



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI

Extensión en El Carmen

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**


**Evaluación del efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético
en el potencial de aceite en racimo en híbrido interespecífico O x G (Manaos x
Compacta " Amazon")”.**

AUTOR: Quimis Laborde Bryan Joel

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño, MSc

El Carmen – Manabí – Ecuador

Agosto, 2022

| | | |
|---|---|-----------------------------|
|  | NOMBRE DEL DOCUMENTO: | CÓDIGO: PAT-01-F-010 |
| | CERTIFICADO DE TUTOR(A). | |
| | PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO. | REVISIÓN: 1 |
| | | Página ii de I |

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación bajo la autoría del estudiante Bryan Joel Quimis Laborde, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2020(2) - 2022(2), cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es **“Evaluación del efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido interespecífico OxG (Manaos x Compacta " Amazon”)**”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, agosto del 2022

Lo certifico,

Ing. Jorge Vivas Cedeño, MSc
Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.

Yo, Bryan Joel Quimis Laborde con cédula de ciudadanía 235078611-3 egresado de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en la aplicación de los diferentes instrumentos de investigación, que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: **“Evaluación del efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido interespecífico O x G (Manaos x Compacta " Amazon")”**, son información exclusiva de su autor, apoyado por el criterio de profesionales de diferentes índoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

Bryan Joel Quimis Laborde

AUTOR

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 131 de noviembre de 1985

TITULO

“Evaluación del efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido interespecífico O x G (Manaos x Compacta " Amazon").”

AUTOR: Quimis Laborde Bryan Joel

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño, MSc

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO Ing. Gonzales Dávila Ricardo Paul, Mg

MIEMBRO Ing. Robles García José Orlando, Mg

MIEMBRO Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg

DEDICATORIA.

Oye, hijo mío, la instrucción de tu padre, Y no desprecies la dirección de tu madre
Proverbios 8:1. *Mi corazón hoy se regocija de mucha templanza y felicidad, porque cumplí uno de los sueños más gratos que siempre anhelé y fue haberme convertido en un profesional, gracias a mi padre celestial Dios y mi familia, mi madre, mi abuelo, mi tío y mis queridos hermanos que siempre me inspiraron y me dieron fuerzas para seguir luchando cada día, gracias por tanto amada madre, mi vocera de quien siempre viviré agradecido de ser tu hijo porque nunca te rindes ante cada adversidad. **Los hijos son un regalo del Señor, el fruto del vientre es una recompensa. Salmos 127:3.** Te amo mucho madre y este logro es el claro ejemplo de haber seguido tus buenos consejos, hoy son la recompensa de honrarte y hacer muy feliz tu corazón gracias por todo Vocera.*

AGRADECIMIENTOS

Hoy agradezco infinitamente a Dios que tocó mi corazón con su majestuoso amor, a él le doy las gracias por concederme fuerzas, salud, sabiduría e inteligencias, Todo lo puedo en Cristo que me fortalece. (Filipenses 4:13)

Gracias, mi Cristo Jesús por la misericordia de conceder vida a mi existencia, porque tu plenitud y tu verdadero amor fueron los que me acompañaron a lo largo de mis cinco años de formación estudiantil, porque él tenía un propósito muy grande para mí, y es de ser un Ingeniero Agropecuario.

Agradezco a mi querida madre Jessenia, por su apoyo incondicional, moral y económico porque cada logro y sueño cumplido es dedicado a ella, también se los dedico a mis amados hermanos Jair, Andrés, Jordán, Valentina y Danna los amo y soy agradecido con Dios por haberme regalado esta hermosa Familia.

Agradezco a una persona muy importante que llego a mi vida sin haberlo conocido a mis 22 años, y es mi tío Diego Porras, agradecido a este hombre por su apoyo incondicional hoy estoy haciendo realidad mis sueños, te agradezco por apoyarme tanto, en mis estudios y haber creído en mis capacidades. Doy gracias a Dios por tu existencia eternamente gracias, tío Diego.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la hacienda “San Guido” propiedad del Ing. Guido Rubio ubicada en la parroquia rural La Unión, provincia de Esmeraldas, Sitio El Silencio. **Latitud:** E686304,6 **Longitud:** N18880,4. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético (ANA), en híbrido interespecífico OxG, (Manaos x Compacta “Amazon”). Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con seis tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos fueron diferentes frecuencias de aplicación de ANA. Las variables evaluadas fueron: diámetro y longitud del fruto, conformación y peso del racimo y los días a la cosecha. Las frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético con híbridos interespecíficos O x G (Manaos x Compacta "Amazon") no mostraron efecto sobre las características de los frutos, en el análisis estadístico no se presentaron diferencias significativas para los parámetros: diámetro y longitud de los frutos. En la conformación del racimo se presentan diferencias significativas en la cantidad de frutos normales y partenocárpico con el tratamiento PAA (1-3-5) se formaron la mayor cantidad de este tipo de frutos y en los estenopermocárpico, con el tratamiento AA (1-10). Las diferentes frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético no incidieron en el peso del racimo y en los días a la cosecha, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Palabras claves: Palma aceitera, regulador del crecimiento, potencial de aceite, híbridos

