

## Aplicación de polen y ácido $\alpha$ -naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios?\*

Use of Pollen and  $\alpha$ -Naphthalenacetic Acid in OxG Oil Palm Trees in Ecuador. Does Pollination without Mixing them Grant Any Benefits?

**CITACIÓN:** Bravo, V., Solórzano, O., Calixto, B. & Bastidas, J. (2022). Aplicación de polen y ácido  $\alpha$ -naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios? Palmas, 43(1), 10-20.

**PALABRAS CLAVE:** Híbrido OxG, Conformación de racimo, Contenido potencial de aceite en racimo, Polinización artificial, Frutos partenocárpicos.

**KEYWORDS:** OxG hybrid, *Fruit set*, Potential oil content in oil palm bunches, Artificial pollination, Parthenocarpic fruits.

\*Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

**RECIBIDO:** agosto de 2021.

**APROBADO:** febrero de 2022

**BRAVO VLADIMIR**

**ASOCIACIÓN NACIONAL DE  
CULTIVADORES DE PALMA ACEITERA DE  
ECUADOR (ANCUPA)**  
Autor de correspondencia  
vbravo@ancupa.com

**SOLÓRZANO OCTAVIO**  
Instituto Superior Tecnológico  
Calazacón, Santo Domingo, Ecuador

**CALIXTO BRAULIO**  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí,  
El Carmen, Manabí, Ecuador

**BASTIDAS JOSSELYN**  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí,  
El Carmen, Manabí, Ecuador

### Resumen

El híbrido interespecífico OxG requiere un manejo agronómico que incluye la polinización asistida (y artificial). Diversos estudios con polinización artificial y el uso de ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA) han demostrado los beneficios de este compuesto para la conformación de racimos y el contenido de aceite en racimo. Sin embargo, se ha observado que ANA es incompatible con el polen cuando se les mezcla en un mismo insumo para ejecutar la polinización.

Por ello, el presente estudio evaluó el efecto de tres ciclos de aplicación con polen o ANA, por separado y sin mezclar, en frecuencias de 2 y 7 días entre cada ciclo. Los resultados muestran diferencias estadísticas entre 3 ciclos de aplicación de ANA vs. el testigo (polen), evidenciando un incremento en el potencial de aceite de 33 % (frecuencia +2) y 38 % (frecuencia +7). En cuanto a la conformación del racimo, el porcentaje de frutos abortados disminuyó 61 % (frecuencia +2) y 70 % (frecuencia +7), mientras que el contenido de frutos normales disminuyó 77 % (frecuencia 2 días) y 62 % (frecuencia 7 días). A pesar de la reducción del contenido de frutos normales, no se registraron diferencias estadísticas para el peso promedio del racimo, debido a que la relación raquilas a racimo incrementó significativamente en los tratamientos con 3 ciclos de aplicación de ANA, mientras que en los tratamientos testigo (3 aplicaciones de polen) este valor disminuyó. De esta manera, se encontró que existen beneficios para las variables peso promedio, conformación de racimo y potencial de aceite en racimo directamente proporcionales a la aplicación de ANA. Por lo anterior, se recomienda el uso de ANA y polen por separado.

## Abstract

The agronomic management of interspecific OxG hybrid material requires the adoption of assisted (and artificial) pollination. Several studies focused on artificial pollination using  $\alpha$ -naftalenacetic acid (NAA) have shown the benefits of this compound for the variables fruit set and oil content in oil palm fruit bunches. Nevertheless, it has been observed that NAA is incompatible with pollen when both are mixed for pollination. With that in mind, this study sought to evaluate the effect of three cycles of pollen or NAA application (separately and without mixing) with frequencies of 2 and 7 days between each one. Results showed statistical differences in three application cycles of NAA vs. control (pollen), increasing oil to bunch potential by 33 % (+2 days frequency) and 38 % (+7 days frequency). For fruit set, the percentage of aborted fruits decreased 61 % (+2 days frequency) and 70 % (+7 days frequency), while the content of normal (fertile) fruits decrease 77 % (+2 days frequency) and 62 % (+7 days frequency). Despite the drop in fertile fruits, there were no differences in mean bunch weight, due to raquila-to-bunch ratio has significantly higher values for treatments with three application cycles of NAA than the control (three pollen applications) ones, which had a significative decrease. As a result, positive outcomes were identified for the variables mean bunch weight, fruit set, and oil to bunch potential after NAA application. Therefore, the application of pollen and NAA separately is suggested.

## Introducción

En Ecuador, la aparición de plantas afectadas por la enfermedad conocida como la Pudrición del cogollo (PC) tuvo su primer registro en 1979 e inició la devastación en los cantones de Shushufindi (Sucumbíos) y Nuevo Paraíso (Orellana), desde 1991 (Franqueville, 2001). A partir de 2005 se observó el inicio de esta enfermedad en San Lorenzo (Esmeraldas), donde destruyó 15.000 ha y, desde 2010, en Viche (Esmeraldas), donde llegó a afectar 8.000 ha (Agrocalidad y ANCUPA, 2015). Según el Censo Nacional Palmicultor (MAG *et al.*, 2018) la PC ha afectado (y continúa afectando) cultivos de palma de aceite desde Quinindé hasta Santo Domingo, donde se estima una pérdida aproximada de 125.000 ha de dicha plantación en los últimos años.

