



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



Componente práctico de carácter Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Beneficios de la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) en el
cultivo de palma aceitera híbrida OxG en Ecuador”

AUTOR:

Carlos Horacio Zambrano Vite

TUTOR:

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

En la actualidad, el cultivo de palma aceitera sigue creciendo sosteniblemente, logrando ser el segundo cultivo perenne de más grande extensibilidad en Ecuador con un aproximado de 280.000 ha cultivadas por más de 7000 palmicultores, de las cuales más de 185.000 has son de palma aceitera híbrida OxG. Las primeras variedades de palma que se sembraron en Ecuador provenían del continente africano. De allí su nombre. Sin embargo, en la actualidad se siembra variedades que son producto de diversos cruces de semillas africanas con palma nacional. A lo largo de la década del setenta, tuvo lugar la creación de los primeros híbridos interespecíficos OxG con las expectativas que hasta esta época se conocen. El OxG se caracteriza por tener un crecimiento lento del tronco, tolerancia a pudrición del cogollo y enfermedades del anillo rojo en comparación con la especie progenitora. Además, estas poblaciones de OxG heredó el desarrollo del fruto partenocárpico de *E. oleifera*, que permite la producción de frutos sin semillas. La inducción artificial de la partenocarpia es una opción a la polinización asistida en el híbrido interespecífico OxG. Esta se puede inducir por medio de la aplicación de hormonas reguladoras de crecimiento, como las auxinas y el etileno. Hormonas auxínicas como el ácido naftalenacético (ANA) estimulan la formación de frutos partenocárpicos en híbridos OxG. El ANA, es usado en palma de aceite para la obtención de racimos con frutos partenocárpicos y conservar la producción de aceite, posibilita el desarrollo y el llenado de frutos de tal forma que, pese a no tener semilla ni hueso, el peso medio de los racimos tiene la capacidad de conservarse.

Palabras Clave: Palma aceitera, *E. guineensis*, *E. oleifera*, híbrido interespecífico OxG, Acido Naftalenacético.

SUMMARY

Currently, oil palm cultivation continues to grow sustainably, becoming the second largest perennial crop in Ecuador with approximately 280,000 hectares cultivated by more than 7,000 palm growers, of which more than 185,000 hectares are hybrid oil palm. OxG. The first varieties of palm that were planted in Ecuador came from the African continent. Hence its name. However, currently varieties are planted that are the product of various crosses of African seeds with national palm. Throughout the 1970s, the creation of the first OxG interspecific hybrids took place with the expectations known until this time. OxG is characterized by slow trunk growth, tolerance to bud rot and red ring diseases compared to the parent species. In addition, these OxG populations inherited the parthenocarpic fruit development of *E. oleifera*, which allows the production of seedless fruits. The artificial induction of parthenocarpy is an alternative to assisted pollination in the interspecific hybrid OxG. This can be induced through the application of growth regulating hormones, such as auxins and ethylene. Auxinic hormones such as naphthaleneacetic acid (ANA) stimulate the formation of parthenocarpic fruits in OxG hybrids. ANA is used in oil palm to obtain bunches with parthenocarpic fruits and preserve oil production, it enables the development and filling of fruits in such a way that, despite not having seeds or shells, the average weight of the clusters has the ability to be preserved.

Keywords: Oil palm, *E. guineensis*, *E. oleifera*, OxG interspecific hybrid, Naphthaleneacetic Acid.

INDICE

RESUMEN.....	II
SUMMARY.....	III
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	2
MARCO METODOLÓGICO.....	2
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	2
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. General.....	3
1.4.2. Específicos.....	3
1.5. Fundamentación Teórica.....	3
1.5.1. Antecedentes de la Palma Aceitera en Ecuador.....	3
1.5.2. La Palma Aceitera " <i>Elaeis Guineensis</i> ".....	5
1.5.3. Híbridos Interespecificos OxG " <i>E. oleífera x E. guineensis</i> ".....	7
1.5.4. Regulador de Crecimiento (Ácido naftalenacético "ANA").....	8
1.5.5. Usos del "ANA" en Palma Aceitera Híbrida OxG en Ecuador.....	9
1.6. Hipótesis.....	13
1.7. Metodología de la Investigación.....	13
CAPITULO II.....	14
RESULTADOS.....	14
2.1. Desarrollo del Caso.....	14
2.2. Situaciones Detectadas.....	14
2.3. Soluciones Planteadas.....	15
2.4. Conclusiones.....	15
2.5. Recomendaciones.....	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

INTRODUCCION

La producción de palma de aceite es de enorme trascendencia, puesto que tiene una colaboración en el PIB Agrícola del 4% y es el séptimo producto agrícola de exportación del Ecuador, también constituye una de las industrias con más dinamismo fuera de la producción no tradicional y producción petrolera. En la actualidad, el cultivo sigue creciendo sosteniblemente, logrando ser el segundo cultivo perenne de más grande extensibilidad en Ecuador con un aproximado de 280.000 ha cultivadas por más de 7000 palmicultores, de las cuales más de 185.000 has son de palma aceitera híbrida OxG (Tobar Gamba 2020).

