

Guía de bolsillo Polinización asistida en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* *x Elaeis guineensis* (OxG)



Unidad de Extensión



Convenio Especial de Cooperación No. 118 de 2017 SENA-Fedepalma

Publicación de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, cofinanciada por Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero
Convenio Especial de Cooperación No. 118 de 2017 suscrito entre el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, y la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma

Jens Mesa Dishington

Presidente Ejecutivo de Fedepalma

Alexandre Patrick Cooman

Director General de Cenipalma

Jorge Alonso Beltrán Giraldo

Director de la Unidad de Extensión

Juan Carlos Vélez Zape

Líder de Formación a través de Terceros

Autores

Edison Steve Daza

Rodrigo Ruiz Romero

Hernán Mauricio Romero Angulo

Coordinación editorial

Yolanda Moreno Muñoz

Esteban Mantilla

Fotografía

Figuras 1,2,3,4,5 y 6:

José Antonio Guerrero Santafé

Figuras 7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20 y 21:

Edison Steve Daza

Diagramación

Myriam Ortiz Aguilar

Impresión

Multi-impresos

ISBN: 978-958-8360-61-4

Cenipalma

Calle 20A N° 43A - 50 Piso 4

PBX: 208 6300 • Fax: 244 4711

Bogotá, D.C., Colombia

www.cenipalma.org

Agosto 2017

Guía de bolsillo
Polinización asistida en el híbrido
interespecífico *Elaeis oleifera*
***x Elaeis guineensis* (OxG)**

Contenido

Introducción	5
Almacenamiento y conservación de polen	7
Prueba de germinabilidad	9
Preparación de la mezcla para polinización asistida	14
Implementos para la polinización	16
Criterios y recomendaciones para la ejecución de la polinización de inflorescencias	22
Ejecución de la polinización asistida	28
Evaluación de la eficacia de la polinización asistida	32

Introducción

Problemas fitosanitarios, como la Pudrición del cogollo (PC), en áreas sembradas con *Elaeis guineensis* ha estimulado la siembra de cultivares híbrido OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*), que se caracterizan por su resistencia a esa enfermedad. Desde el punto de vista de producción de aceite, los cultivares híbridos se distinguen por su menor tasa de extracción en condiciones de polinización natural si se comparan con los cultivares de *E. guineensis*.

La baja polinización natural asociada con la reducida actividad del polinizador, baja producción de inflorescencias masculinas, baja viabilidad y germinabilidad del polen, y la presencia de brácteas pedunculares que dificultan el ingreso del polen, conducen a un deficiente llenado del racimo (*fruit set*), que termina expresándose en una reducción en el tamaño y peso del mismo. Por lo tanto, la polinización asistida en la palma de aceite híbrida (OxG) es requerida obligatoriamente, y de ser realizada de manera correcta, un mayor número de flores serán polinizadas, reflejándose finalmente en más aceite en los racimos y, en consecuencia, en una mejor productividad para la agroindustria.

Para garantizar la formación de racimos comercialmente aprovechables en híbridos interespecíficos OxG, es necesario realizar la polinización asistida, que consiste en liberación controlada de polen de *E. guineensis* sobre las inflorescencias femeninas en antesis (Sánchez *et al.*, 2011). Así se logra

aumentar la tasa de extracción al generar racimos con una mayor proporción de frutos normales (frutos con semilla) y partenocárpicos (frutos sin semilla), los cuales también contienen aceite.

La polinización asistida es una labor que presenta deficiencias durante su ejecución. Por lo tanto, esta guía de bolsillo busca transmitir información sobre cómo realizarla de manera adecuada, siguiendo los parámetros técnicos desarrollados en el país. Es así, como la guía se convertirá en una herramienta que le permitirá al lector tener criterios de decisión acerca de los parámetros que se deben contemplar al momento de polinizar híbridos interespecíficos O_xG.

A continuación se describen aspectos generales para el uso y almacenamiento de los insumos, las herramientas e implementos requeridos, los criterios y recomendaciones para la ejecución de la polinización, y el seguimiento y parámetros de calidad que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la labor.