Este problema fitosanitario afecta al material *Elaeis guineensis* Jacq. debido a su susceptibilidad genética, y la única alternativa para evitar sus efectos destructivos sobre este cultivo es la renovación con variedades tolerantes, como el híbrido interespecífico OxG, cruzamiento de *Elaeis guineensis* con *Elaeis oleifera*, el cual ha introducido las características de tolerancia a la PC de la especie americana (*E. oleifera*) en la especie africana (*E. guineensis*) (Amblard, Berthaud, Durant y Gasselint, 2000).

El manejo de este híbrido implica el uso de nuevas metodologías, pues la polinización entomófila tiene un bajo desempeño debido a que los insectos *Elaidobious kamerunicus* no son atraídos a las inflorescencias femeninas del híbrido, mientras que otros curculiónidos (*Grasiduis hybridus* y *Couturerius* sp.) afines a *E. oleifera* llegan a las inflorescencias de híbridos

OxG, aunque en bajas cantidades (Ávalos, 2014; Dávila, 2016). Adicionalmente, la baja viabilidad del polen afecta al rendimiento de la labor de polinización, ya que se ha encontrado que la tasa de germinabilidad del polen es de 16,8 % en el híbrido Taisha x La Mé; 12,1 % en Taisha x Avros; y 9,65 % en Coari x La Mé (Mantilla, 2015).

Por lo anterior, mejorar la productividad de los híbridos OxG hace imprescindible la ejecución de la polinización asistida, la cual es una labor fundamental para incrementar el potencial de rendimiento de los racimos de fruta fresca, gracias a la formación de frutos normales y frutos partenocárpicos y a la disminución de frutos abortados (Leguizamón, Santacruz y Rosero, 2016), y que demanda ciertas condiciones específicas, como la disponibilidad de personal especializado y el uso de polen de alta germinabilidad (almacenado en frío). A pesar de contar con condiciones óptimas, diversos factores (ambientales, logísticos y laborales, entre otros) influyen en las cifras de aborto y pérdida de frutos y de formación de frutos partenocárpicos de mala calidad, en cantidades que afectan el contenido de aceite en racimo (Quintero, 2016). Así, la formación de fruto en el racimo dependerá de diversos factores, y su estímulo estará dominado por hormonas vegetales, principalmente auxinas (De Jong *et al.*, 2009, citado por Sauer, Robert y Kleine-Vehn, 2013).

Actualmente, existen diversos estudios de evaluación sobre la aplicación de ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA) durante la labor de polinización artificial, los cuales dan cuenta de incrementos en el porcentaje de frutos partenocárpicos y, por consiguiente, de menores tasas de los frutos abortados (Daza, Ayala-Díaz, Ruiz-Romero y Romero, 2020). Estos trabajos presentan información relevante sobre el diseño del racimo y su potencial de aceite (Ochoa y Palacio, 2021), comparaciones del medio de aplicación, en líquido o sólido (García, Ibagué, Munévar, Hernández y Mosquera-Montoya, 2020), análisis económicos de diferentes escenarios de aplicación de los insumos ANA y polen (Ruiz, Daza, Caballero y Mosquera-Montoya, 2020) y la definición de las mejores tecnologías para incrementar del contenido de aceite en racimo por hectárea (Romero y Ayala, 2021).

A pesar de que la metodología de trabajo con ANA se ha venido ajustando a la realidad del campo, con el objetivo de obtener el mejor *fruit set*, una mayor producción de aceite y hacer uso de insumos sólidos con dosis adecuadas (Ochoa y Palacio, 2019), es necesario conocer el beneficio potencial que se puede

obtener de la realización de tres ciclos de aplicación de los insumos polen y ANA por separado, considerando particularmente a los medianos y pequeños palmicultores, quienes aún no se benefician de bonificaciones percibidas por un mayor contenido de aceite en racimo, sino que continúan vendiendo su producción de racimos de fruta fresca (RFF) con un pago a razón del número de toneladas producidas.

Ante este escenario, la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera de Ecuador (ANCU-PA) llevó a cabo la presente investigación, cuyo objetivo fue determinar el efecto de la aplicación de polen y ANA sin mezclar en la conformación y el potencial de aceite en racimo de híbridos interespecíficos OxG en dicho país.

## Materiales y métodos

### Localización

Esta investigación analizó material híbrido Coari x La Mé, siembra 2015, producido por Murrin Corporation Ecuador, entre agosto 2019 y febrero de 2020. La fase de trabajo en campo se llevó a cabo en el lote Saltamontes de la plantación “Costa Rica 2”, propiedad de Jorge Muñoz Pazmiño (17N 694662 29789), ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Puerto Quito, sitio Agrupación Los Ríos, a una altura de 161 m s. n. m.

### Tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos resultantes de la interacción de los insumos polen y ANA en cada ciclo de polinización, los cuales se llevaron a cabo con 2 frecuencias (cada 2 y 7 días), como se detalla en la Tabla 1.

Para el tratamiento testigo se empleó una relación 1:10 (polen:talco), descargando aproximadamente 2 g inflorescencia<sup>-1</sup>. Los tratamientos con ANA recibieron el producto Polinizamix<sup>®1</sup> (ANA 6 %). Este fue aplicado descargando 4 g para alcanzar una dosis de 240 mg inflorescencia<sup>-1</sup>. Para la primera aplicación se utilizó inflorescencias en estadio fenológico 607, que al menos presentasen 80 % de flores con los estigmas completamente abiertos y de color beige. En los 2 ciclos posteriores se adoptó la frecuencia establecida para cada uno de los tratamientos descritos en la Tabla 1.

1 Producto registrado por ANCUPA.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Descripción	Insumo	Frecuencia de aplicación (días)
1	Testigo 1	Polen - polen - polen	1 - 3 - 5 (+2)
2	Testigo 2	Polen - polen - polen	1 - 7 -14 (+7)
3	P-P-A	Polen - polen - ANA	1 - 3 - 5 (+2)
4	P-A-A	Polen - ANA - ANA	1 - 3 - 5 (+2)
5	A-A-A	ANA - ANA - ANA	1 - 3 - 5 (+2)
6	P-P-A	Polen - polen - ANA	1 - 7 - 14 (+7)
7	P-A-A	Polen - ANA - ANA	1 - 7 - 14 (+7)
8	A-A-A	ANA - ANA - ANA	1 - 7 - 14 (+7)

## Análisis estadístico

El análisis estadístico efectuado acudió a un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 3 repeticiones. En total, se evaluaron 8 racimos (1 racimo por planta), llevando a cabo un análisis funcional de las medias a través de prueba de Tukey al 5 %. Los cálculos fueron realizados en el programa SPSS 18.

## Análisis de racimos

Para la cosecha de los racimos se consideró el estado fenológico 809. El peso de racimo fue tomado inmediatamente después de la cosecha y los racimos

fueron llevados al Laboratorio de Investigación en Biotecnología del Centro de Investigaciones en Palma Aceitera (CIPAL), propiedad de ANCUPA, para efectuar el procedimiento de acuerdo con los protocolos establecidos por esta organización.

## Resultados y discusión

### Conformación del racimo (*fruit set*)

La proporción (en número) de frutos normales (FN) muestra diferencias significativas entre tratamientos (Figura 1). Los tratamientos que recibieron exclusivamente ANA (5 y 8) presentaron la menor proporción

**Figura 1.** Proporción (en número) de frutos normales, partenocárpico y abortados por racimo para los tratamientos evaluados (tratamientos con letras distintas difieren estadísticamente entre sí)



de FN, con una reducción de 77,4 % para la frecuencia +2 y 61,7 % para la frecuencia +7, en comparación con los testigos. En contraste, para los frutos partenocárpicos (FP) la tendencia fue inversa, con mayores contenidos de FP para los tratamientos 5 y 8, que registraron un incremento de 45,6 % (frecuencia +2) y 37,7 % (frecuencia +7), comparados con los testigos. Por su parte, el contenido de frutos abortados (FA) tuvo diferencias significativas, con menores valores para los tratamientos con aplicación exclusiva de ANA, disminuyendo 61,4 % (frecuencia +2) y 69,6 % (frecuencia +7). Los resultados para FN de T5 y T8 concuerdan con lo observado por Romero, Daza, Urrego, Rivera y Ayala (2018), quienes identificaron que el porcentaje de FN con aplicación de ANA (en líquido) disminuyó entre 3,8 y 7 %, y con los hallazgos de Ochoa y Palacio (2021) para FP, quienes obtuvieron un 80,5 % de FP tras la aplicación de dosis de 240 mg de ANA.

Por otro lado, para los tratamientos con 3 aplicaciones de ANA, la proporción (en peso) de FP incrementó 238,9 % (frecuencia +2) y 203,5 % (frecuencia +7). Los resultados obtenidos en esta dimensión difieren de lo expuesto por Ochoa y Palacio (2019, 2021), quienes encontraron porcentajes más bajos para FP. Esta diferencia puede ser resultado de que los tratamientos T5 y T8 incluían únicamente ANA. Al respecto, Somyong *et al.* (2018) mencionan que los tratamientos con auxinas pueden ser los más efectivos para inducir partenocarpia en *E. guineensis*.

