

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO CON DIFERENTES
FRECUENCIAS Y ESTADOS FENOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE RACIMOS
DEL HÍBRIDO INTERESPECÍFICO DE PALMA OXG “AMAZON” EN LA
PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR.**

PAOLA ALEXANDRA CUATIN INGUILAN

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO - FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO, COLOMBIA**

2023

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO CON DIFERENTES
FRECUENCIAS Y ESTADOS FENOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE RACIMOS
DEL HÍBRIDO INTERESPECÍFICO DE PALMA OXG “AMAZON” EN LA
PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR.**

PAOLA ALEXANDRA CUATIN INGUILAN

PRESIDENTE DE TESIS

WALTER VLADIMIR BRAVO YANDÚN

COPRESIDENTE DE TESIS

JAVIER GARCIA ALZATE I.A.Ph.D

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de INGENIERA
AGRÓNOMA**

UNIVERSIDAD DE NARIÑO - FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

SAN JUAN DE PASTO, COLOMBIA

2023

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor. Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

WALTER VLADIMIR BRAVO YANDÚN

PRESIDENTE DE TESIS

JAVIER GARCIA ALZATE I.A.Ph.D

COPRESIDENTE DE TESIS

CARLOS ANDRES BENAVIDES CARDONA

JURADO

CARLOS BETANCOURTH GARCÍA

JURADO

AGRADECIMIENTOS

La autora de este trabajo expresa sus agradecimientos a la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma (ANCUPA), al financiamiento otorgado por la Empresa “TECNOPALM S. A”, y en especial a mis padres y al codirector de este trabajo de grado, I.A.Ph.D Javier García Alzate, por su apoyo incondicional.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO CON DIFERENTES FRECUENCIAS Y ESTADOS FENOLÓGICOS EN LA FORMACIÓN DE RACIMOS DEL HÍBRIDO INTERESPECÍFICO DE PALMA OXG “AMAZON” EN LA PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR.

EFFECT OF THE APPLICATION OF NAPHTHALENEACETIC ACID AT DIFFERENT FREQUENCIES AND PHENOLOGICAL STAGES ON BUNCH FORMATION OF THE INTERSPECIFIC HYBRID OF PALM OXG AMAZON IN THE PROVINCE OF ESMERALDAS, ECUADOR

Paola Alexandra Cuatin Inguilan¹

¹ Estudiante de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. paolaalexandracuatin@gmail.com

RESUMEN

En la actualidad para combatir el problema de la pudrición de cogollo se ha optado por reemplazar a *Elaeis guineensis* por la siembra de híbridos OxG (*E. oleífera* x *E. guineensis*), pero en el manejo de los mismos, al contar con una baja viabilidad de polen, se han generado necesidades referentes al mejoramiento de las estrategias de los procesos complementarios a la polinización y de formación de frutos. Una de las alternativas popularizadas es la de apoyar el proceso de formación de fruto con aplicaciones artificiales de ácido a-naftalenacético (ANA) como actividad complementaria al proceso de polinización, todo esto con el fin de incrementar el peso de los racimos, donde para mejorar las metodologías utilizadas para polinizar el híbrido OxG “Amazon”, se desarrolló la presente investigación en la plantación perteneciente a la

empresa Tecnopalm ubicada en el km 11.5 vía las peñas - La Tola, Sector Molinita – Esmeraldas, con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación del ácido a-naftalenacético en diferentes frecuencias temporales y estados fenológicos en la formación de racimos del híbrido OxG “Amazon”. Se evaluaron siete tratamientos incluido el testigo, donde uno de ellos corresponde la frecuencia usada comúnmente para el híbrido y las otras corresponden a frecuencias variables. A través de un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, se obtuvieron datos en cuanto a las variables en estudio, los cuales fueron expuestos a un análisis de varianza que indicó diferencias estadísticas ($p > 0,05$) para las variables de diámetro de fruto, conformación del racimo y contenido de frutos blancos, con lo que se determinó que una frecuencia inicial corta no afecta la conformación de racimos y garantiza un mejor comportamiento en cuanto a conformación y número de frutos blancos en comparación a una frecuencia más extendida como lo es la frecuencia 1-7-14 días.

Palabras clave: Partenocárpico, *Elaeis guineensis*, Polinización, Aceite de Palma.

ABSTRACT

Currently, to combat the problem of bud rot, it has been decided to replace *Elaeis guineensis* by planting OxG(*E. oleifera* x *E. guineensis*) hybrids, but the management of these hybrids has generated a need to improve pollination and fruit formation strategies due to their low pollen viability. One of the most popular alternatives is to support the process of fruit formation with artificial applications of α -naphthaleneacetic acid (ANA) as a complementary activity to the pollination process, all this to increase the weight of the bunches, where to improve the methodologies used to pollinate the hybrid OxG "Amazon", this research was carried out in the plantation belonging to the company Tecnopalm located at km 11.5 via Las Peñas - La Tola, Sector Molinita – Esmeraldas, with the aim of determining the effect of the application of α -naphthaleneacetic acid at different frequencies and phenological stages on bunch formation of the OxG hybrid "Amazon". Seven treatments were evaluated, including the control, where one of them corresponds to the frequency commonly used for the hybrid and the others correspond to variable frequencies. Through a completely randomized block design with three replications, data were obtained for the variables under study, which were exposed to an analysis of variance that indicated statistical differences ($p > 0.05$) for the variables of fruit diameter, bunch conformation and white fruit content, with which it was determined that a short initial frequency does not affect bunch conformation and guarantees a better behaviour in terms of conformation and number of white fruit in comparison to a more extended frequency such as the 1-7-14 days frequency.

Key words: Pathenocarpic, *Elaeis guineensis*, Pollination, Palm Oil.

Tabla de contenido

RESUMEN.....	6
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
MARCO TEÓRICO	17
MATERIALES Y MÉTODOS	24
Localización	24
Material Vegetal	25
Diseño experimental	25
Variables evaluadas	27
Análisis de la información	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Conformación de racimo o Fruit Set (FS):	28
Diámetro (DFN) y Largo (LFN) de Frutos Normales:	30
Diámetro (DFP) y Largo (LFP) de Frutos Partenocárpicos:	32
Peso del racimo (PR):	33
Contenido de Frutos Blancos (CFB):	34
Días a cosecha (DCR):	35

CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS.....	43

Lista de Tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.	25
Tabla 2. Análisis de varianza para las variables evaluadas en esta investigación.	28
Tabla 3. Prueba de comparación de medias de la conformación de racimo entre tratamientos para el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.	29
Tabla 4. Prueba de comparación de medias de diámetro y largo de frutos normales en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.	31
Tabla 5. Prueba de comparación de medias de diámetro y largo de frutos partenocárpicos en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.	32
Tabla 6. Prueba de comparación de medias del contenido de frutos blancos en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.	34

Lista de Anexos

Anexo 1. Reconocimiento de racimos a cosechar.	43
Anexo 2. Corte del racimo del híbrido OxG "Amazon".	43
Anexo 3. Racimo cosechado del híbrido OxG "Amazon".	44

Glosario

Análisis de varianza: Un análisis de varianza prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales, a través de los cuales se evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable en los diferentes niveles de los factores. En el análisis de varianza la hipótesis nula indica igualdad entre todas las medias de la población y la hipótesis alterna hace referencia a que alguna de las medias es diferente a las demás.

