

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE REGULADOR DE CRECIMIENTO ÁCIDO
NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE EL PORCENTAJE DE MALOGRO EN
CULTIVOS DE PALMA DE ACEITE HÍBRIDO OXG**

DIGNA TAMARA VALENCIA VASQUEZ

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

SAN ANDRÉS DE TUMACO

OCTUBRE, 2019

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE REGULADOR DE CRECIMIENTO ÁCIDO
NAFTALENACÉTICO (ANA) SOBRE EL PORCENTAJE DE MALOGRO EN
CULTIVOS DE PALMA DE ACEITE HÍBRIDO OXG**

DIGNA TAMARA VALENCIA VASQUEZ

Trabajo de Grado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera agroforestal

Modalidad: Pasantía Empresarial

PRESIDENTE

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA, PhD.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

SAN ANDRÉS DE TUMACO

OCTUBRE, 2019

Dedicatoria

En mi primer lugar, dedico este logro al Dios de los cielos, por haberme dado la vida, salud, fortaleza, resistencia, tolerancia, paciencia, en este trayecto y todos los que he enfrentado en mi vida. Por su infinito amor incondicional.

En segundo lugar, a mi familia, especialmente mi madre, hermana, tíos, abuelos que me han apoyado en cada una de mis decisiones.

A mi madre, que fue, ha sido y será el motor de mi vida para seguir avanzando en esta etapa de la vida. Por su amor y paciencia incondicional.

A mis docentes de la Universidad de Nariño, por haber impartido en mí una excelente persona y profesional, gracias por haberme brindado parte de sus conocimientos.

A la Universidad de Nariño, por haberme brindado la oportunidad de tener estudios superiores y cumplir parte de mis sueños.

Por último, a todas las personas que han aportado su granito de arena para que sea una excelente persona, con valores, principios. Por creer en mis capacidades y por darme el empuje que necesité para no darme por vencida.

Agradecimientos

En primera instancia, agradezco al rey de reyes por ser tan maravilloso conmigo y cumplir cada una de mis peticiones.

A mi familia, especialmente a mis padres Marisol Vásquez Valencia y Osman Félix Valencia que me han impulsado a ser y hacer las cosas correctas, a mi hermana Leidy Anny Valencia por su apoyo, a mis tíos y a mis abuelos por su apoyo constante.

A mis distinguidos docentes que, con nobleza y entusiasmo, vertieron todo su apostolado en mi alma.

A mi asesor Jorge Fernando Navia, por su disposición y apoyo constante en ayudarme a realizar las cosas bien.

A la Corporación para el Desarrollo Agroempresarial de Tumaco – Cordeagropaz, en especial al gerente, Ing. Bismarck Preciado Saya y a los ingenieros Jorge Eliecer Valencia y Yenny Alejandra Niño por brindarme la oportunidad y el apoyo en el desarrollo de la pasantía y a todo el cuerpo administrativo que me brindó su colaboración.

A mis colegas y amigos que me brindaron su apoyo, en especial Karen Janelath Zea y Jinee Quiñones que siempre me indujeron a ser mejor cada día, a superarme y creer en mis capacidades.

¡Gracias a todos! Los llevo en mi corazón.

Tabla de contenido

1. Introducción	7
2. Estado actual del problema	9
3. Justificación	10
4. Objetivos	11
4.1. Objetivo del proyecto	11
4.2. Objetivos específicos	11
5. Marco teórico	12
5.1. Malogro	14
5.1.1. Definición	14
5.1.2. ¿Qué es malogro?	15
5.1.3. Ácido naftalenacético	15
5.1.4. Estudios preliminares	16
5.1.5. Aplicaciones de ANA en palma de aceite híbrido (OxG)	16
5.1.6. Descripción del producto	17
5.1.7. Composición	17
5.1.8. Propiedades del producto	17
5.1.9. Recomendaciones de uso	18
5.2. Estimativo de producción	18
6. Metodología	19
6.1. Localización	19
6.2. Trabajo de campo	19
6.2.1. Fase 1. Selección de la población objetivo	19

6.2.2. Fase 2. Levantamiento de estimativo de producción	20
6.2.3. Fase 3. Aplicación de regulador de crecimiento.....	21
6.3. Análisis de datos	21
6.4. Variables evaluadas	23
7. Resultados.....	23
8. Conclusiones.....	31
9. Recomendaciones	32
10. Referencias bibliográficas.....	33

1. Introducción

El cultivo de palma de aceite se introdujo en Colombia a comienzos del siglo XX, pero comercialmente se inició en la década de los años 50 constituyéndose como uno de los cultivos más importantes en el país y el mundo. Se ubica principalmente en zonas tropicales húmedas, en alrededor de 124 municipios del país. Esta palma produce racimos de fruto durante los 25 o 30 años de vida útil, de los cuales, a través de un proceso industrial, se obtiene el aceite de palma y sus derivados, que se emplean como insumo en la elaboración de productos comestibles, industriales, cosméticos, de consumo animal y biocombustibles (Fedepalma, 2014).

A principios de la década de los noventa, la enfermedad conocida como pudrición de cogollo (PC), causada por *Phytophthora palmivora* Butl., afectó la producción de miles de hectáreas en la zona oriental (Llanos Orientales). Y a partir de 2005 comenzó a afectar de manera letal las plantaciones ubicadas en Tumaco (Zona Suroccidental) y algunos municipios de la zona central, arrasando con 36.934 has y afectando a más de 73.200 personas que dependían de esta agroindustria (Corredor, Martínez y Silva, 2008).

Actualmente, en las Zonas Central y Norte se encuentran sembrados los materiales *Elaeis guineensis* Jacq., a diferencia de las Zonas Oriental y Suroccidental que se encuentran renovados con materiales híbridos OxG (producto del cruce entre palma africana (*Elaeis guineensis*) y palma americana (*Elaeis oleífera* Kunth)), los cuales poseen algunos atributos deseables como la producción de aceite más rico en ácidos grasos insaturados, el crecimiento longitudinal lento y su aparente tolerancia a enfermedades como la pc. (Forero Hormaza, Moreno y Ruiz, 2017, p. 21).