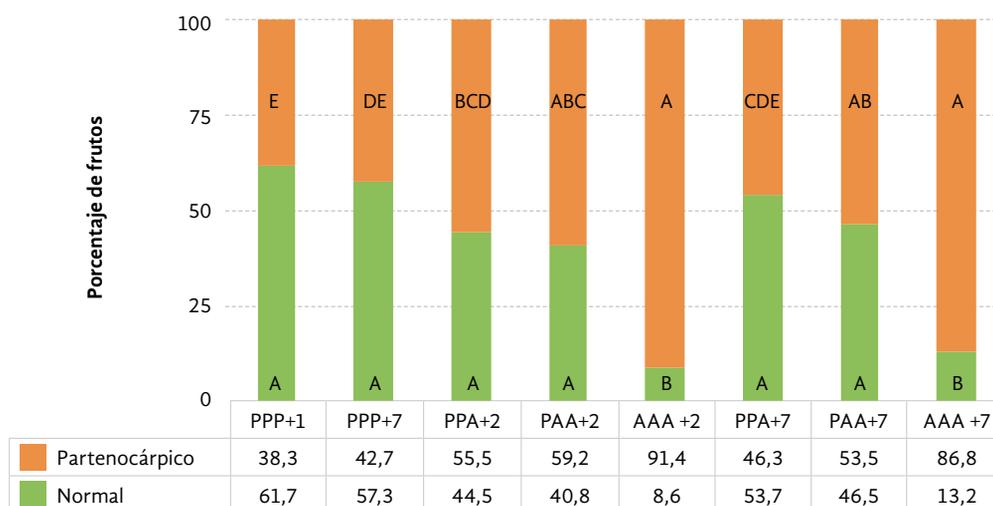
La relación en peso de FN mostró diferencias significativas, evidenciando que los tratamientos que recibieron exclusivamente ANA presentan el menor porcentaje, con una reducción de 86,1 % para la frecuencia +2 y 77 % para la frecuencia +7 (Figura 2). Esta información es similar a lo presentado por Ochoa y Palacio (2019), quienes encontraron un contenido de 62,6 % de FN en aplicación de polen.

Frente a los resultados hasta ahora expuestos, cabe resaltar que el presente estudio evaluó la aplicación de insumos por separado, lo cual no permite establecer comparaciones entre los resultados de todos los tratamientos.

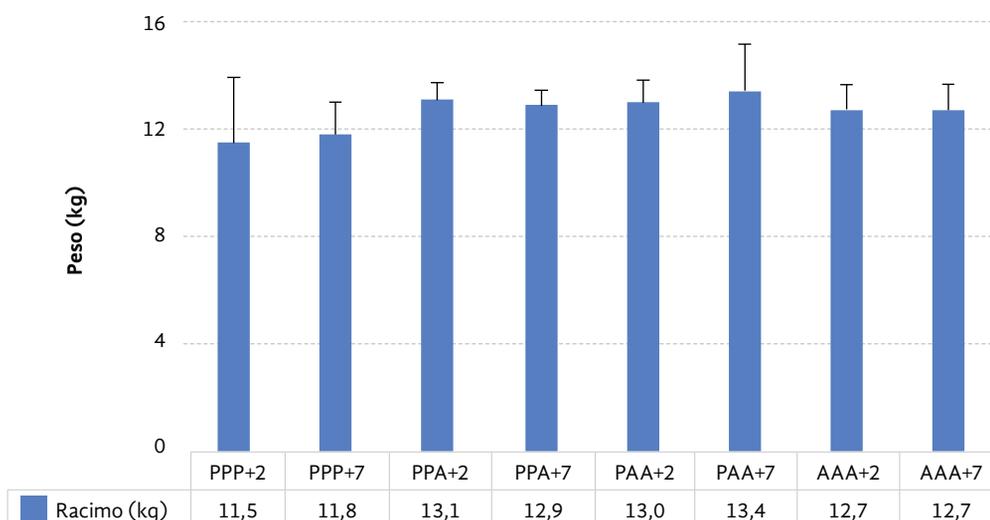
### Peso promedio de racimo

El peso promedio de racimo no mostró diferencias significativas (Figura 3), encontrando para la frecuencia +2 que T1 alcanzó la cifra de 11,5 kg y que T3 registró el valor más alto, con 13,1 kg. Para la frecuencia +7, T2 alcanzó 11,8 kg y T7 13,4 kg, siendo este el de mayor valor. Estos resultados difieren de lo expuesto por Daza *et al.* (2020), quienes reportan un mayor peso promedio de racimo tras la aplicación de polen. No obstante, nuestros hallazgos son comparables con los de Linares *et al.* (2019), quienes reportan datos similares para esta variable al aplicar 2 pases de ANA (120 mg) + polen y 3 pases con polen.