Estado fenológico 607: Según la escala de BBCH de Hormaza y Romero (2020), para el híbrido OxG, se denomina estadio de antesis cuando el estigma sécil con sus tres lóbulos inicia su etapa receptiva, estos lóbulos se abren y exponen sus superficies exteriores, el perianto y los estigmas de la flor femenina madura son de color amarillo claro o beige.

Estado fenológico 609: Según la escala de BBCH de Hormaza y Romero (2020), para el híbrido OxG, se denomina estadio de Post antesis cuando el perianto y los estigmas de la flor femenina madura son de color marrón oscuro a negro.

Frecuencia de aplicación: Hace referencia a la cantidad de días que transcurren entre la primera aplicación del ácido a-naftalenacético y las demás, podemos encontrar frecuencias que son homologas por ejemplo la frecuencia 1-7-14, la cual se realiza cada 7 días, pero podemos encontrar frecuencias combinadas por ejemplo la frecuencia 1-3-15, la cual la segunda aplicación se hace a los dos días de la primera y la tercera aplicación se hace a los 15 días a partir de la primera aplicación.

Fruit set (FS): Es el porcentaje de formación de frutos que contienen aceite dentro del racimo.

Frutos blancos: Se denominan aquellos frutos partenocárpicos que se forman, pero no poseen semilla, no tienen contenido de aceite y se distinguen por un color blanco.

Frutos partenocárpicos: Son frutos que no poseen semilla, pero si contienen aceite.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la superficie de cultivos permanentes en 2022 fue de 1.4 millones de hectáreas, donde el Cacao, representa el 41,3 % y la palma africana representa el 13,7% de la superficie total plantada, donde se resalta que en el caso de la palma africana se cuenta con 196.082 ha plantadas y 141.381 ha cosechadas, teniendo una producción nacional de fruta fresca de palma de 2.296.402 TM. Producción que se centra en la provincia de Los Ríos con 17.5 miles de TM, seguidos de la provincia de Esmeraldas con 16.1 miles de TM y contando con 15.5 miles de TM de Sucumbíos, aunque se resalta que según la participación en la superficie plantada total Esmeraldas cuenta con el 32,6%, Los Ríos con 23,6%, Guayas con 12,9% y otras provincias con el 30,9% (INEC, 2022).

A pesar de su importancia el cultivo de palma se ha visto afectado en la última década por la pudrición de cogollo (PC), considerada Según Figueroa y Chávez (1984), como una de las más serias e importantes por sus grandes afectaciones en el cultivo de Palma. Por lo que se ha optado por el uso de híbridos interespecíficos desarrollados a partir del mejoramiento genético como reemplazo de la palma africana, *Elaeis guineensis* debido a su susceptibilidad a la PC (Zambrano, 2022).

Estos materiales se caracterizan por su resistencia genética a *Phytophthora palmivora* agente causal de la pudrición del cogollo y por sus buenas condiciones para un desarrollo óptimo en las diferentes zonas infestadas por esta enfermedad, entre estos, se destaca el híbrido interespecífico OxG “Amazon”, híbrido proveniente del cruzamiento de palmas madre *E. oleífera* originadas de

palmas nativas de la región de Manaus, Brasil, con líneas paternas (pisifera) originadas del retro cruzamiento sucesivo de un híbrido natural (*E. guineensis* x *E. oleifera*) con líneas *E. guineensis*, conocidas como compactas (ECUSEM, 2023).

Estos materiales genéticos presentan muy baja viabilidad en el polen, por lo que se ha optado por actividades complementarias a la polinización para un mejor llenado del fruto (Ruiz Romero *et al.*, 2020). La aplicación de las actividades complementarias a la polinización se realiza en las inflorescencias en fase de antesis y post antesis induciendo una estimulación que permite el desarrollo de los frutos, donde la producción y el rendimiento del híbrido OxG está estrechamente relacionado con la eficiencia de la polinización (Ruiz Romero *et al.*, 2020). En ese sentido, el proceso de polinización se ha visto favorecido por prácticas adicionales, tales como la aplicación del ácido α -naftalenacético (ANA), este, pertenece al grupo de las auxinas y es usado en palma para la obtención de racimos con frutos partenocárpicos (Ochoa y Palacio, 2021), logrando con ello conservar el peso e incrementa el contenido de aceite de los racimos de palma (Romero, 2019).

Actualmente existen diversos estudios de evaluación de racimos sobre la aplicación de ácido α -naftalenacético (ANA), los cuales dan cuenta de incrementos en el porcentaje de frutos partenocárpicos y, por consiguiente, de menores tasas de los frutos abortados (Daza *et al.*, 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 *et al.*, 2020), análisis económicos de diferentes escenarios de aplicación de los insumos

ANA y polen (Ruiz Álvarez *et al.*, 2020) y la definición de las mejores tecnologías para incrementar el contenido de aceite en racimo por hectárea (Romero y Ayala, 2021).

Sin embargo, a pesar de encontrar todas estas metodologías de trabajo, se necesitó precisar el efecto de la aplicación del ácido α -naftalenacético (ANA) como actividad complementaria a la polinización sobre variables como diámetro y largo de fruto; conformación y clasificación de racimo; peso de racimo y contenido de frutos blancos; días a cosecha, para evaluar la especificidad en la frecuencia y el estado fenológico adecuados en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación del ácido α -naftalenacético (ANA) como proceso complementario a la polinización con diferentes frecuencias y estados fenológicos en la formación de racimos del híbrido interespecífico OxG “Amazon”.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación del ácido α -naftalenacético (ANA) como proceso complementario a la polinización en tres frecuencias temporales y dos estados fenológicos sobre el fruit set (variable relacionada con la conformación de racimo) del híbrido interespecífico OxG “Amazon”.
- Determinar el efecto de las frecuencias evaluadas y los estados fenológicos sobre el contenido de frutos blancos y el peso del racimo (variables relacionadas con cosecha).

MARCO TEÓRICO

Según el informe del USDA, Foreign Agricultural Service (2021), en el año 2021 Ecuador ocupaba el puesto 12 en la producción mundial de aceite, contribuyendo con el 1% a la producción mundial y alcanzando 380.000 TM. Sin embargo, tras superar la caída de producción causada por la presencia de pudrición de cogollo en la zona costera, en la actualidad, Ecuador se encuentran en el puesto 11, manteniendo su aporte del 1% a la producción mundial y alcanzando 470.000 TM (USDA, 2022).

El cultivo de palma aceitera se destaca en Ecuador porque fue catalogado como un “cultivo social” por integrar a una gran cantidad de pequeños y medianos productores en su cadena y por la generación de trabajo (Lasso, 2018), lo que se ve claramente representado en el Censo Palmero del 2017, donde el 89% de productores eran pequeños palmicultores con menos de 50ha (Aexpalma, 2017). Además, para el año 2020 se registraron un total de 107 empresas dentro del sector palmero, concentrándose un 64% en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo y Pichincha, generando empleo para 6.266 personas (CFN, 2022).