No obstante, la tasa de extracción de aceite del híbrido bajo condiciones de polinización natural, es muy inferior a la de *E. guineensis* y ello se debe a la baja eficacia de polinización que presenta el híbrido (Sánchez, Steve, Ruiz y Romero, 2013, p. 15). Por lo cual se realiza la

polinización asistida, esta práctica consiste en aplicar polen de manera manual a inflorescencias femeninas en el momento oportuno o en antesis, ocasionando altos costos de producción principalmente debido a la mano de obra, utilizada para realizar esta labor, ocupando el tercer lugar en los costos de producción del cultivo con un 17%, siendo precedido por los costos de cosecha y transporte que se ubica en primer lugar y la fertilización en segundo (Fedepalma 2016).

Sin embargo, pese a la realización de la polinización asistida en el híbrido interespecífico, en el municipio de Tumaco se ha evidenciado una problemática predominante en distintas fincas, el malogro, que es el segundo factor determinante en el número de racimos (Ruiz, Motta y Romero, 2013). Este malogro genera una disminución importante en la producción que repercute en pérdidas económicas para el productor.

En el marco del proyecto RSPO que busca la certificación para la producción de racimos de fruta fresca (RFF) en las fincas de pequeños productores de palma de aceite del municipio de Tumaco (Nariño), se plantean estrategias para promover su sostenibilidad técnica, social, económica y ambiental.

En pro de lograr la sostenibilidad económica del productor, a través de la implementación de buenas prácticas y adopción de nuevas tecnologías, se está incursionando en la aplicación del regulador de crecimiento Acido Naftalenacético (ANA) recomendado por Cenipalma. Por lo cual la Corporación Para el Desarrollo Agroempresarial de Tumaco – Cordeagropaz realizó el seguimiento a la implementación de la aplicación de Ácido Naftalenacético (ANA) en fincas pilotos o demostrativas en las cuales se viene realizando acompañamiento técnico continuo por parte de Cordeagropaz y Cenipalma para evaluar en las mismas el efecto de la aplicación en el porcentaje de malogro en palma de aceite híbrido OxG.

2. Estado actual del problema

La palmicultura en Tumaco constituye el principal renglón agrícola y es un negocio para aquellos que viven de esta agroindustria, pero actualmente, se presenta una disminución de los cultivos ocasionada por el alto índice de malogro en las plantaciones de palma de aceite híbrido alto oleico OxG. Dicho problema puede ocurrir por diversas causas como, son la baja calidad de la polinización asistida, es decir si las inflorescencias no son polinizadas cuando las flores están receptivas, o si la aplicación del polen no se hace cubriendo la mayor parte posible de la inflorescencia, el resultado es la pérdida de racimos por abortión, malogros y pudriciones. (Cenipalma 2018).

Según hipótesis fundamentadas por Cenipalma y que son aun estudio de investigación el malogro también puede ocurrir por problemas fitosanitarios en las palmas, baja nutrición, problemas genéticos o por condiciones edafoclimáticas, donde, flores normales no coronan como racimos debido a factores fisiológicos o patológicos, es decir, que una flor después de haber estado en anthesis y haber sido polinizada, puede, después de 5 o 6 meses, no ser cosechada, factor que es repetitivo en varios cultivos. Además, de la dificultad de llegar a la flor justo en estado de anthesis, que es donde esta debe ser polinizada, labor que se torna difícil por la fluctuación de personal o mano de obra, generando pérdidas de racimos por malogro.

3. Justificación

La presente investigación se enfocó en evaluar el efecto de la aplicación del regulador de crecimiento - Ácido naftalenacético en cultivares de palma de aceite alto oleico (OxG) en fincas piloto de productores de pequeña escala del municipio de Tumaco; a causa del alto número de racimos abortados y/o malogrados evidenciados en las visitas de acompañamiento técnico realizado, lo cual reduce el número de racimos buenos por palma a cosechar y por ende la producción.

Por lo anterior, se propuso experimentar la inducción artificial de la partenocarpia con la aplicación o utilización de regulador de crecimiento ANA como alternativa a la polinización asistida en el híbrido interespecífico OxG, esperando con esto disminuir el malogro y lograr mejorar las condiciones de vida de los productores de palma de aceite del municipio de Tumaco, puesto que la reducción del malogro significaría aumentar su producción y por ende los ingresos de los palmicultores.

Por consiguiente, surge la necesidad de hacer el seguimiento a esta actividad por un tiempo estimado de seis (6) meses que es el tiempo que hay desde la floración, hasta la maduración de un racimo y la cosecha, para conocer el efecto de la aplicación de ANA sobre el porcentaje de malogro en cultivos de palma de aceite híbrido OxG; utilizando como herramienta para cuantificar este porcentaje el estimativo de producción. Cabe resaltar que la aplicación de ANA fue evaluada en años anteriores por Cenipalma obteniendo resultados favorables en la disminución del malogro por cuanto se ha recomendado su utilización.

4. Objetivos

4.1 Objetivo del proyecto

Evaluar el efecto de la aplicación de Ácido Naftalenacético (ANA), sobre el porcentaje de malogro y el comportamiento de producción en cultivos de palma de aceite híbrido OxG en fincas de productores de pequeña escala, en Tumaco (Nariño).

4.3 Objetivos Específicos

- Conocer el estado actual del malogro, en las fincas antes de la aplicación Ácido Naftalenacético (ANA).
- Conocer el impacto en el malogro y la producción después de aplicar Ácido Naftalenacético (ANA) en las fincas piloto.
- Realizar un análisis sobre el impacto en el malogro y la producción después de aplicar Ácido Naftalenacético (ANA) en las fincas piloto.