**Figura 2.** Proporción (en peso) de frutos normales, partenocárpicos y abortados por racimo para los tratamientos evaluados (tratamientos con letras distintas difieren estadísticamente entre sí)



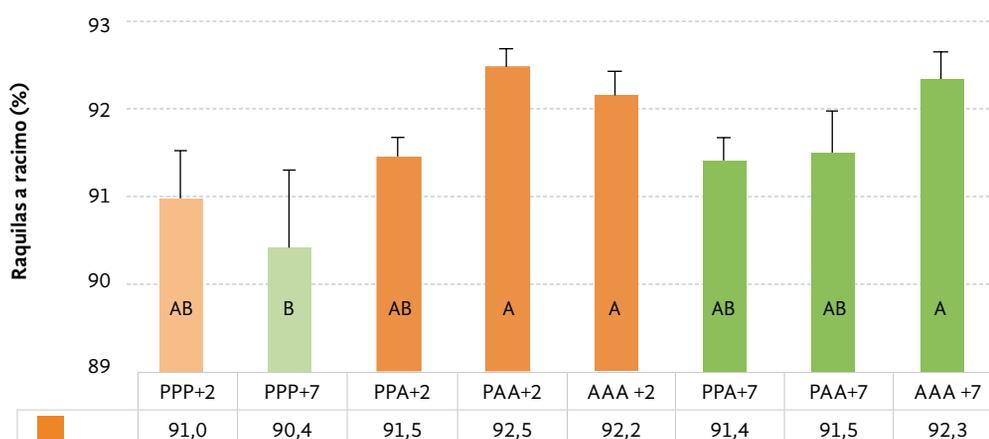
**Figura 3.** Peso promedio de racimo obtenido con los tratamientos evaluados



Se tiene evidencia sobre la capacidad del uso de ANA para estimular el desarrollo de frutos partenocárpico en híbridos OxG (Daza *et al.*, 2020), lo cual hace posible recuperar aquellos frutos de este tipo que anteriormente no se formaban, mejorando así el contenido de frutos en racimo. Por esto, con el fin de comprender mejor la razón por la cual el peso promedio fue igual entre los tratamientos estudiados, se analizó la relación peso de raquillas a racimo, es decir, se

pesaron las raquillas con todos los frutos. Aquí se observaron diferencias significativas (Figura 4), con los mejores valores registrados por T4, T5 y T8, los mismos que tienen menor contenido de frutos normales (Figura 2). De esta manera, se evidencia que gracias a la cantidad de frutos partenocárpico estimulado (y formados) por la aplicación de ANA, el peso promedio de racimo fue compensado en aquellos tratamientos con bajo contenido de frutos normales.

**Figura 4.** Relación (en peso) de raquillas a racimo en los tratamientos evaluados (tratamientos con letras distintas difieren estadísticamente entre sí)



## Peso promedio de fruto

Cabe destacar que se encontró FN en todos los tratamientos (aunque para T5 y T8 la proporción fue menor), cuya formación se puede atribuir a la presencia de plantaciones de *E. guineensis* circundantes al cultivo estudiado.

Los datos en cuanto al peso promedio de FN mostraron diferencias significativas para T1 y T2, lo cual es directamente proporcional al peso de la almendra, variable frente a la cual se obtuvieron resultados similares. Al comparar los testigos (T1 y T2) vs. los tratamientos con tres ciclos de aplicación de ANA (T5 y T8), se observa que el peso de la almendra presentó una reducción de 52,3 % (frecuencia +2) y 49,8 % (frecuencia +7). Estos datos permiten observar que, además del efecto negativo que tiene ANA sobre el polen (Ruiz *et al.*, 2020), el uso de ANA también influye en el desarrollo de la almendra, pues el peso de esta se redujo 14,1 % (T6) y 17,1 % (T7) con la frecuencia +7, mientras que para la frecuencia +2 la disminución fue de 31,9 % (T3) y 33,7 % (T4). Lo anterior indica que frecuencias de aplicación de ANA más cercanas al estadio fenológico 607 permiten reducir el peso de la almendra (Figura 5), fenómeno que se explica en el hecho de que las auxinas están

relacionadas en la depresión del crecimiento del ovario luego de la fertilización (Pandolfini, 2009). De otro lado, con respecto al peso promedio de FP, los datos no dan cuenta de diferencias significativas, lo cual difiere de los resultados obtenidos por Romero *et al.* (2018), quienes registraron pesos más altos en FP tratados con ANA en suspensión líquida, y va en línea con lo reportado por Ochoa y Palacio (2019), en cuyo trabajo se empleó una mezcla sólida.

