitera var. (Deli x Nigeria) de 15 meses de edad en la finca nogales, entre ríos, Puerto Barrios, Izabal, Guatemala, C. A. y servicios prestados a Agrocaribe, S. A.* Licenciatura thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sinisterra, K., Caicedo, A., Castilla, C., Ceballos, D., Palacio, M., Cortés, I., Camperos, J. E., Ayala, I. & Mosquera-Montoya, M. (2019). Validación del punto óptimo de cosecha en el cultivar híbrido interespecífico OxG Corpoica (Cereté x Deli y Cereté x Yangambí). *Ceniavance*, 189.