Actualmente en la superficie plantada total de palma en el Ecuador, Esmeraldas cuenta con el 32.6%, Los Ríos con 23.6%, Guayas con 12.9% y otras provincias con el 30.9% (INEC, 2022). En donde Esmeraldas se destaca entre las otras provincias y cuenta con grandes zonas de expansión para los monocultivos de palma en los últimos años, en el Quinindé al sur, en los cantones de Eloy Alfaro y San Lorenzo al norte (Bonilla, 2022).

Este cultivo cuenta con una gran limitante que es la existencia de la enfermedad conocida como pudrición de cogollo (PC), anomalía que se reportó por primera vez en 1928 en Panamá (Richardson, 1995). En Colombia se detectó alrededor de 1962, y para 1966 la enfermedad ya había ocurrido en más de 36.000 palmas (Gómez *et al.*, 1995). En Brasil apareció la enfermedad en 1974 y su incidencia se ha ido incrementando, en 1991 se reportaron 1.000 hectáreas perdidas en una plantación de Belem de Pará (Van Slobbe y Rocha de Souza, 1991). En Surinam, la enfermedad se detectó en 1976, fecha en la cual se incrementó la incidencia en toda el área sembrada, llegando en algunas parcelas hasta el 50% (Van de Lande, 1991).

En Ecuador, los primeros casos se dieron en la costa ecuatoriana en 1976, en la plantación Palmeras de los Andes, en Quinindé (Díaz y Castellano, 1988); en el oriente de Ecuador surgieron en 1979, en la plantación Palmeras, cerca de Shushufindi y algunos años después en la plantación Palmoriente, donde casi todas las palmas murieron en un período de seis años (Gallardo *et al.*, 2007). Los primeros estudios fitopatológicos fueron en 1980, pero la incidencia de la enfermedad se ha incrementado en los últimos años, especialmente en algunas plantaciones de la zona oriental del país (Renard, 1991).

A pesar de los estudios realizados, según los informes de ANCUPA – AGROCALIDAD de plantaciones afectadas por la Pudrición de Cogollo (PC) realizados en 2014 (Viche) y 2015 (San Lorenzo) dan cuenta que, en la zona de San Lorenzo 10.304 hectáreas, habían sido devastadas y 3.707 hectáreas reportan presencia de PC. En la zona de Viche 3.013 hectáreas devastadas y 5.300 has con presencia de PC. Entre devastadas y con presencia de la enfermedad llegamos a 22.323 hectáreas (Quito, 2018). Y según el censo Palmero (2017) se ha registrado la mayor

presencia de la enfermedad en El Sade, Malimpia, La Tercera, La Cuarta, alrededores de Quinindé y en la Región Amazónica. Es decir que la zona potencial más amenazada por la enfermedad es el área circundante a estas poblaciones, lo cual representa alrededor de 50 mil hectáreas adicionales (Quito, 2018). Pero actualmente deben existir no más de 10.000 ha, en algunos sectores de los cantones de Monterrey, Puerto Quito y La Concordia con algún grado de incidencia de PC (Acosta, 2022).

Ante la presencia de PC y sus efectos devastadores, los palmicultores han optado por la siembra de híbridos interespecíficos OxG (Vegas *et al.*, 2016), que resultan del cruzamiento entre las dos especies de importancia económica para la agroindustria de la palma de aceite en el mundo: *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés, originaria del continente americano, y el polen de *Elaeis guineensis* Jacq., originaria de África (Rey *et al.*, 2004), donde algunos materiales manifiestan una considerable tolerancia al PC (Vegas *et al.*, 2016), lo que convierte a estos cultivares en una alternativa para la renovación de plantaciones de palma de aceite en el país (Bastidas *et al.*, 2020).

Las poblaciones del híbrido interespecífico OxG desde el punto de vista productivo presenta las siguientes ventajas:

- Lento crecimiento del estípote (en promedio 20 cm·año⁻¹), lo que permite alargar la vida útil de una plantación hasta 50 años (Ávila *et al.*, 2016).
- Resistencia parcial a la PC y a otras enfermedades del cultivo (Rivera *et al.*, 2012).
- Baja actividad de lipasa en el fruto después de cosechado y, por tanto, lenta producción de ácidos grasos libres (< 2 %), lo cual permite ciclos de producción extendidos, es decir,

facilita la organización en las labores de cosecha de los racimos de palma de aceite, en comparación con los de *E. guineensis* (Ávila *et al.*, 2016).

- Alta productividad (> 40 ton de racimos de fruta fresca ha⁻¹ al año) (Rivera *et al.*, 2023).
- Mayor composición de ácidos grasos insaturados y antioxidantes, como betacarotenos, tocoferoles y tocotrienoles en su aceite (Rincón *et al.*, 2013).

El híbrido OxG se obtiene a través del cruce de la palma americana (*Elaeis oleifera*) y la palma africana (*Elaeis guineensis*), entre los cuales se pueden percibir diferentes comportamientos (Romero, 2022), ya que cada una de las combinaciones generadas tiene diferentes orígenes de los padres, como por ejemplo se puede mencionar al híbrido OxG “Amazon” que es resultado de cruces entre palmas madres oleífera nativas de Manaus (Brasil), cruzadas con Pisíferas compactas (las cuales también poseen genes oleífera (6-12%), dentro de su composición genética (Alvarado y Escobar, 2013).

El híbrido “Amazon” tiene hojas con longitudes similares o más cortas que las variedades *E. guineensis* convencionales, característica que le permite ser sembrado a la densidad estándar de 143 plantas ha⁻¹ (9*9 m). La longitud foliar promedio(peciolo+raquis) a los 14 años fue de 697 cm, lo cual es una ventaja sobre otros híbridos OxG, cuyas hojas son mayores a 9m. Otra característica es que los peciolos de “Amazon” son más delgados que en *E. guineensis* (sección transversal del peciolo de 22 cm²vs. 26,7 cm²) (Alvarado y Escobar, 2013), donde la cosecha de “Amazon” se facilita porque el peciolo de sus hojas es más delgado y la polinización natural y asistida es mucho más fácil y eficiente por la baja cobertura de espatas que tienen sus inflorescencias (ECUSEM, 2023), las cuales cuentan con un patrón de apertura floral (acrópeto),

uniformidad de la floración (90% o más de las flores individuales alcanzan la receptividad al tercer día) y alta proporción de florecillas respecto al tamaño de la inflorescencia (Henry, 2017).

Cabe mencionar que para un desarrollo óptimo de la inflorescencia se ha optado por la aplicación del ácido a-naftalenacético como proceso complementario a la polinización, la cual se realiza cada 7 días para mantener una buena conformación de racimo y mejorar la relación costo/beneficio (Cenipalma, 2021).

En el caso de su producción de racimos de fruta fresca en los primeros años de cosecha es claramente superior a la de otros híbridos OxG (ECUSEM, 2023), donde se ha determinado el estado fenológico 807 (estado de madurez) como el óptimo para obtener el mayor potencial de producción de aceite, donde los frutos son de color naranja opaco, presenta alto cuarteamiento de frutos dentro del racimo, mesocarpio naranja oscuro, sensación alta de aceite al tacto con impregnación de este en los dedos y desprendimiento natural en un rango entre 5-30 frutos (CENIPALMA, Afiche Manaos x Compacta, 2019). Y para el caso de la extracción comercial de aceite de “Amazon” es de alrededor de 21% cuando se realiza polinización asistida y es superior a 26% cuando se aplica una combinación de polen con la auxina denominada ácido a-naftalenacético (ANA) (ECUSEM, 2023).