El ácido naftalenacético (ANA), es una auxina sintética derivada del naftaleno, extensamente usado en la agricultura, primordialmente como promotor de regulador de las etapas reproductivas (floración y fructificación) en distintas especies. Además, muestra efectos consistentes como promotor de la formación de raíces en especies de propagación asexual (Amado y Fischer 2006).

El ANA, es usado en palma de aceite para la obtención de racimos con frutos partenocárpicos y conservar la producción de aceite, 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. El resultado es hasta un 15% más de frutos cosechados; cuyo llenado de fruto sin pérdidas de flores, es superior al 95% (Díaz Oviedo 2020).

Una de las limitantes para el desarrollo del cultivo es la existencia de la enfermedad conocida como pudrición de cogollo (PC), anomalía que se reporta a partir de los años setenta ocasionando el deceso de las plantas. Actualmente la PC está perjudicando alrededor de 10 mil hectáreas de palma en Ecuador. Se ha visto tolerancia de parte del material híbrido interespecifico OxG, ya que expresa una destacable tolerancia a la enfermedad; sin embargo, necesita de la introgresión de los genes presentes en *E. guineensis* para mejorar los elementos del racimo y del fruto, y de polinización asistida para incrementar los rendimientos (Vegas et al. 2016).

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a los Beneficios de la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) en el cultivo de palma aceitera híbrida OxG en Ecuador.

1.2. Planteamiento del Problema

En el cultivo de palma de aceite se conocen diversas problemáticas en cuanto a producción una de las más importantes es la pudrición del cogollo (PC), es por esto que se han realizado estudios de hibridación OxG, gracias a su resistencia parcial a dicha patología, sin embargo, la tasa de sustracción de aceite en el híbrido bajo condiciones de polinización natural, es bastante inferior a *E. guineensis* por la baja efectividad de polinización que presenta Quintero (2016)

Es por esto que nace el interés investigativo de los beneficios del ácido naftalenacético (ANA) en el cultivo de palma aceitera híbrida OxG, determinando, como la hormona puede cambiar los procesos fisiológicos de la planta y que estos sean favorables en la producción de los racimos con mayor proporción de frutos normales.

1.3. Justificación

En la actualidad se sabe que el impacto del Ácido naftalenacético (ANA) favorece al cultivo de palma aceitera OxG, perfeccionando la conformación y el potencial de aceite del racimo por el desarrollo de frutos sin semilla, debido al estímulo afín al producido por las fitohormonas. Esta tecnología constituye una realidad en el híbrido OxG, puesto que posibilita

un grande rendimiento alcanzando productividad, y por consiguiente es un cultivo más accesible para palmicultores pequeños (Bravo Vladimir 2020).

Por lo antes expuesto este estudio será de suma importancia debido que se dará a conocer a los palmicultores el efecto que tiene el ANA en palmas aceiteras híbridas OxG y por ende la posibilidad de que el ANA sea una alternativa beneficiosa para los grandes y pequeños productores. De esta manera se pueden evitar las grandes pérdidas que se viven en zonas palmeras del Ecuador.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- Identificar los beneficios de la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) en el cultivo de palma aceitera híbrida OxG en Ecuador.

1.4.2. Específicos

- Determinar la incidencia del uso del ácido naftalenacético en la palma aceitera híbrida OxG.
- Detallar la forma de aplicación del ácido naftalenacético en los cultivos de palma aceitera híbrida OxG.

1.5. Fundamentación Teórica

1.5.1. Antecedentes de la Palma Aceitera en Ecuador

La palma aceitera llegó al Ecuador en 1953, en el sector de La Concordia, Santo Domingo. Desde 1965, comenzó su cultivo comercial, extendiéndose inmediatamente a partir de 1.000 ha. alrededor de la década de 1960 hasta las 115.000 ha. en la década de 1990 (Mantilla Valdivieso 2015).

La extensión de área cultivada de palma africana en el año 2004 llegó a 120.836 ha con un promedio de 5.550 palmicultores, siendo esta actividad una de las primordiales fuentes de ingresos para los palmicultores de los cantones como Santo Domingo, Quinindé, la Concordia y entre otras. En el 2014 el Ecuador ocupó el segundo lugar como productor de aceite y primer lugar como exportador de aceite crudo de Palma en América del Sur. En todo el mundo ocupó el séptimo lugar entre los productores de palma, con una producción de 575.000 toneladas métricas de aceite crudo de palma (Castro Pilalo 2019).

Para el año 2020 el territorio cultivado fue de 256.854 ha y un aproximado de 60.000 palmicultores, permitiendo producir fuentes de trabajo, mejorar la calidad de vida poblacional y fomentar el desarrollo social (Ponguillo López y Romero Lino 2021).