Almacenamiento y conservación de polen

Es necesario contar con un sistema de almacenamiento adecuado que permita mantener las condiciones iniciales de germinabilidad del polen, hasta el momento en que se utilice.

Las características que debe tener el polen apto para la polinización son:

- » Germinabilidad mayor de 70 %.
- » Humedad remanente entre 8 y 12 %
- » Temperatura de almacenamiento entre -12 y -18 °C.

Recomendación

Usar refrigerador horizontal para la conservación del polen, almacenarlo en recipientes adecuados (frascos de vidrio o plásticos con cierre hermético, bolsas con empaque al vacío) (Figura 1).



Figura 1. Refrigerador y recipientes para la conservación y almacenamiento del polen.

Prueba de germinabilidad

El porcentaje de germinabilidad del polen es la relación entre el número de granos de polen germinados y el total de granos de polen presentes en la muestra, y cuyo factor se multiplica por 100. Esta prueba brinda información sobre la capacidad del polen de germinar (emitir tubo polínico), y no se debe confundir con la viabilidad, la cual define el número de granos de polen vivos.

La prueba de germinabilidad ayuda a tomar decisiones sobre el uso del polen o la relación de mezcla polen:talco más adecuada para la polinización. Para determinar el porcentaje de germinabilidad se emplea la siguiente fórmula:

$$\% \text{ germinabilidad} = \left[\frac{\text{No. de granos de polen germinados}}{\text{Inflorescencias polinizadas} + \text{no polinizadas}} \right] \times 100$$

Para la prueba de germinación del polen, generalmente son utilizados medios de cultivo semisólidos preparados con agar-agar y azúcar, siendo este último un componente que promueve el equilibrio osmótico entre el polen y el medio de cultivo, y proporciona energía para el desarrollo del tubo polínico (Sánchez *et al.*, 2009).

Este método consiste en preparar un medio de cultivo con:

- » Agar-agar (1,2 g)
- » Sacarosa o azúcar (11 g)
- » Agua desmineralizada (agua para batería), o agua destilada (100 mL)

La mezcla se deja hervir durante 5 minutos y se vierten aproximadamente 5 mL de medio en cajas o platos Petri, cubriendo por completo la base de la misma (5 mm de espesor) (Figura 2).



Figura 2. Paso a paso para la preparación del medio de cultivo.

La siembra del polen se puede hacer con un pincel o un pequeño trozo de algodón. Se sacude una vez para eliminar el exceso y se hacen barridos ligeros sobre un tamiz de 200 micrómetros o en su defecto, se puede utilizar una tela muselina para permitir que el polen caiga de manera homogénea en el sustrato y así evitar grumos que impidan el conteo de los granos de polen (granos germinados y no germinados) (Figura 3).

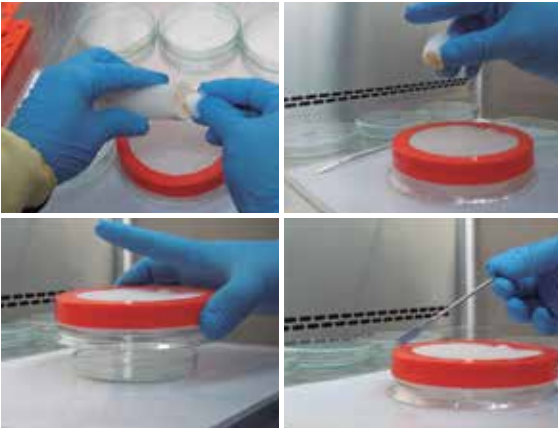


Figura 3. Siembra de polen para la realización de la prueba de germinabilidad.

Recomendación

Lavar el tamiz o la tela muselina y mojar el pincel con alcohol, dejándolo secar entre cada muestra, con el fin de evitar la contaminación de polen entre una muestra y otra.

Una vez sembrado el polen, se cierra la caja Petri para mantener la humedad y se lleva al horno a una temperatura de 38 – 40 °C o en su defecto, a un recinto o lugar donde se alcancen estas temperaturas.