El híbrido “Amazon” se caracteriza por su alta tolerancia a las pudriciones del cogollo (PC) (Alvarado y Henry, 2015), pero también se caracterizan por la baja producción de inflorescencias masculinas, baja viabilidad y germinabilidad del polen, que representan una limitación en cuanto a la polinización natural, por lo que se considera obligatoria indagar en los procesos

complementarios de la polinización en las flores femeninas. (Meléndez y Ponce, 2016), la cual es una práctica realizada por un operador en el campo, que consiste en la aplicación de polen sobre la inflorescencia receptiva, cubriendo completamente toda su estructura, para lo cual es necesario que el operario retire toda la cobertura de la inflorescencia (brácteas pedunculares o espatas) y mediante el uso de una bomba espolvoree la inflorescencia desde la base hasta la punta (Sánchez *et al.*, 2011), pero como alternativa se ha optado por las aplicaciones del ácido α -naftalenacético, proceso denominado como polinización artificial, metodología que permite mejorar el trabajo en campo, con mejores resultados en la conformación y potencial de aceite en el racimo (Leguizamon *et al.*, 2019).

Recientemente, se ha adoptado las aplicaciones ácido α -naftalenacético (ANA) como proceso complementario a la polinización artificial (Niño *et al.*, 2021). El ANA es un regulador de crecimiento vegetal, y es utilizado por diversos procesos para prevenir el aborto de frutos, raleo de frutos, entre otros procesos, lo cual es generado gracias a que el ácido α -naftalenacético (ANA) es un biorregulador comúnmente usado con la finalidad de inducir la floración (Thomas, 2017). El ácido α -naftalenacético es usado en palma de aceite para la obtención de racimos con frutos partenocárpicos y conservar la producción de aceite, posibilitar el desarrollo y el llenado de frutos de tal forma que, pese a no tener semilla ni cuesco, el peso medio de los racimos tiene la capacidad de conservarse. El resultado es hasta un 15% más de racimos cosechados; cuyo llenado de fruto sin pérdidas de flores, es superior al 95% (Díaz Oviedo, 2020).

Específicamente en el caso de los híbridos OxG de palma aceitera, la aplicación de ANA mejora el rendimiento, ya que al aplicarla en inflorescencias femeninas en estado de antesis presenta un

aumento significativo en la formación de frutos partenocárpicos, y a la vez, el ácido α -naftalenacético (ANA) permite recuperar aquellas inflorescencias no polinizadas que se pierden por alguna eventualidad (Ochoa y Palacio, 2021) en donde la formación de frutos totales que aportan aceite se presenta en un rango entre el 43 % y el 77 % (Leguizamon *et al.*, 2019).

Rangos que se obtienen a través de una evaluación en cuanto a la conformación de racimo que se realiza para obtener el potencial de aceite y los componentes del racimo, donde los resultados se pueden usar para estimar la tasa de extracción en planta de beneficio, evaluar materiales comerciales para determinar su comportamiento agronómico en términos del potencial de aceite, formación de los racimos y extracción en el híbrido interespecífico OxG (Chaparro y Romero, 2012).

En investigaciones relacionadas con otros híbridos se ha encontrado que frecuencias más cortas tienen resultados positivos frente a las que son mas extendidas, un ejemplo de ello es la investigación realizada por Bravo *et al.*, 2022, denominada “Aplicación de polen y ácido α -naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios?”, donde afirman que 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. Por lo que se consideró viable realizar las aplicaciones con intervalo corto en el híbrido OxG “Amazon” en diferentes estados fenológicos y con diferentes frecuencias para evaluar el impacto en conformación de racimo.

Algunos de los componentes físicos a evaluar del racimo y de los frutos son: Las raquilas que son las estructuras en donde se sostienen los frutos, los cuales se clasifican en tres grupos: normales o fértiles, partenocárpicos y abortados, los cuales son evaluados a través del fruit set que es la proporción de frutos normales o fecundados con respecto a la cantidad total de frutos presentes en el racimo, para determinar una buena o mala formación del racimo y estimar con ello la eficiencia de los procesos complementarios de la polinización (Chaparro y Romero, 2012).

Los frutos normales son aquellos que se producen de forma natural, contienen nuez y en ella cuesco y almendra. Los frutos partenocárpicos son aquellos formados del desarrollo del ovario, pero no presentan semilla. Los frutos abortados corresponden a las flores que no fueron fecundadas, pero tampoco se desarrollaron en frutos partenocárpicos (Hormaza *et al.*, 2010). Existe, sin embargo, otro grupo denominado frutos blancos que son frutos partenocárpicos blancos que a diferencia de los rojos estos contienen menor cantidad de aceite y son de color amarillo pálido (Contreras, 2018). Estas clasificaciones son importantes debido a que de acuerdo con el tipo de fruto hay diferencias en el contenido de aceite que se deben cuantificar en el análisis (Chaparro y Romero, 2012).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se desarrolló en la plantación de Tecnopalm ubicada en el km 11.5 vía Las peñas – La Tola, Sector Molinita, Parroquia Las Peñas, Cantón Eloy Alfaro de la provincia de

Esmeraldas, Ecuador, situado a una altitud de 0.8 msnm, 1°07'54.4"N 79°04'49.3"W, con condiciones reportadas por la estación meteorológica de Tecnopalm S.A de: luz solar de 471 W/m², temperatura promedio de 28.4°C, precipitación de 2800 mm y humedad relativa del 78,8%.

Material Vegetal

La variedad del híbrido interespecífico OxG “Amazon”, fue sembrada en el año 2016, con una densidad de 118 plantas por hectárea, el lote que fue destinado para el desarrollo de la presente investigación cuenta con un área neta de 17.82 hectáreas y un total de 2107 plantas.

Diseño experimental

En esta investigación se usó un diseño en bloques completos al azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones, desarrollado en el híbrido OxG “Amazon”, uno de los tratamientos corresponde a la frecuencia y estado fenológico usado actualmente por la plantación. El tamaño de la parcela experimental fue de 126 plantas, las cuales fueron distribuidas en tres repeticiones con seis plantas por cada tratamiento, contando con 21 unidades experimentales. En la Tabla 1 se indica la descripción de los tratamientos según el estado fenológico y la frecuencia empleada.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.

Tratamiento	Descripción	Frecuencia de aplicación(días)	Estado fenológico	Descripción
--------------------	--------------------	---------------------------------------	--------------------------	--------------------

T1	Testigo	1-7-14	607	Antesis
T2		1-3-10	607	Antesis
T3		1-3-15	607	Antesis
T4		1-3-10	609	Post antesis
T5		1-3-15	609	Post antesis
T6		1-3-5	607	Antesis
T7		1-3-5	609	Post antesis

Para la selección de la inflorescencia, se tuvo en cuenta que en cada uno de los estados fenológicos se haya alcanzado un 80% de desarrollo de apertura de flores de acuerdo con el estado fenológico que corresponda en base a la escala estipulada por Hormanza y Romero, (2012) denominada “BBCH del desarrollo reproductivo del híbrido OxG”.