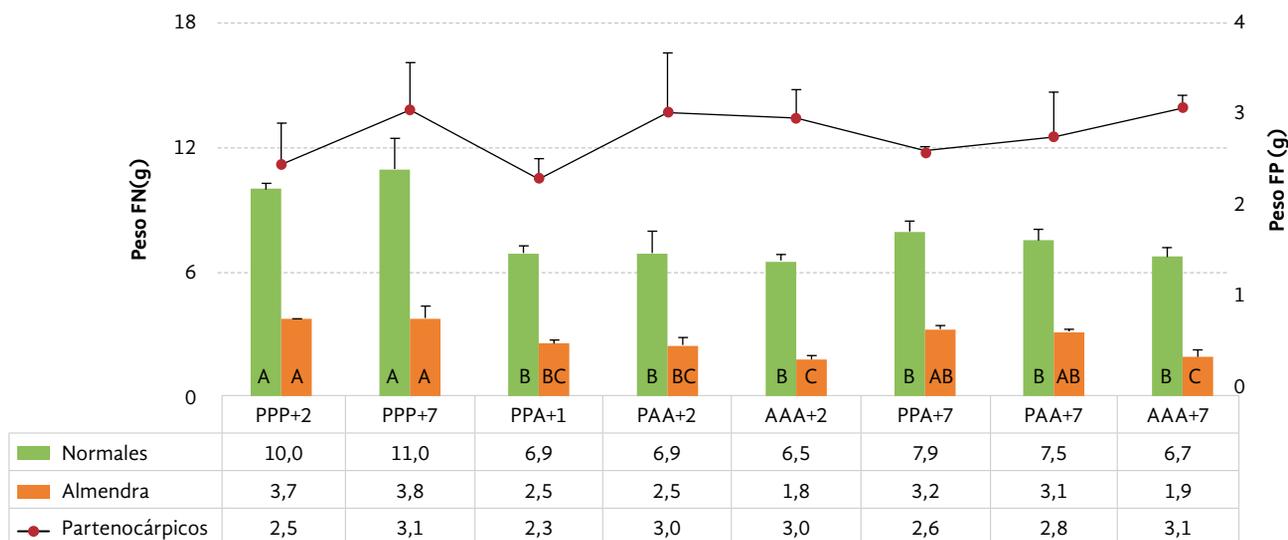
## Relación almendra a racimo

La relación almendra a racimo muestra diferencias significativas entre tratamientos, donde T5 y T8 registran los menores valores (Figura 6), indicando que todos los tratamientos con al menos una aplicación de polen en inflorescencias de estadio fenológico 607 generan la misma cantidad de almendra en el racimo. Este hallazgo permite corroborar lo expuesto por Romero *et al.* (2018) en tratamientos con polen.

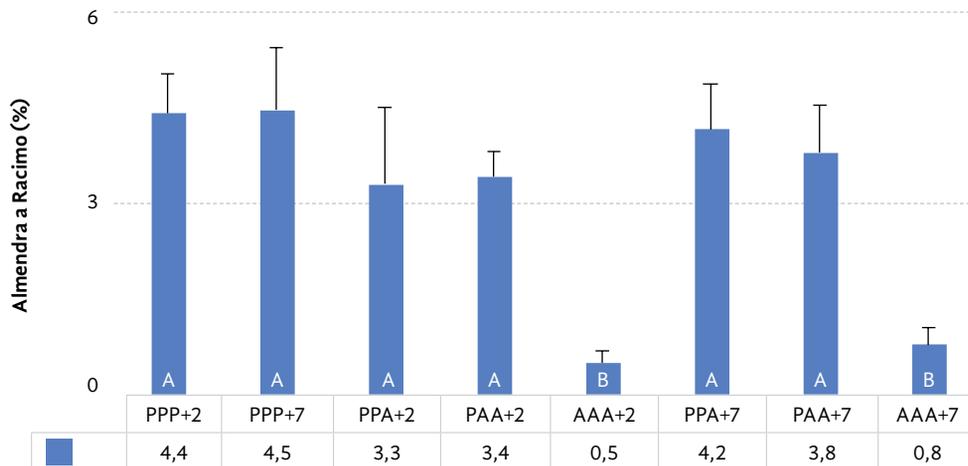
## Potencial de aceite

De acuerdo con nuestros hallazgos, el potencial de aceite (en laboratorio) en racimo muestra diferencias significativas, donde T5 y T8 reportan los mejores

**Figura 5.** Peso promedio de FN, FP y almendra en los tratamientos evaluados (tratamientos con letras distintas difieren estadísticamente entre sí)



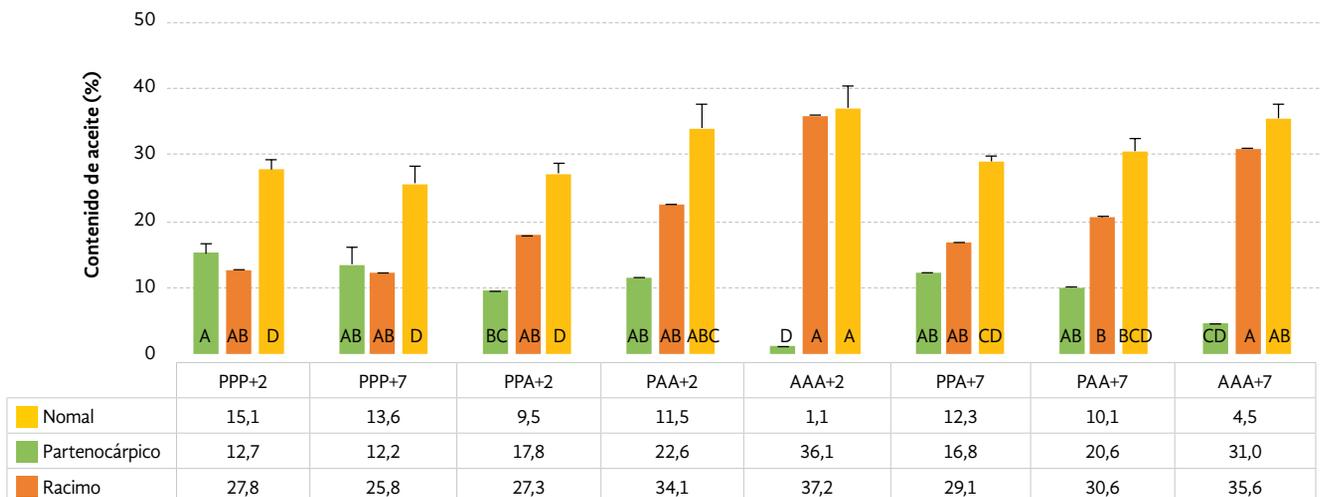
**Figura 6.** Relación almendra-racimo en los tratamientos evaluados (tratamientos con letras distintas difieren estadísticamente entre sí)