La exposición de las cajas Petri a la radiación durante dos horas puede ser suficiente para que ocurra la germinación del polen.

Recomendación

Tenga en cuenta que solo se consideran germinados aquellos granos con un tubo polínico de longitud mayor o igual al diámetro del polen.

Pasadas las dos horas de germinación, se lleva al microscopio la caja Petri para el respectivo conteo de los granos germinados y no germinados en el campo de 10x (Figura 4).

El conteo de los granos se puede hacer directamente en el microscopio o cuando se maneja un alto número de cajas, se sugiere tomar fotografías del campo observado y realizar su conteo posteriormente (Figura 5).

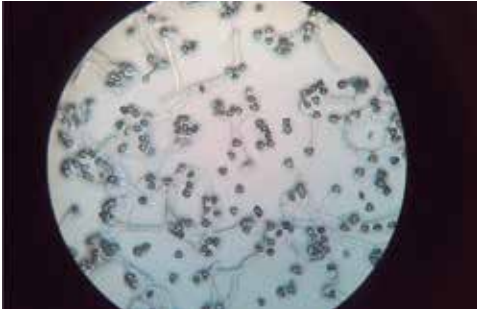


Figura 4. Visualización de granos de polen *E. guineensis*, con el uso del microscopio (campo de visión 10x), trascurridas dos horas desde la siembra.



Figura 5. Observación microscópica de la germinación.

Recomendación

Para facilitar el conteo de los pólenes germinados y no germinados, tome una fotografía con el celular o con una cámara para cada uno de los campos de lectura y a través del *software Image J* de versión libre (<https://imagej.softonic.com>) y realice los conteos de manera más precisa.

Preparación de la mezcla para la polinización asistida

La dosis aproximada de mezcla polen:talco por inflorescencia en lotes sembrados con palma joven (entre 3 y 6 años) es de 1,5 a 2,0 g. En cambio, en palma adulta (> a 6 años) se usa de 2,0 a 3,0 g de mezcla por inflorescencia. Estas diferencias en la cantidad aplicada se deben principalmente al tamaño de la inflorescencia, ya que al ser más grande tendrá una mayor área que cubrir.

La mezcla se realiza generalmente en proporción polen:talco de 1:10. Es decir, por cada gramo de polen se utilizan 10 gramos de talco, siempre y cuando el porcentaje de germinabilidad del polen supere el 70 %.

Esta labor normalmente se hace en forma manual hasta obtener una mezcla homogénea que garantice la adecuada dispersión del polen (Figura 6).

Recomendación

Al finalizar la jornada, la mezcla sobrante se puede utilizar para mejorar el talco del día siguiente, enriqueciéndolo con los granos de polen que aún germinen.



Figura 6. Registro fotográfico de la prueba de germinabilidad, mediante la adaptación de la cámara de un teléfono móvil al microscopio.

Implementos para la polinización

Los elementos que actualmente se utilizan para la ejecución de la polinización han sido adaptados de acuerdo a las necesidades de las plantaciones y son de fabricación artesanal. Existe una amplia gama de variaciones en los equipos de polinización que se manejan a nivel comercial. Sin embargo, todos coinciden con algunas partes básicas que se describen a continuación:

Recipiente

Se emplea para el almacenamiento de la mezcla polen:talco, uno de los más utilizados es un tarro de aluminio, en el que comúnmente se conservan productos enlatados. Sin embargo, también se encuentran diferentes tipos de frascos plásticos que se adaptan para la actividad. En otros casos se usa una pera de goma grande (Figura 7).





Figura 7. Diferentes tipos de recipientes usados para el almacenamiento de mezcla.

Canal de salida de la mezcla

Permite el paso de la mezcla polen:talco hacia la inflorescencia. Se puede utilizar una manguera plástica de 1/4" o un tubo de cobre o de aluminio de 3/16" (Figura 8).



Figura 8. Tipos de canales de salida de la mezcla.