5. Marco teórico

La palma de aceite es una monocotiledónea del género *Elaeis*. Pertenece a la categoría de cultivos permanentes, es decir, que de la misma planta se puede obtener más de una cosecha de fruto. Los cultivos permanentes se caracterizan porque requieren inversiones de dinero muy importantes desde el comienzo y tardan un tiempo apreciable en empezar a producir. Una vez establecido el cultivo, pasa por un periodo de desarrollo vegetativo antes de iniciar el ciclo productivo. La palma de aceite es una planta que una vez sembrada tarda por lo menos dos años en comenzar a producir. Posteriormente, pasa por un periodo de aproximadamente cuatro o cinco años en los cuales el fruto producido va incrementando y de la misma manera lo hace el ingreso que se obtiene de la plantación. Una vez la palma alcanza su madurez, la producción de fruto tiende a estabilizarse; esto ocurre hacia el séptimo u octavo año. Puede producir por más de cuarenta años; sin embargo, desde el punto de vista del manejo comercial, una vez la altura de la palma dificulta la cosecha de los frutos (superior a 15 metros), es necesario pensar en la renovación del cultivo. En general, la duración del cultivo como negocio oscila entre 25 y 30 años (Mosquera *et al.*, 2014).

Es una de las plantas oleaginosas más productivas, alcanzando un promedio de 4.4 toneladas anuales por hectárea. El aceite de palma es la fuente principal de aceite vegetal a nivel mundial, con más de 45 millones de toneladas producidas en 2009 (Fedepalma, 2010). El género *Elaeis* abarca dos especies: *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera*. La *E. guineensis* tiene su origen en la región tropical de África Occidental. El cruce entre Dura x Pisífera conocido como Ténera es la variedad más cultivada en todo el mundo. (Mosquera *et al.*, 2014).

La especie oleífera nativa de Centroamérica y el norte de Suramérica se conoce por su aceite con mayor contenido de ácido oleico que la variedad Ténera y ha mostrado resistencia parcial a

algunas enfermedades que afectan a las *E. guineensis* (Rey et al., 2007). El fruto está conformado por tres partes: el exocarpio o cáscara; el mesocarpio que contiene el aceite crudo de palma, utilizado para consumo humano y como materia prima para muchos procesos industriales; y el endocarpio o cuesco que cubre el endospermo o almendra del cual se obtiene el aceite de palmiste. Este aceite tiene diversos usos en la industria. La formación del aceite en el fruto (mesocarpio) y el conocimiento sobre su composición durante el desarrollo del fruto ha sido objeto de interés dentro del campo de la investigación en fisiología y mejoramiento de variedades en la industria de la palma de aceite. (Rey et al., 2007).

Tabla 1. Ficha técnica palma de aceite híbrido (OxG). (Fuente: Cordeagropaz, 2018)

Ficha técnica palma de aceite	Racimos de frutas fresca de palma africana (RFF)	
Aliados comerciales	Extractora palmas de Tumaco	
Producto	Racimos de Fruta Fresca de Palma Africana de Aceite	
Calidad	Calidad 1	
Unidad de venta	Toneladas	
Variedad	Híbrida Alto Oleico O x G	
Grado de maduración ¹	Racimos en plena madurez	
	Racimo Verde	0 frutos sueltos
	Racimo semi maduro (pintón)	1 – 10 frutos sueltos

¹ Estos criterios de maduración son variables, para el caso del material O x G, tienen que ajustarse a la naturaleza del cultivo y las características del aceite producido; las detalladas corresponden a los estándares de madurez de las Plantas de Beneficio – Extractoras – en el municipio de Tumaco, para el material guineensis o africano

	Racimo maduro	> 10 frutos sueltos y < 50% frutos desprendidos
	Racimo demasiado maduro	> 50% de frutos desprendidos
	Racimo vacío	> 90% frutos desprendidos

- Características Generales
- El racimo maduro tiene una forma ovoide, más o menos erizada por las espigas que son las partes terminales de las espigas
- Racimo de Fruto
- Oleaginoso²
- El tamaño y peso de los racimos aumenta con la edad de la Palma
 - El peso inicial de los racimos en Palmas jóvenes es bajo (2,5 – 3 Kg), en Palmas adultas maneja un promedio entre 10 a 22 kg
 - El tamaño aproximado del racimo en Palmas adultas es de 50 cm de largo y 35 cm de ancho.

5.1. Malogro

5.1.1. Definición.

Sparnaaij, (como se citó en Cenipalma, 2018), afirma son racimos que no alcanzan a desarrollarse desde antesis a cosecha.

² El fruto de la Palma de aceite es altamente perecedero y después de ser cosechado se requiere la extracción del aceite antes de 12 horas

5.1.2. ¿Qué es malogro?

Es una anomalía en la formación del racimo, que se presenta por un secamiento de los frutos tanto del ápice hacia la base, como de la base hacia el ápice e impide que el racimo alcance su madurez de cosecha (Cenipalma 2018).

El disturbio de malogro de racimo toma fuerza entre las plantaciones de la zona suroccidental por las pérdidas de racimos en el año 2016 (Cenipalma 2018). Las plantaciones en la zona utilizaban diferentes metodologías para medir malogro entre ellas el censo o estimativo de producción, conteo palma a palma o censo de malogro.

5.2. Ácido Naftalenacético

Ácido Naftalenacético (ANA) es un regulador de tipo auxina, que, en función de la dosis empleada y momento de aplicación, actúa sobre la abscisión, división celular, de forma que tanto puede provocar la caída de frutos (aclarado) o evitarla, como inducir la formación de raíces en la zona tratada de esquejes y estaquillas diversas o la floración. Controla los rebrotes después de la poda. (Torres et al., 2018).

Campo de actividad: Se utiliza para impedir el crecimiento de los brotes y para controlar la caída de frutos en manzano y peral y para producir el aclarado en manzano. También se ha usado para favorecer el enraizamiento de esquejes de muy diversas plantas como alcachofa, begonia, cerezo, clavel, crisantemo, forsythia, gardenia, geranio, hortensia, lila, manzano, melocotonero, entre otros. Para evitar la floración prematura y la caída de frutos en algodón, berenjena, cítricos, guayaba, mango, sandía y soja; para el aclarado en cítricos y olivo; para inducir la floración en piña tropical y para impedir el deterioro de las hojas de lechuga en crecimiento. (Torres et al., 2018).