Además, se recalca que para la selección de las inflorescencias se tuvo en cuenta que no hubiese anomalías (pudriciones, enanismo, malogros, abortos y asincronía) en el desarrollo de las mismas y una vez que se consideró apta, se realizó la aplicación de la mezcla de talco con ácido naftalenacético (proporción 25/1; 25000 g Talco/1000 g ANA) denominado por la plantación Tecnopalm como Poliniza T, el cual fue distribuido de forma uniforme en la inflorescencia con una bomba matabi Polmax.

Después de finalizar las aplicaciones, se mantuvo una supervisión constante en el crecimiento del racimo, para determinar anomalías presentes en cada una de las inflorescencias perteneciente a la presente investigación, al pasar el tiempo, se realizó la aplicación de pintura en los pedúnculos para una mejor diferenciación en el momento de cosecha.

Para determinar que los racimos se encontraban en estado óptimo se tuvo en cuenta las recomendaciones por Cenipalma, (2020), donde se tuvo en cuenta un color naranja cobrizo opaco, sensación alta de aceite al tacto con impregnación de este en los dedos y desprendimiento de 10 frutos.

Variables evaluadas

- **Diámetro de fruto (DF):** Se tomaron 30 frutos de cada racimo y se tomó el diámetro en centímetros usando un calibrador pie de rey.
- **Largo de fruto (LF):** Se tomaron 30 frutos de cada racimo y se tomó el dato desde la base del fruto hasta la parte apical usando un calibrador pie de rey, los datos fueron tomados en centímetros.
- **Conformación de racimo (FS):** Se registró el porcentaje de frutos formados que contenían aceite (Fruit set) con respecto al número de frutos totales dentro del racimo.
- **Peso de racimo (PR):** Se determinó el peso del racimo en kilogramos al momento de la cosecha.
- **Días a la cosecha (DCR):** Se registró el número de días transcurridos desde la aplicación de los tratamientos hasta el punto óptimo de cosecha.

Las evaluaciones se realizaron después de cosechar el racimo.

Análisis de la información

El análisis estadístico de la información obtenida se realizó a través de un análisis de varianza (ANDEVA) del cual con aquellas variables que resultaron estadísticamente diferentes se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p > 0,05$). Para los datos expresados en porcentaje

según las recomendaciones de Pearson y Galton, se realizó la transformación logarítmica para normalizar los datos (Blanco, 2020). Los cálculos fueron realizados en el programa INFOSTAT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las variables evaluadas a través del análisis de varianza presentado en la Tabla 2, se encontró que, para las variables de conformación, diámetro de frutos y contenido de frutos blancos existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados, pero se resalta que para las otras variables no existe diferencia significativa entre tratamientos.

Tabla 2. Análisis de varianza para las variables evaluadas en esta investigación.

Fuente de variación	GL	FS	DFN	LFN	DFP	LFP	PR	CFB	DCR
Modelo	8	31,98	0,13	0,05	0,08	0,16	1,27	13,5	292,37
Tratamiento	6	38,92*	0,18*	0,08 ^{ns}	0,10*	0,08 ^{ns}	1,78 ^{ns}	16,16*	241,89 ^{ns}
Repetición	2	1,95	0,01	0,04	0,02	0,37	5,68	5,4	417
Error	12	12,01	0,06	0,13	0,05	0,23	3,49	3,14	461,33
Total	20								
Media		77,46	1,72	3,15	1,19	3,08	20,32	11,89	211,22
CV		4,5	13,96	11,39	18,35	15,56	9,2	14,9	10,17

GL: Grados de libertad; FS: Fruit set; DFN: Diámetro de frutos normales; LFN: Largo de frutos normales; DFP: Diámetro de frutos partenocárpicos; LFP: Largo de frutos partenocárpicos; PR: Peso del racimo; CFB: Contenido de frutos blancos; DCR: Días a cosecha de racimo.

Conformación de racimo o Fruit Set (FS): Es el porcentaje de frutos que poseen aceite dentro del racimo, lo cual es importante para determinar la buena o mala formación del racimo. (Chaparro y Romero, 2012). Para los datos obtenidos se realizó una comparación de medias a

través de la prueba de Tukey ($p > 0,05$) (Tabla 3). Se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 2), en específico entre el testigo T1 y el tratamiento T5. El T1 (testigo) cuenta con el valor promedio más bajo correspondiente a 70,7% y el T5 alcanzó el valor más alto contando con 81,5% en cuanto a conformación de Fruit Set (FS).

Tabla 3. Prueba de comparación de medias de la conformación de racimo entre tratamientos para el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.

Tratamientos	Descripción	Fruit Set (%)
T1(Testigo)	1-7-14 607	70,7 b
T6	1-3-5 607	80,4 ab
T2	1-3-10 607	78,9 ab
T3	1-3-15 607	75,6 ab
T7	1-3-5 609	78,6 ab
T4	1-3-10 609	76,5 ab
T5	1-3-15 609	81,5 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

De acuerdo con la información presentada, el valor de conformación del racimo se expresa en porcentaje porque con ello se logra representar la cantidad de frutos formados con respecto a la totalidad del racimo. Se resalta que con la aplicación del regulador de crecimiento ANA, se obtuvo porcentajes de conformación que oscilan entre el 70,7 % - 81,5 %.

El comportamiento observado concuerda con la conformación reportada en varios estudios con el uso de ANA, donde se destacan los estudios realizados por Niño *et al.*, (2021), “Polinización, criterios de cosecha y procesamiento del híbrido OxG en Palmas y Extractora Monterrey S”, donde encontró una conformación superior al 70% en híbrido OxG Coarí x LaMé; Otros estudios realizados por Bravo *et al.*, (2022), “Aplicación de polen y ácido α -naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios?”, tuvo como resultante una conformación superior al 94% con la aplicación de ANA en híbrido OxG Coarí x LaMé. Se destaca que, a pesar de realizar la aplicación del ácido α -naftalenacético (ANA) en diferentes híbridos, estos materiales genéticos tienen una respuesta positiva frente a la aplicación de la auxina y mantienen una buena conformación de racimos.

Además, se tuvo en cuenta el diámetro y largo de frutos normales y partenocárpicos, a los cuales se les dio énfasis. Y para tener mayor claridad, según Bravo (2020), se menciona que los frutos normales son conocidos por poseer una semilla y según Barahona (2023), los frutos partenocárpicos se distinguen por no presentar semilla. Por lo que tener los datos de diámetro y largo son muy importantes para poder evaluar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de los racimos.

Diámetro (DFN) y Largo (LFN) de Frutos Normales: En cuanto al análisis de los frutos normales, se menciona que el porcentaje de estos en los racimos fue mínimo y se concuerda con lo encontrado por Bravo (2020), donde afirma que, aunque no exista aplicación de polen, hay un porcentaje pequeño de formación de frutos normales (FN), debido a que existe polen del híbrido en el ambiente, pero que no es suficiente para un contenido adecuado de frutos normales (FN).

Para la variable de largo de frutos normales no se encontró diferencia significativa, pero para la variable de diámetro de frutos normales, se encontró diferencia significativa (Tabla 2), por lo que, se realizó una comparación de medias a través de la prueba Tukey ($p>0,05$). En la Tabla 4, se presenta una diferencia estadística entre el T3 con los tratamientos T1, T2 y T6, donde el T3 cuenta con el valor promedio más alto correspondiente a 2 cm y los valores más bajos corresponden a los tratamientos: T1 con 1,68 cm, T2 con 1,64 cm y T6 con 1,54 cm.