Actualmente, el cultivo de palma aceitera se ha convertido en uno de los más importantes rubros agroindustriales del Ecuador que ha presentado un aumento sustentable debido entre otros componentes a su productividad y a la demanda ampliada en el mercado de productos y subproductos (Ganchozo y Huaraca 2017).

La palma aceitera en Ecuador fue catalogada como un “cultivo social” por integrar a una gran cantidad de pequeños y medianos productores en su cadena y por la generación de trabajo. La palma aceitera además se enmarca en el discurso de la sustentabilidad, bajo el cual se resguarda la iniciativa de los biocombustibles como alternativa a los provenientes del petróleo.

El Banco Mundial, así como también los grupos de Palmicultores, enfatizan que el bajo precio del aceite posibilita que las familias de bajo recursos tengan acceso a él, puesto que el consumo per cápita de aceite de palma se ha aumentado en 2,25 veces (Cedeño Coello y Palomino Chafra 2021).

1.5.2. La Palma Aceitera “*Elaeis Guineensis*”

La palma de aceite pertenece al orden *Arecales* y el núcleo familiar *Areceae*, una de las mayores monocotiledóneas, con más de 190 géneros y 2.364 especies. Esta familia está dividida en cinco subfamilias: *Calamoidae*, *Nipoideae*, *Coriophoidae*, *Ceroxyloideae* y *Arecoideae*; en esta última está la tribu *Cocoseae*, y la subtribu *Elaeidinae* a la que pertenece el género *Elaeis* formado por las especies *Elaeis guineensis* Jacq, habitualmente popular como palma africana y *Elaeis oleifera*, como palma americana.

La palma africana, como su nombre lo sugiere, es nativa de África tropical mientras tanto que la palma americana es nativa de Centroamérica y Suramérica. Frente al problema de la enfermedad de la pudrición del cogollo (PC) que perjudica a la producción de una gran cantidad de hectáreas, se ha optado por cultivar plantas híbridas (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*), permitiendo generar aceite más rico en ácidos grasos insaturados, crecimiento lento y el motivo primordial, tolerancia a las patologías (Cisneros Rivera 2021).

Torres (2006) citado por (Zambrano 2015) menciona las siguientes características morfológicas de la palma aceitera:

Raíz: En la parte inferior del tallo de la palma aceitera es una composición cónica de la cual emergen hasta 10,000 raíces primarias. Estas raíces llegan a medir entre 5 y 10 mm de diámetro y tienen la posibilidad de llegar hasta 20 m de longitud. Las raíces primarias crecen hacia abajo o se distribuyen de forma más o menos horizontal y cumplen básicamente una funcionalidad de anclaje.

Estipe o Estípote: A lo largo de los primeros tres años de edad, el estipe se caracteriza por su forma de cono invertido, de cuyo ápice emergen las hojas y, de la base, varias raíces adventicias. Desde dicha edad el tronco se extiende acorde surgen las hojas y puede conseguir entre 15 y 20 m de altura, con un diámetro que va entre los 30 y 50 centímetros.

El meristemo apical llega a crear de 30 a 40 hojas novedosas por año. Las funcionalidades primordiales del tronco son: Soporte de hojas e inflorescencias, almacenamiento y transporte de agua y nutrientes y almacenamiento de carbohidratos y minerales.

Hojas: El follaje se forma desde los primordios florales localizados en la parte preeminente del estipe del que nacen hojas e inflorescencias. El estipe de una palma adulta en condiciones habituales tiene entre 30 y 40 hojas, las cuales tienen la posibilidad de conseguir entre 5 y 7 m de longitud y pesan de 5 a 8 kg.

La filotaxia o arreglo de las hojas en el estipe es primordial en el cultivo de palma aceitera. Las hojas permanecen dispuestas en dos espirales, una que corre de derecha a izquierda, en la cual hay ocho hojas colocadas entre la que está en la misma línea vertical, otra de izquierda a derecha, con cinco hojas intermedias. La producción de hojas tiene enorme trascendencia para determinar el rendimiento de fruta a corto plazo. A cada hoja le corresponde una inflorescencia donde el tamaño y desarrollo es dependiente del estado de la planta.

Inflorescencias y racimos: La palma aceitera africana es monoica con inflorescencias masculinas y femeninas, en algunas ocasiones tiende a ser mixta, estas inflorescencias se desarrollan en las axilas de las hojas. Los frutos son racimos enormes y compactos.

La pulpa del fruto que otorga el aceite circunda a una nuez cuya cáscara abarca a las almendras de la palma, a diferencia que en la palma americana la espata de la inflorescencia femeninas es bastante persistente de forma que los racimos maduros aún permanecen cubiertos parcialmente por material fibroso. Los racimos son redondos y anchos en su centro, con una tendencia a ser puntiagudos en el ápice presentando un claro aspecto cónico (Aguirre 2012) citado por (Viera 2016).