Se puede inducir partenocarpia mediante la aplicación de hormonas como Auxinas (Talón, Mesejo, Azcón y Bieto, 2008). Para el caso de la palma aceitera híbrido OxG el ácido naftalenacético según estudios realizados por el grupo de Biología y Mejoramiento Genético de Cenipalma es capaz de inducir la formación de frutos partenocárpicos a partir de inflorescencias que no han tenido polinización asistida.

5.2.1. Estudios preliminares.

Mayo del 2012 el Profesor Gerardo Cayon promueve un ensayo en la plantación Las Brisas ubicada en la zona Centro de Colombia para inducir la Partenocarpia en los frutos de los racimos del híbrido O x G. Evaluando Auxinas ANA (Hormonagro) 150 y 300 ppm, Giberelinas (Acigib 10%) 50 y 150 ppm (Cenipalma, 2016).

Durante el 2018 se adelantaron trabajos para determinar el efecto del regulador de crecimiento ANA, sobre diferentes cultivares híbridos interespecíficos OxG. La tecnología denominada polinización artificial había sido probada en híbridos OxG Coari x La Mé. En el 2018, se comprobó que otros híbridos responden positivamente al tratamiento con ANA. En todos los casos, el uso de ANA ha incrementado el número de racimos formados, ha disminuido el “malogro” de racimos y ha inducido incrementos sustanciales en el aceite a racimo (Fedepalma, 2018).

5.2.2. Aplicaciones de ANA en palma de aceite híbrido (OxG).

Según recomendación de Cenipalma, se debe aplicar a una misma inflorescencia 3 aplicaciones:

Aplicación 1. Manda un estímulo para que se inicie el proceso de crecimiento y formación del mesocarpio.

Aplicación 2. Para que el fruto incremente el crecimiento del mesocarpio.

Aplicación 3. Estimular la síntesis de aceite.

5.2.3. Descripción del producto.

- 1.1 Nombre comercial: HORMONAGRO
- 1.2 Registro de venta: -Colombia (ICA) 0370
- 1.3 Clase de producto: Regulador Fisiológico
- 1.4 tipo de formulación: Polvo para espolvoreo
- 1.5 Categoría Toxicológica: IV – Ligeramente toxico

5.1.4. Composición

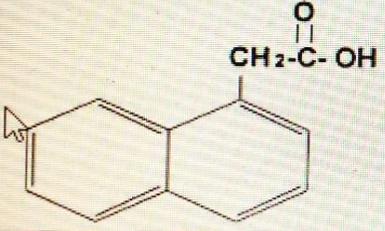
INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN (%)
<p>Acido Alfa Naftalenacético (A.N.A.)</p> 	0.4
INGREDIENTES ADITIVOS E INERTES	99.6

Figura 1. Composición de HORMONAGRO (Fuente: Anónimo, 2018)

5.2.5. Propiedades del producto.

- a. Aspecto: Polvo blanco a ligeramente amarillo o gris
- b. Estabilidad a la luz: Inestable
- c. Densidad: No aplica
- d. Corrosividad: No aplica
- e. pH en solución al 10%: No aplica

5.2.6 Recomendaciones de uso.

Se deben utilizar los elementos de protección adecuados como guantes, tapabocas y demás, al hacer uso del producto para evitar cualquier tipo de complicación.

5.3 Estimativo de producción

El objetivo del estimativo de producción semestral de racimos de fruta fresca (RFF) es conocer el potencial de producción del cultivo y cuantificar las estructuras que no dan lugar a racimos, así resulta más sencillo identificar las causas que limitan la producción de racimos, y el estimativo se constituye en una valiosa herramienta de decisión agronómica que permite tomar medidas oportunas para favorecer la expresión del potencial productivo del cultivo (Ruiz, Motta & Romero, 2013, p. 13).

Este método involucra el conteo, en una muestra de palmas, del número de racimos formados, cuya representatividad está dada por un intervalo de tiempo de cinco meses, desde la antesis hasta la madurez, y que estima los racimos que se cosecharan en los siguientes cinco meses, Corley y Grey (citado por Ruiz, Motta & Romero, 2013). Una muestra del 5 por ciento se considera representativa por el hecho de obtener cálculos muy cercanos a los reales. (Ochs y Quencez, 1982) (citado por Ruiz, Motta & Romero. 2013, p. 25).

Para realizar los estimativos de producción previo al muestreo se debe hacer la identificación en campo de las palmas para estimar producción, teniendo en cuenta su sanidad y ubicación, las palmas seleccionadas no deben quedar cerca de canales o sitios atípicos del lote a evaluar. (Ruiz, Motta & Romero, 2013).

6. Metodología

6.1 Localización

Tumaco, es un municipio de la región pacífica colombiana, ubicada al suroccidente del departamento de Nariño. Esta localizada a 1° 48' 24'' de latitud norte y 78° 45' 53'' longitud. Tiene una extensión de 360.172 hectáreas, con elevaciones que varían entre los 0 y los 550 msnm, con una temperatura media de 26.2°C, con una precipitación que va desde los 3.500 a los 4.500 mm anuales, una temperatura promedio de 26 °C, la humedad relativa promedio es del 87%, los vientos presentan una velocidad media de 1,7 metros segundo-1 con dirección dominante occidente-oriente (IGAC, 2004). La zona de vida corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 1978).

6.2 Trabajo de campo

La metodología se desarrolló en las siguientes fases

6.2.1 Fase 1. Selección de la población objetivo.

Se realizó con base al acompañamiento técnico que se viene realizando con estos productores desde el año 2016, a través de distintos proyectos dirigidos por Cordeagropaz y que han venido siendo apoyados también por Cenipalma. A través del acompañamiento realizado, ellos vienen implementando y/o adoptando las tecnologías recomendados por las entidades anteriormente mencionadas, presentando un mayor avance en el ámbito sostenible tanto en buenas prácticas ambientales, sociales y económicas.

Se seleccionaron 5 productores dueños de las fincas piloto, ubicados en las veredas Pambilar, Tangareal río Caunapi, la brava y el Carmen kilómetro 36.