Igualmente, en la Tabla 4, se presenta los resultados de la comparación de medias para la variable de largo de frutos, en el cual no se presentaron diferencias significativas. El rango de datos encontrado fue de 3,04 cm a 3,24 cm, valores que concuerdan con los datos establecidos por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2008) para el parental *E. guineensis* del Híbrido OxG donde el fruto tiene de 3-5 cm de largo.

Tabla 4. Prueba de comparación de medias de diámetro y largo de frutos normales en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.

Tratamiento	Descripción	Diámetro (cm)	Largo (cm)
T1(Testigo)	1-7-14 607	1,68 a	3,24 a
	T6	1-3-5 607	1,54 a
T2		1-3-10 607	1,64 a
	T3	1-3-15 607	2,00 b
T7		1-3-5 609	1,76 ab
	T4	1-3-10 609	1,71 ab
T5		1-3-15 609	1,76 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Diámetro (DFP) y Largo (LFP) de Frutos Partenocárpicos: En el caso de la variable de largo de frutos partenocárpicos no se encontró diferencia estadística, pero para la variable de diámetro de frutos partenocárpicos se encontró diferencia estadísticamente significativa (Tabla 2). Por lo que, se realizó la prueba de comparación de medias a través de la prueba Tukey ($p > 0,05$) (Tabla 5). Se evidenció la diferencia estadística significativa entre el testigo T1 y el tratamiento T5. El T1 obtuvo el menor valor con 1,05 cm y el T5 tuvo el mayor alcanzando 1,31 cm. Además, en la Tabla 5, se presentan los datos de la variable de largo de los frutos partenocárpicos, en la cual, no se encontró diferencias estadísticas significativa.

Tabla 5. Prueba de comparación de medias de diámetro y largo de frutos partenocárpicos en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.

Tratamiento	Descripción	Diámetro (cm)	Largo (cm)
T1(Testigo)	1-7-14 607	1,05 a	2,94 a
T6	1-3-5 607	1,22 ab	3,19 a
T2	1-3-10 607	1,11 ab	3,14 a
T3	1-3-15 607	1,19 ab	3,10 a
T7	1-3-5 609	1,27 ab	3,09 a
T4	1-3-10 609	1,19 ab	3,08 a
T5	1-3-15 609	1,31 b	3,06 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La diferencia encontrada en cuanto al diámetro de los frutos partenocárpicos podría atribuirse a las características genéticas en cuanto al crecimiento del híbrido, y la similitud encontrada en cuanto al largo del fruto puede deberse a la acción del ácido naftalenacético en el crecimiento de los racimos, ya que esta auxina es usada en el cultivo de palma para inducir la partenocarpia (Zambrano, 2022), por lo que, los frutos no contienen semilla y en el momento que el racimo se está desarrollando la presión entre los frutos genera que estos tengan una forma alargada en forma general.

Peso del racimo (PR): En el análisis de varianza de la Tabla 2, no se encontró diferencias significativas para esta variable, sin embargo, se destaca que el testigo tuvo valores por debajo de la media obtenida.

El no encontrar diferencias significativas en la variable de peso del racimo, puede estar relacionada con diferentes causas, ya que aparte de la aplicación del ácido a-naftalenacético, también se resalta la relación de sus componentes como raquis, pedúnculo y otras variables.

Donde, los resultados obtenidos en esta investigación se relacionan con la aplicación del ácido a-naftalenacético al momento de polinizar la inflorescencia, porque se aplicó la misma dosis (14 g) a todas las inflorescencias en estudio y concuerdan con lo mencionado por Zambrano (2022), donde afirman que el ANA posibilita el desarrollo y el llenado de frutos de tal forma que, pese a no tener semilla ni cuesco, el peso medio de los racimos tiene la capacidad de conservarse.

Contenido de Frutos Blancos (CFB): En los racimos pertenecientes a las aplicaciones de esta investigación existieron frutos blancos, los cuales son frutos que no producen aceite y son de color amarillo pálido o blanquecinos (Contreras, 2018). Estos se encuentran normalmente en menor proporción dentro del racimo y son denominados frutos partenocárpicos blancos.

Según el ANDEVA (Tabla 2), se encontró diferencias estadísticas significativas. Por lo que, se realizó la prueba de comparación de medias a través de la prueba Tukey ($p > 0,05$) (Tabla 6), donde se encontró diferencia estadística significativa entre el tratamiento T1 con los tratamientos T5, T6 y T7, donde el T1 obtuvo 15.6% y los tratamientos 5, 6 y 7 alcanzaron los valores de 10,3 %, 8,8% y 10,4% respectivamente.

Tabla 6. Prueba de comparación de medias del contenido de frutos blancos en el híbrido interespecífico OxG “Amazon”.

Tratamientos	Descripción	Frutos blancos (%)
T1(Testigo)	1-7-14 607	15,6 b
T6	1-3-5 607	8,8 a
T2	1-3-10 607	11,8 ab
T3	1-3-15 607	13,9 ab
T7	1-3-5 609	10,4 a
T4	1-3-10 609	12,4 ab
T5	1-3-15 609	10,3 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Días a cosecha (DCR): Para analizar la efectividad de los tratamientos aplicados en esta investigación, como ultima variable analizada fueron los días a cosecha, en este caso de acuerdo con el ANDEVA (Tabla 2), no hubo diferencias estadísticas significativas.

En base a los resultados obtenidos se puede afirmar que las frecuencias aplicadas en diferentes estados fenológicos no tuvieron efecto sobre los días a cosecha. Y se resalta que todos los valores obtenidos sobrepasan los 200 días, lo cual concuerda por lo reportado por Caicedo et al., (2018), donde para el híbrido Manaos x Compacta denominado “Amazon”, los días después de las aplicaciones iniciales en antesis sobrepasan los 200 días hasta el óptimo de cosecha de los racimos.

CONCLUSIONES

- Este estudio permitió identificar que un intervalo corto en las dos aplicaciones iniciales es viable para generar una buena conformación de racimo en el híbrido OxG “Amazon”, donde la aplicación del ácido a-naftalenacético en la frecuencia 1-3-15 estado fenológico 609, obtuvo mejores comportamientos en cuanto a conformación, contenido de frutos blancos y diámetro de frutos partenocárpicos frente a la aplicación testigo(T1).
- A pesar de que hubo diferencias estadísticas en la conformación de racimos, contenido de frutos blancos, tamaño de frutos partenocárpicos y normales, no se encontró diferencias estadísticas significativas en las variables de peso de racimo, días a cosecha, posiblemente a que estas variables pueden estar asociadas a otros factores independientes de la aplicación del ácido a-naftalenacético.