Gancho

Se utiliza para romper el prófalo y las brácteas pedunculares que cubren la inflorescencia (Figura 9). Este implemento puede ser llevado aparte o ir adherido al equipo de polinización. Generalmente es una varilla de hierro doblada en "L" y una punta para marcar la hoja correspondiente. Aunque también se han desarrollado adaptaciones para mejorar la apertura de las brácteas.



Figura 9. Ganchos empleados para romper el prófalo y abrir las brácteas.

Impulsor de la mezcla

La presión generada por el operario al soplar una manguera de entrada del sistema es el método más usado. Sin embargo, teniendo en cuenta la exigencia física de la actividad durante la jornada, es recomendable utilizar otras alternativas como la pera de goma, la cual se conecta al conducto de entrada para que en el momento de presionarla, impulse la mezcla hacia fuera. De igual forma, se pueden adaptar bombas para inflar globos que ejercen presión impulsando la mezcla a lo largo del canal de salida (Figura 10).



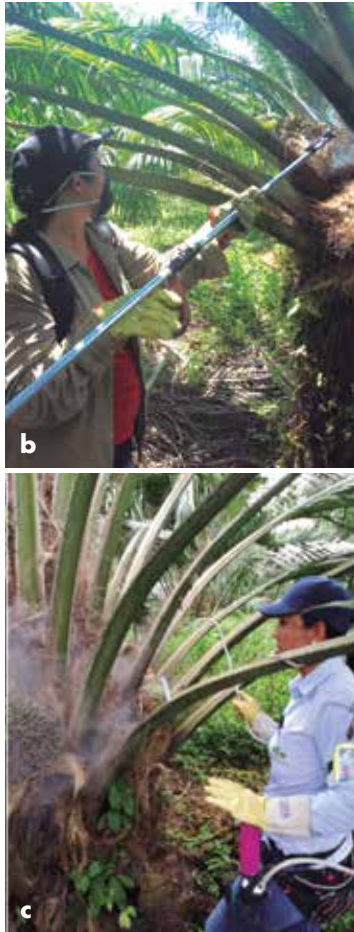


Figura 10. Formas de impulsar la mezcla a través del equipo de polinización. a) Soplido del operario; b) Uso de pera de goma; y c) Bomba manual.

Criterios y recomendaciones para la ejecución de la polinización de inflorescencias

En polinización asistida existen varios criterios sobre el estado de antesis de la inflorescencia, que se deben considerar (Figura 11). En las inflorescencias femeninas de híbridos OxG, la antesis puede presentarse de forma escalonada con una duración promedio de 3 a 4 días. Sin embargo, en algunos casos esta puede durar hasta 15 días, lo que termina definiéndose como una asincronía en la antesis. Esta acarrea la formación y desarrollo desigual de racimos (Hormaza *et al.*, 2013).





Figura 11. Variaciones en la manifestación de la antesis en las inflorescencias femeninas de híbridos OxG.

De acuerdo con la proporción de flores en antesis al momento de realizar la aplicación, se establecen cuatro categorías que se describen a continuación:

Inflorescencia buena (IB)

Estado fenológico 607 (antesis), que se caracteriza por la presencia de más del 80 % de sus flores abiertas y aptas para ser polinizadas. Generalmente una sola aplicación es suficiente en este tipo de inflorescencia (Figura 12).



Figura 12. Estado fenológico 607.

Inflorescencia con doble polinización (IDP)

Presentan asincronía floral, una parte de la inflorescencia muestra botones sin abrir (estado fenológico 603 o preantesis 3), y otra parte con flores en antesis (607). Lo anterior obliga a realizar una nueva polinización en el siguiente ciclo (Figura 13).



Figura 13. Inflorescencia con doble polinización.

Inflorescencia ayudada (IA)

Una parte considerable de la inflorescencia ha finalizado su periodo de antesis (estado 609), caracterizándose por no haber sido polinizada. Entre tanto, la parte restante de la inflorescencia presenta flores receptivas sin polinizar. Esta característica puede deberse a la asincronía floral del material o al descuido del polinizador que no detectó la estructura floral en alguna de las rondas previas (Figura 14).