1.5.3. Híbridos Interespecíficos OxG “*E. oleífera* x *E. guineensis*”

El mejoramiento genético al que se ha sometido a la palma aceitera a lo largo de más de 3 décadas, en el país, así como al grado mundial, muestra una alta tendencia a generar materiales con mejores inflorescencias femeninas en búsqueda de crear gran proporción de racimos (Martínez Quiroz 2014).

Las primeras variedades de palma que se sembraron en Ecuador provenían del continente Africano. De allí su nombre. Sin embargo, en la actualidad se siembra variedades que son producto de diversos cruces de semillas africanas con palma nacional. Dado el ejemplo de Iniap, que se encarga de cruzar la semilla de una planta rígida con el polen de una planta “posífera” (africana) y se recibe una totalmente nueva especie de palma llamada “tenera”, que es la de más grande productividad actualmente. Para que la semilla logre ser vendida, debería pasar cerca de ocho y nueve años (Castro Pilalo 2019).

Quintero (2016) explica que, a lo largo de la década del setenta, tuvo lugar la creación de los primeros híbridos interespecíficos OxG con las expectativas que hasta esta época se conocen, parecido a lo que se esperaba de los primeros resultados de la multiplicación vegetativa de la palma africana (*E. guineensis*) promisoriamente a la producción universal. La iniciativa de reproducción sexual es cruzar polen de palmas seleccionadas, con flores femeninas de otras palmas, a fin de crear individuos con un patrimonio genético variado.

Los híbridos interespecíficos muestran rendimientos equiparables a *E. guineensis* y dependiendo de los cruces y condiciones edafo-climáticas buenas para el desarrollo y producción los híbridos OxG, tienen la posibilidad de ser mejores a *E. guineensis*. En el campo presentan alta heterogeneidad referente a rendimientos, contenido de aceite y adaptabilidad a distintas regiones palmeras (Anchundia Ponce 2021).

El OxG se caracteriza por tener un crecimiento lento del tronco, tolerancia a pudrición del cogollo y enfermedades del anillo rojo en

comparación con la especie progenitora. Además, estas poblaciones de OxG heredó el desarrollo del fruto partenocárpico de *E. oleifera*, que permite la producción de frutos sin semillas (Osorio Guarín et al. 2019) Citado por García (2021).

Según estudios actuales indican que el aceite es de alta calidad gracias a su índice preeminente de oleína y da grande contenido de ácido oleico, aportes de carotenoides y esteroles superior al aceite extraído de *E. guineensis* (Rivera Casignia 2014).

Barba y Baquero, citado por Quishpe (2018), confirman que el Ecuador tiene 15.950 ha, sembradas con híbridos interespecíficos OxG, repartidas de la siguiente forma; 11.650 ha, en el Oriente, 4.100 ha, sembradas en el cantón San Lorenzo provincia de Esmeraldas y en menor proporción, Quevedo, Santo Domingo y Quinindé con 200 ha. Entre los híbridos interespecíficos de mayor importancia comercial en Ecuador están: Híbrido interespecífico OxG Taisha, Híbrido interespecífico OxG Coarí x la Mé y el Híbrido interespecífico OxG Amazon.

1.5.4. Regulador de Crecimiento (Ácido naftalenacético “ANA”)

Estas sustancias reguladoras de Crecimiento vegetal (RCV) son sustancias orgánicas que se hallan en pocas concentraciones, se sintetiza en definido sitio de la planta y se traslocan de un lugar a otro. Estas sustancias son compuestos que en porciones bajas estimulan, inhiben o modifican los procesos fisiológicos, son específicos conforme a su acción, regulan el aumento de las células, la división celular, diferenciación celular, la organogénesis, la senescencia y el estado de latencia. El impacto de una hormona va a depender de la planta, el lugar de acción de la hormona, la fase del desarrollo de la planta, y la concentración de la hormona (Bedoya Murillo y Patermina Mejia 2021).

Los reguladores de crecimiento vegetal más relevantes son las auxinas y citoquininas, ya que controlan la ramificación de los brotes, la

formación y mantenimiento de los meristemos, la formación de raíces y otras funcionalidades (Laguna Ibarra et al. 2019).

Las Auxinas promueven la elongación celular, extensión de los tejidos, división celular (formación de callos), el desarrollo de raíces adventicias e inhibición de la formación de brotes adventicios y axilares; algunas veces inhiben la embriogénesis. Poseen dos orígenes, auxinas naturales “AIA” y auxinas sintéticas como el ácido indolbutírico “AIB”, ácido naftalenacético “ANA” y ácido diclorofenoxiacético “2,4-D” (Gonzalez 2017).

El ANA es una fitohormona sintética, tiene usos diferentes en las ciencias agrícolas, entre los cuales sobresalen su implementación como agente de enraizamiento de estacas, como inductor de raíces en explantes en condiciones de asepsia, y como raleador químico de frutos (Ramos Saltos 2016). El mecanismo de transporte con mayor velocidad utilizado por las auxinas es no polar en el floema, está asociado con los procesos de división del cambium y ramificación de raíces. Estas hormonas son transportadas en sentido del eje longitudinal de la planta, del punto apical hacia la base en el tallo y en sentido opuesto a partir de la raíz (Ulloa Cáceres 2017).