RECOMENDACIONES

- Manejar una supervisión constante de las investigaciones para garantizar su veracidad y con ello aportar mejoras en el área de polinización, generando con ello un ambiente laboral favorable para posibles investigaciones futuras.
- Se recomienda un estudio a nivel semi-comercial en donde se evalué la factibilidad de implementar el T5(frecuencia 1-3-15, estado fenológico 609) con el fin de mejorar la conformación, tamaño de racimo y así mismo disminuir el contenido de frutos blancos de los racimos de palma híbrida OxG.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, W. (2022). *Resultados del sector palmicultor ecuatoriano en el año 2022*. Obtenido de Ancupa.com: <https://ancupa.com/estadisticas-2/>
- Aexpalma. (2017). *Aexpalma*. Obtenido de Censo palmero : <https://aexpalma.com/datos-censo-palmero-2017/>
- Alvarado, A., & Escobar, R. (2013). El híbrido OxG Amazon: una alternativa para regiones afectadas por Pudrición del cogollo en palma de aceite. *Palmas*, 305-314.
- Alvarado, A., & Henry, J. (2015). Agronomic behavior of the Amazon hybrid. . *ASD Oil Palm Papers*, 9-16.
- Ávila, R., Daza, E., Navia, E., & Romero, H. (2016). Response of various oil palm materials (*Elaeis guineensis* and *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* interspecific hybrids) to bud rot disease in the southwestern oil palm-growing area of Colombia. *Agronomía Colombiana*, 74-81.
- Barahona, D. (2023). *Fortalecimiento en la polinización asistida con ácido naftalenacético (ANA) en híbrido de palma de aceite en la plantación hacienda bella cruz del llano*. Obtenido de Repository UNAD: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/54892/dabarahonam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bastidas, S., Reyes, R., Tolosa, W., Montero, Y., Gutiérrez, I., Arenas, I., . . . Arizala, M. (2020). *Híbrido interespecífico OxG Corpoica Elmira de palma de aceite. Corpoica Elmira de palma de aceite: una alternativa de producción para zonas afectadas por pudrición de cogollo*. Bogotá: AGROSAVIA.
- Bastidas, Silvio; Peña, Eduardo; Reyes, Rafael. (Diciembre de 2013). *Preguntas sobre Palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq., palma Nolí *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés y los híbridos interespecíficos Nolí x Palma de aceite (*E. oleifera* x *E. guineensis*)*. Colombia: CORPOICA. Obtenido de Repository agrosavia: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12614/66171_64853.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Blanco, A. (2020). *El coeficiente de correlación. Desde la independencia lineal a la independencia general de variables aleatorias*. Obtenido de Universidad de Santiago de Compostela: <https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/26031/Blanco%20Seijas%2C%20Adri%2C%20A1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonilla, N. (16 de Junio de 2022). *Movimiento mundial por los bosques tropicales*. Obtenido de Comunidades en resistencia contra la impunidad y los impactos de las palmicultoras en Ecuador: Casos en Esmeraldas.: <https://www.wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin/comunidades-en-resistencia-contra-las-palmicultoras-en-ecuador-casos-en-esmeraldas#:~:text=La%20provincia%20de%20Esmeraldas%20tiene,comunidades%20de%20La%20Chiquita%2C%20Guadualito>
- Bravo, V. (22 de 9 de 2020). Polinización artificial en palma aceitera, Híbrido Oxg, con el uso de Ácido Naftalenacético. *El productor* .

- Bravo, V., Solorzano, O., Calixto, B., & Bastidas, J. (2022). Aplicación de polen y ácido α -naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios? *Palmas*, 10-20.
- Cayón, D. (2018). Inducción y desarrollo de frutos con polinización y hormonas en híbridos OxG de palma de aceite (*Elaeis oleifera* Kunth Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). Universidad Nacional de Colombia.
- CENIPALMA. (2019). *Afiche Manaos x Compacta*. Obtenido de Repositorio fedepalma: <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/141373/Afiche%20Manaos%20Ox%20Compacta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cenipalma. (Junio de 2020). *Criterios de cosecha en cultivares híbrido*. Obtenido de Repositorio Fedepalma: https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/129575/Gu%C3%ADa%20de%20bolsillo%20Criterios%20de%20cosecha%20en%20cultivares%20h%C3%ADbridos_baja.pdf%20%281%29_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CENIPALMA. (2021). *Cenipalma*. Obtenido de BrochureTecnopalma: https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2021/07/Bochure-Polinizador-Artificial-98-Version-final_compressed.pdf
- CFN. (Febrero de 2022). *Corporación financiera nacional*. Obtenido de Ficha Sectorial - Palma Africana: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Palma.pdf>
- Chaparro, F., & Romero, H. (Septiembre de 2012). *Tecnología para la agroindustria de la palma de aceite. Guía para facilitadores*. Obtenido de Repositorio fedepalma: <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/107697/GM%20Muestreo%20y%20an%C3%A1lisis%20de%20racimos%20en%20el%20cultivo%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1>
- Contreras, J. (2018). *Procesamiento de imágenes de fruto de palma de aceite mediante técnicas de machine learning para la clasificación de fruto y predicción de la calidad de aceite de palma*. Obtenido de Repositorio Uniandes: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/39265/u821167.pdf>
- Corredor M, J. (2021). Diseño de fruta en cultivares OxG con el uso estratégico. *Palmas*, 119-129.
- Daza, E., Díaz, I., Romero, R., & Romero, H. (2020). Efecto de la aplicación de hormonas vegetales en la formación de frutos partenocárpicos y producción de aceite en híbridos interespecíficos de palma aceitera. *Plant Production Science*, 354-362.
- Díaz Oviedo, D. K. (2020). *Comparación de Estructura de Costos con Aplicación de Hormonas en la conformación de racimos en palma de aceite comercial en la plantación agropecuaria Macolla S.A.S. Villavicencio - Meta: UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS*.
- Díaz, D., & Castellano, G. (1988). Problemas fitopatológicos de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Venezuela. *Problemas fitopatológicos de la palma africana* (págs. 134-141). Bucaramanga, Colombia: Seminario.

- ECUSEM. (2023). *Semillas y clones ASD del Ecuador*. Obtenido de ASD-EC: <https://asd-ec.com/semillas-de-palma-aceitera/>
- Fedepalma. (2019). *Análisis estadístico*. Federación Nacional de cultivadores de palma.
- Figueroa, M., & Chávez, F. (1984). *INIAP*. Obtenido de Pudrición de Cogollo de la palma africana y su control: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1506>
- Gallardo, C., Benavides, D., Franqueville, H., Amblard, P., & Louise, C. (2007). Investigaciones dirigidas por el CIRAD sobre las enfermedades del complejo pudrición del cogollo de la palma aceitera en Latinoamérica. *Palmas*, 345-362.
- Ganchozo, W., & Huaraca, H. (2017). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis, Jacq.)*. Santo Domingo: Santo Domingo, EC: INIAP, Estación Experimental Santo Domingo.
- García Núñez, J., Cortés Barrero, I., & Caballero Blanco, K. (2017). *Presentación International Palm Oil Congress*. Obtenido de Challenges in processing fresh fruit bunches (FFB) from Interspecific Hybrid Cultivars(OxG) in Conventional Palm Oils Mills in Colombia.
- García, A., Ibagué, D., Munévar, D., Hernández, J., & Mosquera, M. (2020). Polinización artificial: ¿ANA en suspensión líquida o ANA en mezcla sólida? *Revista Palmas*, 15-26.
- Gómez, P., Acosta, A., Guevara, L., & Nieto, L. (1995). Pudrición de cogollo en Colombia. *Palmas*, 198-210.
- Henry, J. (2017). Floración en *Elaeis oleifera* y el híbrido inter-específico Amazon. *ASD Oil Palm Papers*, 2-12.
- Hormanza, P., & Romero, R. (Noviembre de 2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite*. Obtenido de Repositorio Fedepalma: <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/107644/Generalidades%20sobre%20la%20morfolog%C3%ADa%20y%20fenolog%C3%ADa%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1>
- Hormaza, P., Forero, D., Ruiz, R., & Romero, H. (Noviembre de 2010). *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleifera Kunt Cortes x Elaeis guineensis Jacq.)*. Obtenido de Repositorio fedepalma: <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/80999/Fenologia%20de%20la%20palma%20de%20aceite%20africana%20y%20del%20h%C3%ADbrido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INEC. (2022). *Ecuadorencifras.gob.ec*. Obtenido de Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC): https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf
- Lasso, G. (2018). *La Palma un Cultivo Social y Sostenible*.
- Leguizamón, O., Santacruz, L., & Rosero, G. (2019). Evaluación de la polinización artificial en el material híbrido OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). *Revista Palmas*, 96-105.