Figura 14. Inflorescencia ayudada.

Inflorescencia pasada (IP)

Se refiere a las inflorescencias que han finalizado completamente el periodo de antesis (estado fenológico 609), y cuyos lóbulos estigmáticos pueden desarrollar una coloración que varía del rosado pálido a rojo sangría, y de marrón oscuro a negro. En todos los casos indican la pérdida de receptividad por parte de la flor femenina (Figura 15).



Figura 15. Inflorescencia pasada.

Ejecución de la polinización asistida

Se deben tener en cuenta algunos pasos que garantizan la eficacia de la labor y permiten al operario lograr un desplazamiento rápido entre palmas.

Recorrido en el lote

Para ubicar con mayor facilidad las palmas e inflorescencias que se han de polinizar, se recomienda que el trabajador se movilice tomando dos líneas (calle de cosecha o de tránsito), desplazándose entre ellas en zigzag (Figura 16).

Al llegar a la palma, la revisión de la misma debe ser en forma de "U" o media luna. Esto permite una mayor eficacia en cuanto a la detección de inflorescencias y en el movimiento del personal por el lote.

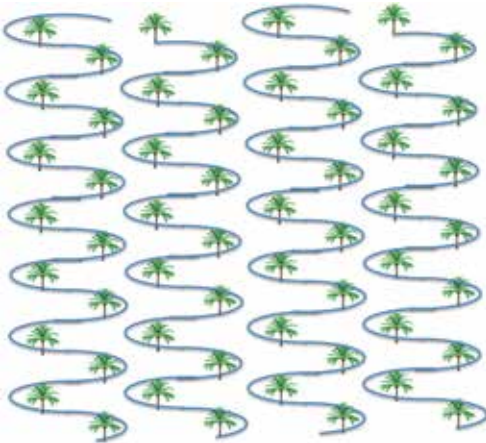


Figura 16. Recorrido de polinización de inflorescencias en el lote.

Recomendación

Bajo condiciones normales un operario recorre 10 ha durante la jornada. Sin embargo, cuando el número de inflorescencias es mayor a 30 por ha, los rendimientos se reducen entre 7 y 8 hectáreas.

Apertura de la inflorescencia

Una vez detectada la inflorescencia, el operario debe evaluar el estado de antesis en el que se encuentra y determinar si se trata de una inflorescencia en plena antesis, una que requiere una segunda polinización, una ayudada o pasada (Figura 17). Para ello, debe abrir con el gancho el prófimo y la bráctea peduncular, tratando de llegar a la base de la inflorescencia para garantizar una polinización uniforme.



Figura 17. Apertura de una inflorescencia a) Deficiente y b) Adecuada.

Aplicación del polen

Ya despejada adecuadamente la inflorescencia, se debe aplicar el polen, según la mezcla establecida, cubriendo homogéneamente la inflorescencia para asegurar una buena cobertura sin acumulaciones ni zonas faltantes (Figura 18).



Figura 18. Aplicación de polen en la inflorescencia a) en la cara frontal y b) en la cara posterior.

Marcación

Dependiendo de los criterios que se manejen en la plantación, se debe marcar la hoja sobre la cual se ubica el racimo o preferiblemente aquella de donde nace el racimo de acuerdo a la filotaxia de la palma. En esta, se debe escribir la fecha de polinización en el peciolo de la hoja. Si se trata de una inflorescencia a la que se le debe hacer otra polinización, únicamente se hace una marca que indique la necesidad de una segunda aplicación (Figura 19).



Figura 19. Marcación de las hojas para establecer la fecha de polinización. a) Número de la semana del año; b) Anotación del día, mes y año.

Recomendación

El dato de la fecha se escribe únicamente cuando se haya garantizado la polinización de la mayor parte de la inflorescencia.

Evaluación de la eficacia de la polinización asistida

Los encargados de realizar esta labor son los supervisores y auxiliares, quienes mediante sus evaluaciones diarias detectan las anomalías y los problemas que se están presentando durante las jornadas de trabajo. A continuación se describen los indicadores de calidad más utilizados en plantaciones de la Zona Oriental.