Para Quiroga (2020) el ANA es un regulador de crecimiento vegetal auxínico sintético extensamente usado en agricultura, primordialmente en la producción de cultivos hortofrutícolas, así como especies ornamentales. Se emplea para el enraizamiento de esquejes de plantas, para prevenir el legrado de frutos pre-cosecha, en la inducción floral, el raleo de frutos, entre otros procesos.

1.5.5. Usos del “ANA” en Palma Aceitera Híbrida OxG en Ecuador

En la búsqueda de alternativas para el mejoramiento productivo de la Palma Aceitera Híbrida OxG, siendo esta una variedad que destaca por su resistencia a distintas enfermedades de importancia económica, en la que, la Pudrición del Cogollo (PC) es la más relevante, ya que es

considerada una de las mayores amenazas epidemiológicas a nivel global para los cultivos de la palma, se llegó al estudio de aplicación de reguladores de crecimiento como lo son las auxinas, en este caso el ANA “Acido Naftalenacético”, el cual es aplicado en las inflorescencias por medio de la polinización asistida.

La polinización asistida es la aspersión del polen a las inflorescencias femeninas receptivas, tendientes a obtener una óptima fecundación y consecuentemente, el crecimiento de la productividad en los primeros años de cosecha. Se debe hacer una vez que hay una porción destacable de inflorescencias parcialmente polinizadas (mayor al 20%) debido a aborto y/o pudrición de las inflorescencias. También, una vez que la proporción de inflorescencias masculinas, es menor del 10% del total de inflorescencias (Ramírez y Romero 1992).

Para hacer lo dicho previamente, se usan diversos tipos de herramientas fabricadas artesanalmente en las plantaciones, pero la más usada es la pera de caucho, que se le incorpora un tubo de cobre de 35 cm de largo, con el que se dirige la aplicación del talco industrial mezclado con polen en la interacción, esta mezcla se la sitúa en la pera de caucho, para asperjarla sobre la inflorescencia femenina una vez que está en lapso de antesis (Trávez Batallas 2015).

La hibridación entre especies diferentes comúnmente resulta en individuos con inconvenientes de fertilidad. La situación de los híbridos interespecíficos OxG no es la excepción, lo que se ve reflejado en porcentajes bastante bajos de viabilidad y germinabilidad del polen, que aunado a restricciones morfológicas de las inflorescencias femeninas y de atracción de insectos polinizadores, hace forzosa la polinización asistida de las flores femeninas por medio de la aplicación manual de polen derivado de plantas de *E. guineensis*, para que se formen frutos clásicos (Sandoval Acuña 2015).

Sin esta, los racimos son pobremente constituidos, lo cual resulta en bajas producciones de fruto y tasas de sustracción. No obstante, la polinización asistida es un método bastante exhaustivo en mano de obra y

subjetivamente costoso que debería ser llevado a cabo una vez que las flores permanecen abiertas y receptivas en una ventana de tiempo bastante corta. Si la polinización asistida se hace previamente o luego de que ha pasado aquel estadio, las flores difícilmente desarrollarán frutos, con lo cual el porcentaje de aceite en el racimo se verá radicalmente limitado (Sandoval Acuña 2015).

La inducción artificial de la partenocarpia es una opción a la polinización asistida en el híbrido interespecífico OxG. Esta se puede inducir por medio de la aplicación de hormonas reguladoras de crecimiento, como las auxinas y el etileno. Hormonas auxínicas como el ácido naftalenacético (ANA) estimulan la formación de frutos partenocárpico en híbridos OxG, no obstante, se desconoce el estado fenológico óptimo para hacer las aplicaciones (Dubos et al. 2013).

La utilización de la polinización artificial con ANA implica ajustes en la logística, frecuencia de aplicación y dosis de mezcla por inflorescencia, así como además en los instrumentos empleados. Ya que la formación de frutos está ligada al contacto de la mezcla con los botones florales (ovarios tricarpelares) de las inflorescencias femeninas, es fundamental establecer la cobertura y las restricciones del equipo usado para hacer esta labor (Ponce 2016).

Siguiendo el ejemplo de nuestro país hermano Colombia, Ecuador también hizo presencia con investigaciones de aplicación de ANA en Híbridos Interespecíficos OxG por medio de la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana “ANCUPA”, quienes desarrollaron estos estudios en el 2020 en la provincia Pichincha, Cantón Puerto Quito, la cual tuvo una duración de 7 meses. Este proyecto consistió en aplicar cantidades diferentes de Polen, Polen-ANA y ANA en las inflorescencias en pre-antesis, en antesis y posantesis. Las variables a responder eran, el peso del racimo, el diámetro del fruto y la conformación del racimo (frutos normales, frutos partenocárpico, frutos estenospermocárpico y frutos abortados). Los resultados de la investigación determinaron la tecnología de la polinización artificial, que se apoya en la aplicación de ácido

Naftalenacético (ANA) a cada inflorescencia femenina. Una vez que la inflorescencia está en antesis, con 2 refuerzos de la aplicación a los 7 y 14 días luego de antesis, pudiendo aumentar la formación de frutos partenocárpicos y debido a lo cual incremento en el potencial de aceite y la tasa de sustracción de aceite (Solorzano 2020).