resultados, con un mayor contenido de aceite en FP y en racimo (Figura 7). Es evidente que el efecto de ANA es directamente proporcional al contenido de aceite, debido al mayor contenido de FP observado en el *fruit set*, como se observó en la Figura 3. Así, T5 presenta un incremento de 9,4 puntos porcentuales de aceite (133,4 %) frente a T1, mientras que T8 tuvo un aumento de 9,8 puntos (138 %) frente a

los datos de T2. Adicionalmente, se puede mencionar que T5 (frecuencia +2) reporta un potencial de aceite 1,6 % mayor que T8 (frecuencia +7), los cual se debe, principalmente, al estímulo temprano generado por ANA sobre la flor, que al ser estimulada en 3 ocasiones más cercanas al periodo de antesis permite obtener un mayor potencial de aceite (aunque sin diferencias significativas), gracias a que el crecimiento

**Figura 7.** Potencial de aceite en FN, FP y racimo en los tratamientos evaluados (tratamientos con letras distintas difieren estadísticamente entre sí)



del fruto ocurre de manera más rápida (Forero, Hormaza, Moreno y Ruíz, 2012; Hormaza, Forero, Ruíz y Romero, 2010) y a que las auxinas actúan como reguladores positivos del crecimiento del fruto (Pattinson *et al.*, 2013).

## Conclusiones

La aplicación de ANA es una práctica fundamental para favorecer el diseño del racimo en híbrido O $\times$ G. Su uso denota beneficios potenciales en el llenado de las estructuras del racimo, la generación de una mayor cantidad de frutos partenocárpicos y, por ende, contenidos de aceite más altos en racimo.

Se ha comprobado que el uso de la mezcla de polen y ANA no es una práctica adecuada debido a la inhibición de la germinabilidad del polen. Adicionalmente, se ha observado que el uso de ANA permite disminuir el crecimiento de la almendra en los frutos normales, a pesar de que los insumos sean aplicados por separado. Un factor determinante para esta reducción es la frecuencia entre ciclos de aplicación, pues cuando la frecuencia es de 2 días se genera un mayor efecto en la disminución del peso de la almendra.

Por su parte, el potencial de aceite incrementa sustancialmente con aplicaciones de tres ciclos de ANA. No obstante, es importante destacar que si se realiza la primera aplicación de polen (en antesis) y 2 aplicaciones de ANA cada 2 días, el potencial de aceite es estadísticamente similar que al aplicar únicamente ANA. Bajo este concepto, y a partir del in-

terés de obtener un mayor contenido de aceite, una frecuencia más cercana entre aplicaciones estimula más eficientemente al fruto para la producción de aceite rojo (CPO), siempre y cuando las inflorescencias no presenten asincronía floral. Esta eficiencia se debe a la fisiología de la planta, que desencadena un crecimiento rápido de los frutos durante las primeras semanas del desarrollo del racimo. Al respecto, es importante evaluar en campo la relación costo/beneficio de aplicaciones con menor frecuencia vs. el incremento del contenido de aceite en planta de beneficio, con el fin de realizar ajustes que generen un desempeño eficiente en las labores cultivo-planta de beneficio.

Por último, el peso de racimo puede ser mantenido si las aplicaciones de ANA garantizan su alcance a todas las estructuras (posibles) de la inflorescencia, puesto que la recuperación de todas estas permite compensar el peso que se deja de generar por la reducción de frutos normales. Esta información resulta fundamental para la planificación del trabajo en campo relacionado con las labores de polinización, de manera que se pueda emplear exclusivamente ANA sin afectar significativamente el rendimiento.

## Agradecimientos

Extendemos nuestros sinceros agradecimientos al Dr. Jorge Muñoz Pazmiño, palmicultor destacado y referente de la zona occidental del Ecuador, pues el presente estudio fue llevado a cabo gracias a su especial colaboración.