- Meléndez, M. R., & Ponce, W. P. (2016). Pollination in the oil palms *Elaeis guineensis*, *E. oleifera* and their hybrids (OxG), in tropical America. *Pesq. Agropec. Trop., Goiânia*, 102-110.
- Niño, A., Garcia, A., Pulido, N., Mendoza, J., Cruz, L., & Torrecilla, E. (2021). Polinización, criterios de cosecha y procesamiento del híbrido OxG en Palmas y Extractora Monterrey S. A. *Revista Palmas*, 130-138.
- Ochoa, I., & Palacio, N. (2021). Contribución al diseño de racimos con ácido a-naftalenacetico (ANA). *Revista Palmas*, 107-118.
- Osorio Guarín, J., Garzón Martínez, G., Delgadillo Durán, P., Bastidas, S., Moreno, L., Enciso Rodríguez, F., . . . Barrero, L. S. (2019). Estudio de asociación del genoma completo (GWAS) para características morfológicas y relacionadas con el rendimiento en una población híbrida de palma aceitera (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). *BMC Plant Biology*.
- Prada, F., & Romero, H. (2012). *Muestreo y análisis de racimos en el cultivo de la palma de aceite. Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: guía para facilitadores*. Bogotá D.C.: Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), cofinanciada por Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero.
- Quito, D. (Marzo de 2018). *Censo nacional palmero 2017*. Obtenido de Asopropal.com: https://asopropal.com/wp-content/uploads/2021/07/Informe_Final_22_03_2018.pdf
- Renard, J. (1991). Pudrición de Cogollo en el Ecuador. *Palmas*, 31-32.
- Rey, L., Gómez, P., Ayala, I., Delgado, W., & Rocha, P. (2004). *Colecciones genéticas de palma de aceite *Elaeis guineensis* (Jacq.) y *Elaeis oleifera* (H.B.K.) de Cenipalma: Características de importancia para el sector palmicultor*. Obtenido de Publicaciones fedepalma: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1065/1065>
- Richardson, D. (1995). The history of oil palm breeding in the United Fruit Company. *Palmas*, 111-122.
- Rincón, S., Hormaza, P., Moreno, P., Prada, F., Portillo, D., García, J., & Romero, H. (Agosto de 2013). *Use of phenological stages of the fruits and physicochemical characteristics of the oil to determine the optimal harvest time of oil palm interspecific OxG hybrid fruits*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669013002082>
- Rivera, Y., Ayala, I., & Romero, H. (2023). *Los híbridos interespecíficos OxG de palma de aceite*. Cenipalma - Fedepalma.
- Rivera, Y., Moreno, L., Bayona, C., & Romero, H. (2012). Physiological response of oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* H.B.K. Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.) to water deficit. . *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 273-280.
- Romero, H. (2019). La polinización artificial con reguladores de crecimiento incrementa la producción de aceite en híbridos interespecíficos OxG. *Revista Palmas*, 140-141.
- Romero, H. (26-30 de Septiembre de 2022). *LOS HIBRIDOS INTERESPECIFICOS OXG: UN SALTO DE 50 AÑOS AL FUTURO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA PALMA DE ACEITE*. Obtenido de XX Conferencia

- internacional sobre palma de aceite.: <https://web.fedepalma.org/conferenciainternacional/wp-content/uploads/2022/09/7.-2022-09-24-Presentacion-hibridos-Hernan-Romero1.pdf>
- Romero, H., & Ayala, I. (2021). Cómo alcanzar 10 toneladas de aceite por hectárea: tecnologías de manejo de los híbridos interespecíficos OxG hacia una producción altamente eficiente. *Revista Palmas. Bogota (Colombia) vol.42(1)*, 55-64.
- Ruiz Álvarez, E., Steve Daza, E., Caballero Blanco, K., & Mosquera Montoya, M. (2020). *Análisis económico de la polinización artificial en cultivos híbrido OxG*. Cenipalma.
- Ruiz Romero, R., Daza, E., Calpa, A., & Romero, H. (2020). Mezcla de ácido naftalenacético y polen, ¿se puede considerar una alternativa para la obtención de frutos normales dentro de la polinización artificial en el híbrido *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*? *Revista Palmas. Bogotá (Colombia) vol.41(2)*, 38-47.
- Sánchez, Á., Daza, E., Ruiz, R., & Romero, H. (Octubre de 2011). *Polinización asistida en palma de aceite*. Obtenido de fedepalma: <https://fedepalma.org/wp-content/uploads/2013/11/guuiametodologicapolinizacionasistida.pdf>
- Thomas, F. (2017). *Intagri*. Obtenido de Agricultura: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento>
- Tobar Gamba, F. (2018). *Estudio de la viabilidad y compatibilidad del polen de híbridos interespecíficos en palma aceitera OxG (Elaeis oleífera x Elaeis guineensis)*. San Lorenzo, Esmeraldas.: Universidad de las Americas.
- USDA. (2021). *Foreign Agricultural Service*. Obtenido de Palm Oil Explorer: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=4243000&sel_year=2021&rankby=Production
- USDA. (2022). *Foreign Agricultural Service*. Obtenido de Palm Oil Explorer: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?startrow=11&cropid=4243000&sel_year=2022&rankby=Production
- Van de Lande, H. (1991). Pudrición de cogollo en palma aceitera. *Palmas*, 11-15.
- Van Slobbe, W., & Rocha de Souza, R. (1991). Amarillamiento fatal o pudricion de cogollo en Denpasa - Brasil. *Palmas*, 17-23.
- Vegas, A., Ortega, D., Gualoto, W., Paredes, E., Rebolledo, E., Quintero, L., & Ortega, J. (2016). Respuesta de la palma Africana híbrido INIAP-Tenera cultivada in vitro según el tipo de explante y niveles de ácido naftalenacético. *Bioagro vol.28*, ISSN 1316-3361.
- Zambrano Vite, C. H. (2022). *Beneficios de la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) en el cultivo de palma aceitera hibrida OxG en Ecuador*. Babahoyo-Los Rios-Ecuador : UNIVERIDAD TECNICA DE BABAHOYO .

ANEXOS

Anexo 1. Reconocimiento de racimos a cosechar.



Anexo 2. Corte del racimo del híbrido OxG "Amazon".



Anexo 3. Racimo cosechado del híbrido O_xG "Amazon".