Los resultados logrados además indican que el polen estimula consistentemente el desarrollo y producción de frutos clásicos y partenocárpicos. No obstante, en ausencia de polen se generan efectos que van a partir de la no formación del racimo, hasta la formación de racimos con frutos partenocárpicos de pobre desarrollo, tanto en número como en tamaño, que afectan el peso del racimo (ANCUPA et al. 2020).

Jimenez (2015) menciona que los efectos de la polinización artificial fueron contundentes para la agroindustria:

1. Se incrementa la formación de frutos en el racimo llegando hasta el 95 %.
2. Posibilita una ventana de tiempo más extensa que la polinización asistida para poder hacer la formación de frutos y una buena conformación del racimo.
3. Se evidencian incrementos hasta del 15 % en la proporción de racimos cosechados, ya que disminuye el número de racimos malogrados.
4. La utilización de la polinización artificial ha impactado en la producción de aceite por tonelada de racimos, con tasas de sustracción que oscilan entre 25 % y 28 %.

Vale la pena poner en claro que, aunque el procedimiento mixto ha sido hasta ahora el mejor procedimiento de polinización, puede estar sujeto a cambios futuros, lo que puede mejorar todavía más la eficiencia de la polinización en el cultivo.

1.6. Hipótesis

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

Ho: La aplicación de ácido naftalenacético (ANA) no tiene beneficios en el cultivo de palma aceitera híbrida OxG en Ecuador.

Ha: La aplicación de ácido naftalenacético (ANA) tiene beneficios en el cultivo de palma aceitera híbrida OxG en Ecuador.

1.7. Metodología de la Investigación

El presente documento a base de componente práctico se desarrolló con la compilación de todo tipo de información a modo de investigación en las diversas páginas web, artículos científicos, fuentes y documentaciones bibliográficas disponibles en las plataformas digitales.

Cabe resaltar que toda la información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el objetivo de instaurar la información específica en correspondencia a este proyecto, que lleva por temática Beneficios de la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) en el cultivo de palma aceitera híbrida OxG en Ecuador, destacando de esta manera su importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

CAPITULO II

RESULTADOS

2.1. Desarrollo del Caso

El desarrollo del presente documento partió con la finalidad de recolectar información sobre los beneficios del Ácido Naftalenacético ANA en el cultivo de la palma africana híbrida OxG en el Ecuador. Ya que el uso del ANA ha demostrado tener un efecto directo incrementando el potencial de aceite del racimo, en el peso y conformación del mismo. A su vez esta tecnología contribuirá a la sostenibilidad del cultivo tanto económica, como social y ambientalmente.

2.2. Situaciones Detectadas

Numerosas organizaciones Industriales, permanecen sumando esfuerzos para convencer a los agricultores al respecto de volver a plantar Palma Africana, no obstante, las malas vivencias en plagas, enfermedades, precios y costos, hicieron que opten por otros cultivos, poniendo en peligro el suministro de materias primas para la industria. Al desconocimiento del proceso beneficioso de las variedades híbridas además se suma el desinterés por los agricultores, debido a que hay procesos extras como la polinización asistida, entre otros que tienen la posibilidad de reducir los peligros de la siembra.

Ya que la polinización artificial en el híbrido OxG es una tarea subjetivamente presente en el cultivo de palma de aceite, no se sabe con detalle el rendimiento de los operarios, ni la logística inherente para su utilización.

En Ecuador las investigaciones sobre la polinización artificial son muy escasas, la falta de interés al descubrimiento de las nuevas tecnologías a provocado un retraso notorio en el avance de los cultivos de palma en el país.

2.3. Soluciones Planteadas

La implementación de investigaciones sobre mejores métodos de aplicación de este regulador de crecimiento auxínico “ANA” de forma segura y precisa, provocaran que se logre establecer una normativa específica y será el inicio de una era de mayor productividad, sumada a mejores prácticas agronómicas para la industria de la palma aceitera en Ecuador.

La exitosa tecnología ANA de aplicación generalizada en los híbridos interespecíficos OxG además podría ser utilizada en palma africana, y de la mano de adecuados manejos agronómicos, se logren conseguir producciones de aceite que sobrepasen las 9 toneladas de aceite por hectárea por año.