6.2.2 Fase 2. Levantamiento de estimativo de producción.

Se realizaron dos levantamientos de estimados de producción en los semestres I (Inicial) y II (final) de 2019. Que consistieron en realizar el conteo de estructuras (racimos buenos, malogrados, no cosechados, inflorescencias femeninas, masculinas y andróginas) en una muestra de palmas tomando alrededor de seis por hectárea. El muestreo se realizó cada cuatro palmas saltando cuatro líneas, dejando por fuera solo las líneas de los extremos por el efecto borde. No se tomaron palmas enfermas, ni palmas de resiembra.

Los pasos que se desarrollaron en la recopilación de los datos fueron los siguientes:

- Se convocó a los productores para realizar la recolección de datos en campo.
- Se estableció diálogo con los productores donde se explicó la importancia de la realización del estimativo de producción, que les ayudaría a hacer una determinación aproximada de la producción de la finca hasta con cuatro o seis meses de anticipación, a medir y comparar la producción de lotes de una misma edad o material y así poder encontrar diferencias en productividad, siendo una herramienta necesaria para la elaboración de presupuesto, de ingresos y egresos en la actividad de la palma de aceite para hacer los flujos de caja e inversiones y programación de obligaciones financieras, entre otras cosas. Además, se explicaron los beneficios de iniciar la aplicación de ANA en sus fincas.
- Para la recolección en campo de los datos del estimativo de producción se utilizó la aplicación cyberTracker que es un software para la colecta de datos georeferenciados a través de dispositivos digitales, que permite la personalización de los formularios, además los usuarios no requieren habilidades en programación para el diseño de los formularios de captura y puede ser instalado en cualquier dispositivo con sistema Android; con esta aplicación Cordeagropaz creo un formulario en censo de producción para la recolección de

los datos en las fincas piloto, en el que se incluyeron criterios como: bueno polinizado, bueno sin polinizar, malogro polinizado, malogro sin polinizar, sin cosechar, inflorescencia femeninas, inflorescencias masculinas y andrógina.

- Se realizó el cálculo del número de palmas a muestrear por lote, donde el porcentaje de palmas sobre el cual se realizó el estimativo fue de 5%, considerándose representativo por el hecho de obtener datos muy cercanos a los reales, de acuerdo a la guía metodológica de Cenipalma “estimativos de producción para determinar el potencial productivo de fruta fresca” (2013).
- Los criterios tenidos en cuenta durante el estimativo de producción, para considerar si una estructura fue o no polinizada; fueron apertura de brácteas y marcación de hojas.

6.2.3 Fase 3. Aplicación de regulador de crecimiento.

Los productores seleccionados realizaron la aplicación de ANA Según las recomendaciones realizadas por Cenipalma; en pos antesis, haciendo tres aplicaciones por inflorescencia en intervalos de ocho días, la dosis utilizada por aplicación fue de 4 g/flor, realizando apertura de brácteas e inserción del tubo en seis puntos de la flor (en la base, parte trasera, arriba y en el frente) lo que permitió una mejor conformación del racimo.

6.3. Análisis de datos

Los datos levantados en campo fueron descargados y analizados utilizando hojas de cálculo y herramientas de Microsoft Excel.

Para la realización de los cálculos del estimativo se tuvieron en cuenta las siguientes formulas establecidas en la guía metodológica de Cenipalma.

Número de palmas del lote (PL): es el número total de palmas existentes en cada lote o hectárea. Cabe resaltar que una hectárea donde las palmas están sembradas a una distancia de 10x10 en tres bolillo nos da una densidad de siembra de 115 palmas por hectárea.

Numero de palmas de la muestra (PM): valor obtenido del 5% de las palmas del lote.

$$PM = PL * 5\%$$

Aborto de la muestra (ABPM): suma del número de aborto registrados en cada una de las palmas de la muestra.

Racimos de la muestra (RM): suma del número de racimos registrados en cada una de las palmas de la muestra.

Inflorescencias femeninas de la muestra (IFM): suma del número de inflorescencias femeninas registradas en cada una de las palmas de la muestra.

Racimos totales de la muestra (RMT): suma del número de racimos con las inflorescencias femeninas de la muestra.

$$RMT = RM + IFM$$

Inflorescencias masculinas de la muestra (IMM): suma del número de inflorescencias masculinas registradas en cada una de las palmas de la muestra.

Racimos por lote (RTL): se multiplica el número de palmas del lote por el número de racimos de la muestra y se divide por el número de palmas de la muestra.

$$RTL = (RMT * PL) / PM$$

Peso promedio por racimo (WPR): se toma la información del peso promedio de **racimos**.

Estimativo de producción

Producción total estimada (PTE): se multiplica el número de racimos del lote por el peso promedio de racimos.

$$\text{PTE} = (\text{RTL} * \text{WPR})$$

Producción estimada por hectárea (PEha): se divide la producción total estimada por lote entre el número de hectáreas del lote.

$$\text{PEha} = (\text{PTE} / \text{ha})$$

Porcentaje malogro de la muestra (PAM): se divide el total de racimos malogrados de la muestra por la suma de racimos buenos de la muestra y el total de racimos malogrados.

$$\text{PAM} = \text{ABPM} / (\text{RM} + \text{ABPM})$$

$$\text{Racimos buenos por palma} = \frac{\text{Total de racimos buenos de la muestra}}{\text{Total, de palmas de la muestra}}$$

$$\text{Total, estructuras productivas lote} = \text{N}^\circ \text{ p/lote} \times \frac{\text{estructuras productivas muestra}}{\text{N}^\circ \text{ palmas muestra}}$$

Producción estimada semestre (Ton RFF) = Total estructuras productivas lote x peso promedio racimo.

6.4. Variables evaluadas

- Porcentaje de malogro
- Número de racimos buenos por palma

7. Resultados

A partir de las fórmulas anteriormente mencionadas se obtuvieron los resultados de los estimados de producción de I Y II SEMESTRE de las fincas seleccionadas para la aplicación de ANA. La información obtenida se encuentra resumida en la siguiente tabla.