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the "San Guido" farm owned by Ing. Guido Rubio located in La Unión, a rural parish in the province of Esmeraldas, Sitio El Silencio. Its objective was to evaluate the effect of cycles and frequencies of application of α -naphthaleneacetic acid (ANA), in interspecific hybrid OxG, (Manaos x Compacta "Amazon"). A Randomized Block Design (RCD) with six treatments and three repetitions was used, the treatments were different frequencies of ANA application. The variables evaluated were diameter and length of the fruit, conformation and weight of the bunch and days to harvest. The frequencies of application of α -naphthaleneacetic acid in the interspecific hybrid O x G (Manaos x Compacta "Amazon") did not show an effect on the characteristics of the fruits, in the statistical analysis there were no significant differences for the parameters: diameter and length In the conformation of the bunch there are significant differences in the amount of normal and parthenocarpic fruits with the PAA (1-3-5) treatment, the greatest amount of this type of fruit was formed and in the stenopermocarpic ones, with the treatment AA (1-10) The different frequencies of application of α -naphthaleneacetic acid did not affect the weight of the bunch and in the days to harvest, there were no significant differences between the treatments.

Keywords: oil palm, growth regulator, oil potential, hybrids

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| CERTIFICADO DE TUTOR(A)..... | ii |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA. | iii |
| APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN..... | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| AGRADECIMIENTOS..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 4 |
| 1. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 1.1 Palma Africana..... | 4 |
| 1.1.1 Clasificación taxonómica..... | 4 |
| 1.1.2 Antecedentes..... | 4 |
| 1.1.3 Importancia del cultivo de palma..... | 5 |
| 1.1.4 El híbrido Amazon..... | 6 |
| 1.2 Polinización asistida..... | 6 |
| 1.2.1 Ácido a-naftalenacético (ANA)..... | 7 |
| CAPÍTULO II..... | 10 |
| 2. INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | 10 |
| CAPÍTULO III..... | 12 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 12 |
| 3.1. Localización del experimento..... | 12 |
| 3.3. Unidad Experimental..... | 12 |
| 3.4. Diseño experimental y tratamientos..... | 13 |
| 3.5. Variables..... | 13 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.6. Diseño experimental..... | 14 |
| 3.7. Manejo del ensayo | 14 |
| Materiales de oficina | 15 |
| 3.8. Manejo del ensayo..... | 15 |
| CAPÍTULO IV | 16 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 16 |
| 4.1. Diámetro de fruto..... | 16 |
| 4.2. Longitud de frutos..... | 18 |
| 4.3. Conformación de racimos | 21 |
| 4.4. Peso de racimo | 25 |
| 4.5. Días a la cosecha..... | 26 |
| CAPITULO V..... | 28 |
| 5. CONCLUSIONES. | 28 |
| CAPITULO VI | 29 |
| 6. RECOMENDACIONES. | 29 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA..... | xv |
| 8. ANEXOS..... | xx |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|------|
| Tabla 1. Características climáticas en el cantón Quinindé. | 12 |
| Tabla 2. Tratamientos de la investigación. | 13 |
| Tabla 3. ADEVA del experimento. | 14 |
| Tabla 4. Resultados de la variable diámetro de frutos normales. | 16 |
| Tabla 5. Resultados de la variable diámetro de frutos partenocárpico en la investigación. | 17 |
| Tabla 6. Resultados de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico | 18 |
| Tabla 7. Resultados de la variable longitud de frutos normales | 19 |
| Tabla 8. Resultados de la variable longitud de frutos partenocárpico | 20 |
| Tabla 9. Resultados de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico | 21 |
| Tabla 10. Resultados de la variable conformación de racimos de frutos normales..... | 22 |
| Tabla 11. Resultados de la variable conformación de racimos de frutos partenocárpico ... | 23 |
| Tabla 12. Resultados de la variable conformación de racimos de frutos estenopermocárpico | 24 |
| Tabla 13. Resultados de la variable peso de racimo..... | 25 |
| Tabla 14. Resultados de la variable días a la cosecha. | 26 |
| Tabla 15. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos normales | xx |
| Tabla 16. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos partenocárpico | xx |
| Tabla 17. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico | xx |
| Tabla 18. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos normales | xx |
| Tabla 19. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos partenocárpico | xx |
| Tabla 20. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico | xx |
| Tabla 21. Análisis de varianza de la variable conformación de racimos de frutos normales | xxi |
| Tabla 22. Análisis de varianza de la variable conformación de racimos de frutos partenocárpico..... | xxi |
| Tabla 23. Análisis de varianza de la variable conformación de racimos de frutos estenopermocárpico | xxi |
| Tabla 24. Análisis de varianza de la variable peso de racimo..... | xxi |
| Tabla 25. Análisis de varianza de la variable peso de racimo..... | xxii |