2.4. Conclusiones

Con lo antes mencionado, se concluye que:

- La utilización de ANA consigue la inducción de frutos sin la implementación de polen, que son partenocárpicos (frutos sin nuez), se consigue conservar el peso del racimo, aumentar el número de los mismos y abrir una ventana más extensa para hacer la polinización.
- El tipo de procedimiento de polinización que se use, provocara un efecto en enorme forma sobre las variables de peso de racimo, contenido de almendra en fruto y porcentaje de sustracción de aceite en los cultivos de palma híbrida OxG.
- Los Híbridos interespecíficos OxG al ser un cruce entre dos especies de palmíferas diferentes presentan en su gran mayoría problemas de esterilidad por lo que se hace obligatoria la polinización asistida.

- La metodología de la polinización artificial podría transformarse en un mecanismo de generación de ingresos secundarios, en especial para los productores, del cultivo de palma.
- La aplicación del Ácido Naftalenacético se puede realizar de dos maneras en las inflorescencias femeninas en forma sólida (1 KI de ANA en 25 KI de Talco) y en forma líquida (1 KI de ANA en 200 litros de Agua), cada uno de estos métodos son muy bien aceptados y no tienen diferencias estadísticas significativas.

2.5. Recomendaciones

- Es necesario que para la aplicación del Ácido Naftalenacético los operarios usen accesorios de bioseguridad, como son, guantes, ropa adecuada e antifluído, gafas, mascarillas con filtros de partículas y botas. Con esto se evitan enfermedades futuras.
- Realizar estudios con otros reguladores de crecimiento para determinar si existen otros potenciadores en las inflorescencias femeninas y masculinas en el cultivo de la palma.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Sánchez, C. 2012. "INDUCCIÓN DE CALLOS EMBRIOGÉNICOS EN EXPLANTES INIAP DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis*) Y PALMA AMERICANA (*Elaeis oleífera*) CON RESISTENCIA Y/O TOLERANCIA A LA PUDRICIÓN DE COGOLLO". Santo Domingo, ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO . .
- Amado, M; Fischer, G. 2006. El ácido alfa-naftalenacético (ANA) y el ácido giberélico (GA3) influyen en la producción y calidad del fruto del durazno 'Melocotón Amarillo' (*Prunus persica* L.). ResearchGate 13.
- Anchundia Ponce, L. 2021. Determinación del tiempo de antesis femenina en los híbridos interespecíficos de palma *Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis* en la Estación Experimental Santo Domingo del INIAP. Guayaquil, Universidad de Guayaquil. .
- Asociacion Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera ANCUPA; Ministerio de Agricultura y Ganadería; Ministerio del Ambiente y Agua. 2020. Guía Técnica PARA POLINIZACIÓN ASISTIDA/ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA, HÍBRIDO OxG. s.l., s.e.
- Bedoya Murillo, L; Patermina Mejia, D. 2021. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ANA (ÁCIDO 1-NAFTALENACÉTICO) SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) VAR. MCol 2066, EN UN SUELO DEL VALLE MEDIO DEL SINÚ . Córdoba , UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA . .
- Bravo Vladimir. 2020. Polinización artificial en palma aceitera, Híbrido Oxg, con el uso de Ácido Naftalenacético | Noticias Agropecuarias (en línea, sitio web). Consultado 18 mar. 2022. Disponible en <https://elproductor.com/2020/09/polinizacion-artificial-en-palma-aceitera-hibrido-oxg-con-el-uso-de-acido-naftalenacetico/>.
- Castro Pilalo, J. 2019. SISTEMAS DE MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DEL PALMA ACEITERA (*Elaeis guinensis* Jack). Balzar, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR . .

- Cedeño Coello, L; Palomino Chafra, J. 2021. Evaluación de feromonas comerciales y acetato de etilo en el manejo de (*Rhynchophorus palmarum* L.), en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en época lluviosa. . s.l., ESPE - Universidad de Las Fuerzas Armadas. .
- Cisneros Rivera, S. 2021. Análisis de respuesta espectral en etapa de antesis y cálculo de fijación de carbono en cultivos de palma aceitera del Ecuador mediante tecnologías geoespaciales . Quito, ESPE - Universidad de las Fuerzas Armadas. .
- Díaz Oviedo, D. (2020). Comparación de Estructura de Costos con Aplicación de Hormonas en la conformación de Racimos en Palma de Aceite Comercial (Var. Irho Cabaña) en la Plantación agropecuaria Macolla S.A.S . Villacencio, s.e.
- Dubos, B; Gallardo, C; Zambrano, J. 2013. Comportamiento nutricional de los híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG) en el oriente ecuatoriano y colombiano. Fedepalma 34:337-344.
- Ganchozo, W; Huaraca, H. (2017). GUÍA PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE EN EL MANEJO INTEGRADO DEL cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq). Santo Domingo, s.e.
- Gonzalez, K. 2017. PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS PARA LA INDUCCIÓN DE CALLOS A PARTIR DE VITROPLANTAS DE *Cinchona officinalis* L., A NIVEL DE LABORATORIO EN LA PROVINCIA DE LOJA. Loja, Universidad Nacional de Loja. .
- Jimenez Carpio, M. 2015. Hormonas AIA, ANA, AG3 para estimular la germinación de semilla de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). . Quevedo, Universidad Técnica de Quevedo. .
- Laguna Ibarra, Y; Cueva López, J; Tamariz Angeles, C; Olivera Gonzales, P. 2019. Efecto de los reguladores de crecimiento vegetal en la multiplicación y enraizamiento in vitro de *senecio calvus* (asteraceae), planta medicinal altoandina, endémica del Perú. 21(2):111-121.
- Mantilla Valdivieso, EP. 2015. Evaluación de Viabilidad y Compatibilidad de Polen de Distintos materiales híbridos de palma aceitera (*Elaeis oleifera* x *Elaeis*