La tabla 2. Muestra el total de racimos buenos obtenidos de la población de palmas muestreadas, que fue del 5% por hectárea de cada finca evaluada, también nos enseña el total de racimos malogrados en las mismas palmas, dato a partir del cual se obtuvo el porcentaje de malogro evidenciado en cada finca, en I y II semestres de 2019.

En la tabla, se muestra una disminución considerable del porcentaje de malogro en el segundo semestre después de la aplicación de ANA pasando de porcentaje máximo de 38,36% presentado en primer semestre a un porcentaje máximo de 8,33 % para el segundo semestre y de un porcentaje mínimo inicial de 13,67% a 2,01%.

Respecto al comportamiento de producción se observa también aumento en las toneladas por hectárea mes pasando de producciones entre 1,0 y 2,5 a producciones entre 1,5 y 2,7 toneladas, según los cálculos realizados. Que apoya la teoría de que la baja productividad de los cultivos de la Zona Suroccidental está asociada al disturbio conocido como “malogro de racimos” lo que ha derivado en un retraso generalizado de la producción de racimos (Mosquera et al, 2015). El estimativo de producción, muestra también el potencial semestral productivo del cultivo alcanzando las 96,0 toneladas como mayor producción obtenida en la finca la cabaña, dando un panorama alentador para los pequeños palmicultores quienes verán reflejados sus esfuerzos en su producción al reducir el malogro en sus fincas.

En el semestre dos, también se observa una disminución en las inflorescencias masculinas otro factor que influye en la producción (relación de sexo); Bernal (1993) afirma que “esta relación se refiere a la proporción de inflorescencias masculinas sobre el total de inflorescencias que tenga la palma, y determina el potencial de racimos que se pueden producir a corto plazo”.

Corley (como se citó en Bernal 1993) refiere que la producción predominante de flores masculinas puede deberse a una época seca que ocurrió aproximadamente 20 meses antes. Puesto que es el tiempo que transcurre desde la diferenciación sexual hasta la aparición de la hoja. La nutrición de la palma afecta la relación sexual y que un bajo estado nutricional favorece la producción de flores masculinas unos 30 meses después.

En síntesis, las condiciones climáticas, especialmente durante el tiempo de la diferenciación sexual, cuando las flores “deciden” por alguna circunstancia ser masculinas o femeninas, tienen una gran importancia en la producción. (Bernal,1993).

En la tabla 2 se exponen también los pesos promedios de racimos de las fincas evaluadas en primer y segundo semestre, revelando que no presentan gran variación teniendo en cuenta que el fruto del segundo semestre al que se le realizó la inducción artificial de la partenocarpia a través de la aplicación de ANA no presenta semilla, razón que podría influir de alguna manera en el peso del mismo.

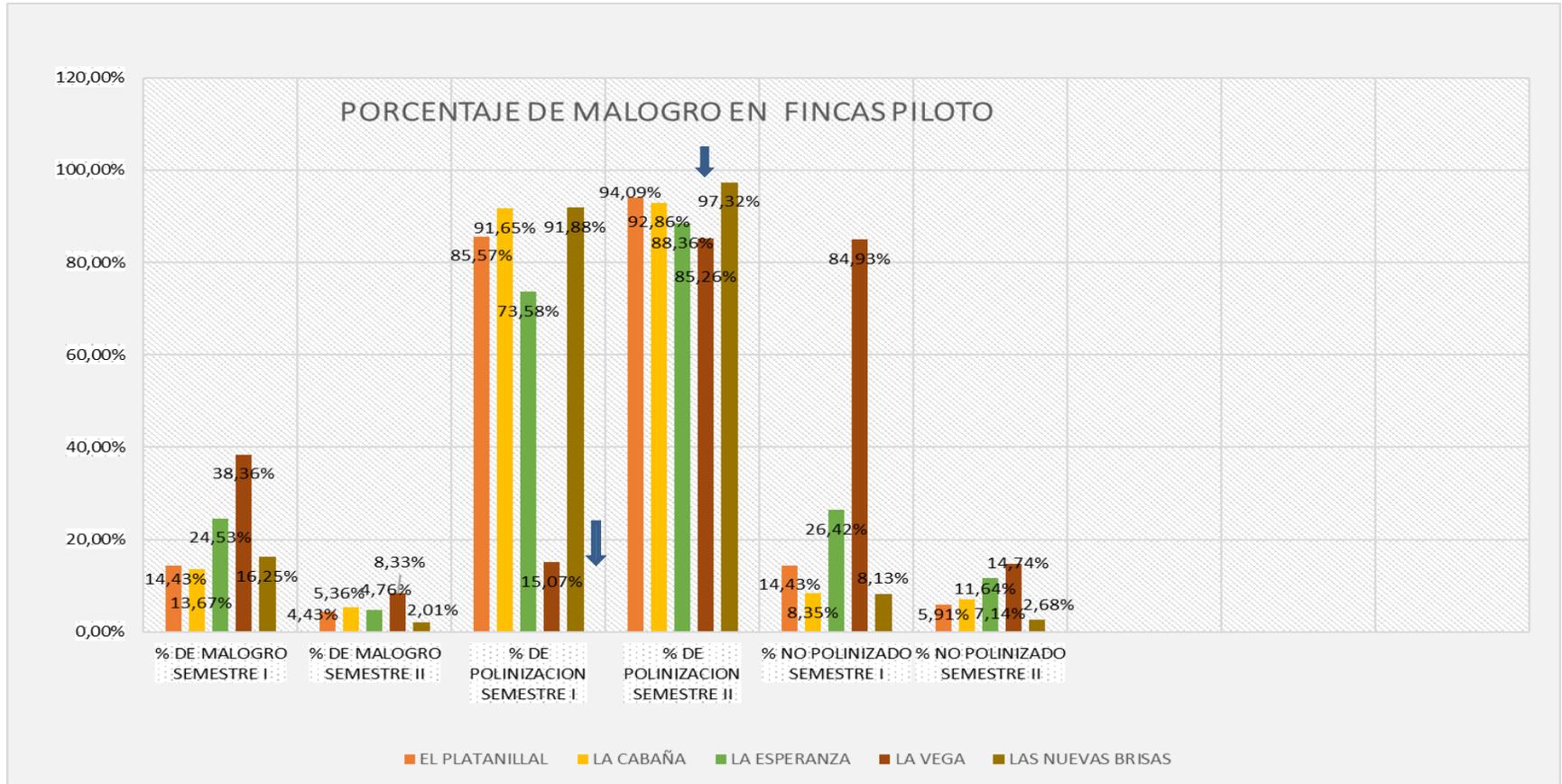


Figura 2. Porcentaje de malogro en fincas piloto I y II semestre (Fuente: Elaboración propia)