---

## Bibliografía

- Agrocalidad y ANCUPA. (2015). *Resultados del Informe censo de plantaciones de palma aceitera afectadas por la Pudrición del cogollo en la provincia de Esmeraldas* (memoria técnica). San Lorenzo, Ecuador: Agrocalidad y ANCUPA.
- Amblard, P., Berthaud, A., Durant, T. & Gasselint. (2000). Las semillas de palma de aceite comercializadas por el CIRAD presente y futuro. *Revista Palmas*, 21(2), 300-308.
- Ávalos, F. (2014). *Biología del comportamiento, reproducción, y alimentación de polinizadores de la familia Curculionidae en híbridos de palma de aceite (E. oleifera x E. guineensis) en el oriente ecuatoriano* (Tesis de pregrado). Ecuador: Universidad de las Américas,

- Dávila, A. (2016). *Estudio de la biología de los insectos y evaluación del potencial polinizador para incremento de producción de cultivos de híbridos de palma aceitera (E. oleífera x E. guineensis) en el litoral ecuatoriano* (Tesis de pregrado). Ecuador: Universidad de las Américas.
- Daza, E., Ayala-Díaz, I., Ruiz-Romero, R., Romero, H. M. (2020). Effect of the Application of Plant Hormones on the Formation of Parthenocarpic Fruits and Oil Production in Oil Palm Interspecific Hybrids (*Elaeis oleífera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.). *Plant Production Science*, 24(3), 354-362.
- Franqueville, H. (2001). La pudrición de cogollo en la palma de aceite en América Latina. Revisión preliminar de hechos y logros alcanzados. Montpellier, Francia: CIRAD.
- Forero, D. C., Hormaza, P. A., Moreno, L. P. & Ruíz, R. (2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de palma de aceite*. Bogotá, Colombia: Cenipalma.
- García, A., Ibagué, D., Munévar, D. E., Hernández, J. S., Mosquera-Montoya, M. (2020). Polinización artificial: ¿ANA en suspensión líquida o ANA en mezcla sólida? *Revista Palmas*, 41(4), 15-26.
- Hormaza, P., Forero, D., Ruíz, R., Romero, H. M. (2010). *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleífera [Kunt] Cortes x Elaeis guineensis Jacq.)*. Bogotá, Colombia: Cenipalma y Colciencias.
- Leguizamón, O., Santacruz, L. & Rosero, S. (2016). *Evaluación de dos frecuencias de aplicación de polinización asistida del material híbrido OxG*. En XIII Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Medellín, septiembre de 2016.
- Linares-Leguizamón, O., Santacruz-Arciniegas, L. & Rosero-Estupiñán, G. A. (2019). *Evaluación de la polinización artificial en el material híbrido OxG (Elaeis oleífera x Elaeis guineensis)*. Palmas, 40(4), 96-105.
- MAG, FEDAPAL, ANCUPA, AEXPALMA, APROGRACEC, AGROPRESICIÓN. (2018). *Memoria Técnica Inventario de Plantaciones de Palma Aceitera en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Mantilla, P. (2015). *Evaluación de viabilidad y compatibilidad de polen en distintos materiales híbridos de palma aceitera (Elaeis oleífera x Elaeis guineensis)* (Tesis de pregrado). Ecuador: Universidad de las Américas.
- Ochoa, I. & Palacio, N. (2019). *Evaluación preliminar del efecto del Ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA) sobre la conformación del racimo y sus componentes en híbridos Unipalma OxG*. En XV Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Bucaramanga, septiembre de 2019.
- Ochoa, I. E. & Palacio, N. (2021). Contribución al diseño de racimos con ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA). *Revista Palmas*, 42(1), 107-118.
- Pandolfini, T. (2009). Seedles Fruit Production by Hormonal Regulation of Fruit Set. *Nutrients*, 1(2), 168-177.

- Pattinson, R., Csukasi, F. & Catalá, C. (2014). Mechanisms Regulating Auxin Action During Fruit Development. *Physiologia Palntarum*, 151, 62-72.
- Quintero, J. S. (2016). *Polinización asistida mediante interacción método, dosis, y fuente de polen en híbrido interespecífico OxG, (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis)* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Romero, H., 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 XIX Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite. Cartagena, septiembre de 2018.
- Romero, H. M. & Ayala, I. M. (2021). Cómo alcanzar 10 toneladas de aceite por hectárea: tecnologías de manejo de los híbridos interespecíficos OxG hacia una producción altamente eficiente. *Revista Palmas*, 42(1), 55-64.
- Ruiz, E., Daza, E. S., Caballero, K. & Mosquera-Montoya, M. (2020). *Análisis económico de la polinización artificial en cultivos híbrido OxG (Elaeis guineensis x Elaeis oleifera)* (Póster). En XVI Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite, septiembre de 2020.
- Sauer, M., Robert, S. & Kleine-Vehn, J. (2013). Auxin: Simply Complicated. *Journal of Experimental Botany*, 64(9), 2565-2577.
- Somyong, S., Walayaporn, K., Jomchai, N., Naktang, C., Yodingyong, T., Phumichai, C., Pootakham, W. & Tangphatsornruang, S. (2018). Transcriptome Analysis of Oil Palm Inflorescences Revealed Candidate Genes for an Auxin Signaling Pathway Involved in Parthenocarpy. *PeerJ.*, 6, e5975.