Porcentaje de calidad de la labor

Permite establecer el porcentaje de inflorescencias polinizadas por el operario, en relación con el total de inflorescencias en antesis reportadas por el auxiliar o el supervisor. Si el operario está realizando la actividad correctamente, el porcentaje debe ser superior a 90 %. Para este parámetro se maneja un valor absoluto.

$$\text{Porcentaje de calidad} = \left[\frac{\text{Inflorescencias polinizadas}}{\text{Inflorescencias polinizadas} + \text{no polinizadas}} \right] \times 100$$

Índice de confianza

Permite evaluar la confiabilidad de los datos suministrados por el operario sobre inflorescencias polinizadas. Compara el reporte del trabajador con el del supervisor. Si la información es veraz, debe ser igual o mayor al 90 %. Para calcular el índice se maneja un valor absoluto.

$$\text{Índice de confianza} = \left[\frac{\text{Conteo de inflorescencias reportado por operario}}{\text{Conteo de inflorescencias confirmadas por supervisor}} \right] \times 100$$

Aplicación del polen en la inflorescencia

Es un parámetro basado en la observación que hace el evaluador sobre la apertura de las brácteas pedunculares que cubren la inflorescencia y la homogeneidad de la aplicación de la mezcla (polen:talco). De acuerdo con lo anterior, se establecieron dos categorías:

Aplicación buena: Cuando el destape de la inflorescencia se realiza en forma adecuada y la aplicación de la mezcla es homogénea (Figura 20).



Figura 20. Ejemplo de racimo con buena aplicación y adecuada conformación de frutos.

Aplicación mala: Cuando se aplica la mezcla pero no se despejan correctamente las brácteas pedunculares o se hace bien el despeje pero se aplica la mezcla en forma deficiente o en exceso (Figura 21).



Figura 21. Ejemplo de racimo con mala aplicación y deficiente llenado de los frutos.

Recomendación

Si el operario está realizando la actividad correctamente, la calidad de la aplicación debe ser mayor de 90 %.

$$\text{Aplicación} = \left[\frac{\text{Inflorescencias bien aplicadas}}{\text{Inflorescencias bien aplicadas} + \text{Inflorescencias mal aplicadas}} \right] \times 100$$

Nivel de asistencia

Representa la asistencia mensual del polinizador a sus lotes asignados. Se estima un mínimo de días laborados al mes que pueden estar alrededor de 24 a 26 días. El valor de este índice debe ser igual o superior a 95 %. Este parámetro permite tomar medidas correctivas para evitar que se queden las inflorescencias sin polinizar por la ausencia del operario.

$$\text{Nivel de asistencia} = \left[\frac{\text{Jornales efectivos}}{\text{Jornales programados}} \right] \times 100$$

Recomendación

Manejar personal adicional que se pueda tener como reemplazo cuando el polinizador falte o se retrase.

Toda la información generada con los indicadores descritos anteriormente se utiliza para hacer pronósticos de producción, coordinar la logística de la labor o para el pago de bonificaciones a los trabajadores por cumplir con todos o algunos de los indicadores propuestos. El esquema de bonificaciones y castigos está sujeto al manejo administrativo de cada empresa.

Agradecimientos

Agradecimiento especial a las plantaciones: Hacienda La Cabaña y Guaicaramo S.A., en la Zona Oriental; Central Manigua S.A. y Palmeiras Colombia S.A., en la Zona Suroccidental; y Agroindustrias Villa Claudia S.A., Indupalma S.A. y Palmeras de Puerto Wilches S.A., en la Zona Central, por compartir experiencias en el desarrollo de la actividad y facilitar la obtención de registros fotográficos ilustrativos de la guía.

Al Fondo de Fomento Palmero (FFP) administrado por Fedepalma, por el apoyo para la realización de esta guía.

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/presentación 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.

Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma
Bogotá D.C.
www.cenipalma.org