guineensis). Quito, Universidad de Las Américas. .

Martínez Quiroz, S. 2014. DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS PARA IMPLEMENTAR BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO DE PALMA ACEITERA *Elaeis guineensis* Jacq. SAN LORENZO, ESMERALDAS . Quito, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR . .

Osorio Guarín, JA; Garzón Martínez, GA; Delgadillo Duran, P; Bastidas, S; Moreno, LP; Enciso Rodríguez, FE; Cornejo, OE; Barrero, LS. 2019. Genome-wide association study (GWAS) for morphological and yield-related traits in an oil palm hybrid (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) population. BMC Plant Biology .

Ponce, P. 2016. Biología de insectos polinizadores en palma aceitera y sus híbridos interespecíficos (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). Palmas 37(1):281-284.

Ponguillo López, J; Romero Lino, O. 2021. La enfermedad de pudrición del cogollo (PC) y su efecto económico en la producción de palma africana del cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. Guayaquil, Universidad de Guayaquil. .

Quintero Portocarrero, J. 2016. “POLINIZACIÓN ASISTIDA MEDIANTE INTERACCIÓN MÉTODO, DOSIS Y FUENTE DE POLEN, EN HÍBRIDO INTERESPECÍFICO OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*)”. Guayaquil, Universidad de Guayaquil. .

Quiroga Marín, E. 2020. Evaluación de los protocolos de polinización utilizados en los cultivos de palma de la empresa Promotora Palmera de Antioquia S.A.S, subregión de Urabá. . Apartadó, Universidad de Antioquia. .

Quishpe Guachamín, D. 2018. CONTROL QUÍMICO DEL BARRENADOR DE RAÍZ (*Sagalassa valida walker*), EN PALMA ACEITERA EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA. Quito, Universidad Central del Ecuador . .

Ramírez, A; Romero, Á. (1992). POLINIZACION ASISTIDA EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA. Santo Domingo, s.e.

Ramos Saltos, R. 2016. “Propagación de Guanábana (*Annona muricata*) utilizando ANA (Ácido Naftalenacético) y AIB (Ácido Indolbutírico) en el Cantón Quevedo

año 2015” . Quevedo, UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO . .

Rivera Casignia, Á. 2014. “PRUEBAS DE PATOGENICIDAD EN PALMA AFRICANA MATERIAL GUINEENSIS (*Elaeis guineensis* Jacq) E HÍBRIDO COARÍ x LA MÉ (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) EN SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS.” Riobamba, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. .

Sandoval Acuña, P. 2015. Polinización entomófila de híbridos interespecíficos de la palma aceitera africana y la palma aceitera americana (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*) con escarabajos nativos del Ecuador. Quito, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR . .

Solorzano, O. 2020. Efecto de ANA en el desarrollo de frutos en racimos con polinización asistida en híbrido interespecífico OxG.

Tobar Gamba, FE. 2020. Estudio de la Viabilidad y Compatibilidad del Polen de Híbridos Interespecíficos en la Palma Aceitera OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) En San Lorenzo, Esmeraldas. Esmeraldas, Universidad de Las Americas. .

Torres Vaca, J. 2006. “EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE PLANTACIONES ADULTAS SOBRE CULTIVOS JÓVENES EN LA CALIDAD DE CONFORMACIÓN DE RACIMOS EN EL HÍBRIDO CIRAD DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN QUININDÉ” . Santo Domingo, ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO . .

Trávez Batallas, V. 2015. ADAPTABILIDAD DE HÍBRIDOS INTER-ESPECÍFICOS (*Oleífera* x *Guineensis*) DE PALMA ACEITERA EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO, QUINTO AÑO. Quito, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. .

Ulloa Cáceres, A. 2017. Efecto de 6-bencil aminopurina y ácido naftalenacético en la producción in vitro de segmentos nodales de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. .

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 28:193-200.

Viera, R. 2016. Departamento de ciencias de la tierra y la construcción. :103.

Zambrano Bohórquez, J. 2015. RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA CON POLINIZACION ASISTIDA DE INFLORESCENCIAS EN LA HACIENDA MONTECARLOSDEL CANTÓN QUEVEDO . Quevedo, Universidad Técnica de Quevedo . .