La figura 2. Muestra los porcentajes de malogro de primer y segundo semestre, revelando una disminución importante del malogro en el semestre II con valores inferiores al 10%, lo que da muestra del efecto positivo de ANA en la disminución del malogro, apoyado también en la mejora de la labor de polinización o aplicación del producto, pasando de un 15,07% en eficiencia mínima a un 85,26 % y una eficiencia máxima de 97,32%, lo que denota el compromiso y buen trabajo realizado por los productores dueños de las fincas tipo. Además, la buena aplicación del producto, determina en gran medida su efecto, puesto que una deficiente aplicación puede derivar en pudriciones o conllevar a pérdidas de hasta 3 Kg por racimo (Cenipalma, 2018).

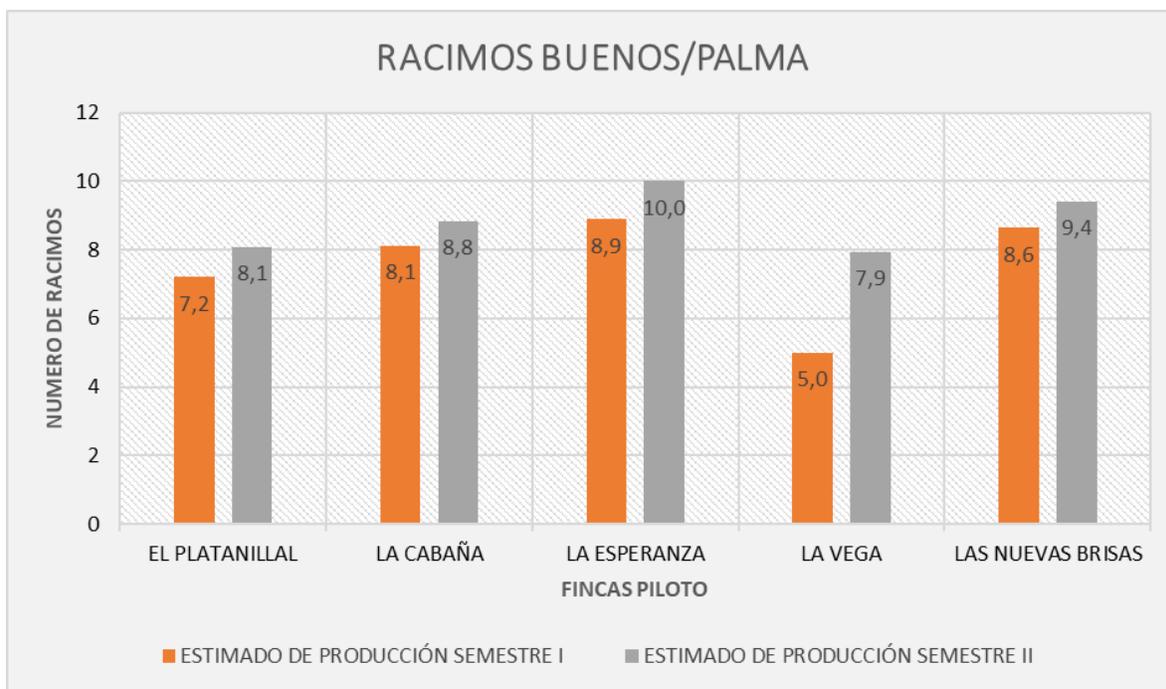


Figura 3. Racimos buenos/palma I y II semestre (Fuente: Elaboración propia)

Otra de las variables tenidas en cuenta para comprobar la eficiencia de la aplicación del Ácido Naftalenacético es el número de racimos buenos por palma. En la figura 3. se puede

observar que hubo un incremento en el número de racimos buenos/palma en el semestre II, en todas las fincas evaluadas, lo que da muestra del efecto positivo de ANA en la disminución del malogro y aumento de estructuras productivas en las fincas.

En la finca La Vega que en el semestre uno era la de menor número de racimos buenos se puede observar ya para el semestre II, un aumento significativo en el número de racimos buenos por palma, pasando de 5 a 8 racimos según los datos obtenidos en los estimativos realizados.

Tabla 3. Costos del insumo (Fuente: Cordeagropaz, 2019)

HORMONAGRO (polvo – Insumo)	
Descripción	
presentación 15 kg (precio)	\$ 220.000
precio de 1 kg	\$ 14.667
dosis por flor (g)	4
flores por palma (unidad)	1,6
palmas por has (unidad)	115
flores por has mes (unidad)	184
aplicaciones por flor (aplicación)	3
producto por has mes en 3 aplicaciones(kg)	2,21
costos de 3 aplicaciones por has mes	\$ 32.384

Según investigaciones realizadas por el ingeniero Agrónomo Jorge Valencia, coordinador del área agronómica de la Corporación para el desarrollo Agroempresarial de

Tumaco -Cordeagropaz, el índice de floración se encuentra en 1,6 flores por palma, dato que al ser multiplicado por el número de palmas que hay en una hectárea (115) da como resultado el total de flores mensual por ha (184).

La dosis adecuada de ANA por flor son 4 g por aplicación para un total de 12 g en las tres aplicaciones, este dato se multiplica por el número de flores mensual obteniendo un resultado de 2,21 Kg de producto utilizado al mes en una hectárea. El ANA manejado en la zona se conoce con el nombre comercial de HORMONAGRO 1 y se distribuye en una presentación de 15 Kg a un costo de \$220.000, entendiéndose que la aplicación de 1 Kg de HORMONAGRO saldría por valor de \$14.667, entonces el costo de polinizar una hectárea en la que se necesitan 2,21 Kg/mes con este producto sería de \$32.384 mensuales.

8. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en los estimados de producción y al seguimiento realizado, se observó que haciendo una aplicación adecuada con el fitoregulador ANA (Ácido Naftalenacético), se produjo una disminución importante en el malogro en las fincas evaluadas alcanzando porcentajes mínimos de pudrición de 2,01%.
- La aplicación de Ácido Naftalenacético es una alternativa para aumentar la cantidad de frutos partenocárpicos en los híbridos y permite disminuir el número de racimos malogrados en los cultivares evaluados, con su aplicación.
- A pesar de los innegables resultados positivos de la aplicación de ANA en la disminución del malogro, gran parte de su efecto, está asociado a la labor de aplicación que realice cada productor en su finca, puesto que de esta depende que se obtengan o no los resultados deseados. Por ende, la reducción del malogro de racimo se encuentra asociado a un ajuste en las labores de polinización, mantenimiento y manejo agronómico que el productor realice dentro de su finca.

9. Recomendaciones

- Que los productores realicen siempre la marcación de las hojas al momento de hacer la aplicación de ANA, para llevar un mejor control de la actividad y evitar desperdicios del producto o realizar menos aplicaciones de las recomendadas.
- Hacer la aplicación después de que la flor haya pasado su estado de antesis, pues según Cenipalma es mejor realizar la primera aplicación de ANA cuando la flor ya se ha quemado, puesto que esto garantiza una mejor formación.
- Fomentar en los productores registros de datos, de los costos del producto, de la aplicación y de los datos de producción (Producción mes a mes, costos e ingresos), esto permite medir el costo de su uso y la rentabilidad del mismo.
- Para el caso de Cordeagropaz como grupo gestor, hacer capacitaciones para sensibilizar a los productores de la importancia de realizar una adecuada fertilización, tema de gran importancia a la hora de la aplicación de ANA.
- Instar al productor a hacer uso de los elementos de protección a la hora de manipular el producto (ANA).

10. Referencias bibliográficas

- Bernal, F., (1993) Sistemas y eficiencia de cosecha en Colombia. Recuperado el 28 de agosto de 2019 de <http://publicaciones.fedepalma.org>
- Cenipalma (2017). Protocolo de investigación del regulador de crecimiento. Recuperado el 30 de octubre de 2018 de http://www.cenipalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/27EfectogiberelinasyauxinasenHibrido_opt.pdf
- Cenipalma (2018). Palma sana. Publicación de Cenipalma con el apoyo del fondo de fomento palmero. Recuperado el 10 de septiembre de 2019 de <http://www.palmasana.org>
- Cenipalma (2016). Seminario internacional. “alternativas de siembra con materiales tolerantes a la pudrición de cogollo y su manejo (híbridos interespecificos OxG y/o E. guineensis)”. Recuperado el 23 de agosto 2019 de <http://www.cenipalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/3-Jorge-Zambrano-Evaluación-de-la-aplicación-de-hormonas.pdf>
- Cordeagropaz (2018). Procedimientos operativos estandarizados. Documento no publicado.
- Cordeagropaz (2019). Métodos de polinización y costos de su aplicación. Documento no publicado.
- Corredor, A., Martínez, L., y Silva, C., (2008). Problemática de la Pudrición del cogollo en Tumaco e instrumentos para su manejo y la renovación del cultivo. PALMAS Vol. 29 Edición Especial, pp. 1-6.

- Fedepalma (2014). Recuperado el 28 de octubre de 2018
http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Palma_MAYO_.pdf
- Fedepalma (2016). Desempeño del sector palmero colombiano. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de.
http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/18072016_Desempen%CC%83o_sector_2015_2016.pdf
- Fedepalma (2018). Informe de Gestión Fedepalma 2018. Recuperado el 10 de septiembre de 2019 de <http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Informe-Fedepalma-2018.pdf>
- Forero D, Hormaza P, Moreno L & Ruiz R. (Ed). (2017). Clasificación y morfología de la palma de aceite. En L. Forero D. y Hormaza P. Generalidades sobre la morfología y fenología de palma de aceite (pp. 21) Bogotá D.C., Colombia.
- HOLDRIDGE, L. (1978). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), (pp. 126) San José.
- Mosquera, M., Valderrama, M., Ruíz, E., López, A., Castro, L., Fontanilla, C., González, M., y otros. (2017). Costos de producción para el fruto de palma de aceite y el aceite de palma en 2015: estimación en un grupo de productores colombianos. *Palmas*, 38(2), 11-27, pp 1-20.
- Rey, L., Ruiz, A., González, S., Márquez, L., Martínez, A., (2007). Manual para el registro de costos en plantaciones de palmicultores de pequeña y mediana escala. Agosto, 2014. ISBN: 978-958-8360-47-8. pp 1-78.

- Ruiz, R., Motta, D., Romero, H., (Ed). (2013). Estimativos de producción para determinar el potencial productivo de racimos de fruta fresca (pp. 13-25) Bogotá D.C., Colombia.
- Ruiz, R., Motta, D., Romero, H., (Ed). (2013). Identificación y registro de estructuras productivas de la palma de aceite. En L. Ruiz R, Motta D, Romero H. Estimativos de producción para determinar el potencial productivo de racimos de fruta fresca (pp. 33) Bogotá D.C., Colombia.
- Sánchez A, Steve E, Ruiz R, & Romero H. (Ed). (2013). Polinización asistida en palma de aceite (pp. 15) Bogotá D.C., Colombia.
- Talón, Mesejo, Azcón y Bieto, (2008). Evaluación de la aplicación de Hormonas en la conformación de los racimos en el híbrido O x G. Recuperado el 28 de agosto de 2019 de <http://web.fedepalma.org>
- Torres, A. (2018) Acido naftalenacético y sus usos. Recuperado el 15 de agosto de 2019 de <http://www.escuelasostenibilidad.com>