ÍNDICE DE FIGURAS.

| | |
|---|----|
| Figura 1. Medidas de la variable diámetro de frutos normales | 16 |
| Figura 2. Medidas de la variable diámetro de frutos partenocárpico | 18 |
| Figura 3. Medidas de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico | 18 |
| Figura 4. Medidas de la variable longitud de frutos normales | 19 |
| Figura 5. Medidas de la variable longitud de frutos partenocárpico | 20 |
| Figura 6. Medidas de la variable longitud de frutos estenopermocárpico | 21 |
| Figura 7. Medidas de la variable conformación de racimos de frutos normales | 22 |
| Figura 8. Medidas de la variable conformación de racimos de frutos partenocárpico | 24 |
| Figura 9. Medidas de la variable conformación de racimos de frutos estenopermocárpico | 25 |
| Figura 10. Medidas de la variable peso de racimo | 26 |
| Figura 11. Medidas de la variable días a la cosecha..... | 27 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-------|
| Anexo 1. ADEVA de la variable diámetro de frutos..... | xx |
| Anexo 2. ADEVA de la variable conformación de racimos de frutos | xxi |
| Anexo 3. ADEVA de la variable peso del racimo..... | xxi |
| Anexo 4. Flor en fase antesis y postantesis del material Amazon apta para la polinización | xxiii |
| Anexo 5. Racimos listos para la cosecha..... | xxiv |
| Anexo 6. Cosecha de racimos..... | xxv |
| Anexo 7. Racimos cosechados | xxvi |

INTRODUCCIÓN

La palma aceitera es un cultivo que, desde su extensión inicial en plantaciones en el territorio ecuatoriano, ha tenido gran importancia. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC] (2020) resume que en el país las plantaciones de dicho cultivo son de 256 854 ha, con una producción de 2 446 312 t. En el caso de la provincia de Esmeraldas la superficie plantada es de 101442 ha de la cual solo se cosechan 55378 ha, que representan un 54,5 %.

En esta zona a partir de los daños causados por la pudrición del cogollo (PC) por la susceptibilidad de los cultivares existentes, ha habido que tomar algunas decisiones desde el punto de vista agrícola y genético. Romero (2018) asegura que, por la cierta resistencia de los híbridos a la enfermedad, se han tenido que plantar estos híbridos interespecíficos. Pérez y Arias (2021) consideran que “la implementación de las mejores prácticas busca reducir brechas de rendimiento, lo que para el cultivo de palma de aceite se logra mediante el uso eficiente de insumos y recursos para la producción.” (p. 84).

El híbrido OxG Amazon (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) es una variedad exclusiva de ASD Costa Rica, cuyo desarrollo se formó en la década de 1990. La segunda generación fue liberada comercialmente en 2008, para mostrar la demanda de materiales de palma aceitera condescendientes a las pudriciones del cogollo (PC). Amazon comparte con otros híbridos la tolerancia de estas dificultades, la alta producción de fruta, el lento incremento en altura del tronco y la alta insaturación del aceite (Alvarado et al., 2013).

No obstante, a pesar de que los híbridos pueden ser una alternativa se presentan limitaciones como es la escasa emergencia de flores masculinas, asincronismo en la apertura floral y por ende baja producción de frutos y de su llenado causado por la limitada polinización (Prada y Romero, 2012). Es inminente implementar prácticas de polinización asistida para incrementar la cantidad de frutos útiles por racimo (Niño et al., 2021).

En los últimos años el híbrido interespecífico OxG, es una alternativa en la producción de palma aceitera, principalmente por la alta calidad del aceite y la aparente resistencia del híbrido a algunas de las enfermedades más problemáticas en América Latina donde el cultivo de la palma aceitera está bajo la presión de diversas plagas y enfermedades, particularmente la yema podredumbre y marchitez letal, que son una limitación para la sostenibilidad del cultivo.

Sin embargo, los híbridos tienen problemas con el llenado y la maduración de la fruta debido a una mala polinización natural y porque la apertura de los botones florales es asincrónica. (Rincón *et al.*, 2013).

En términos generales el rendimiento de aceite de palma (*Elaeis guineensis* Jacq.) alcanza las 4 t ha⁻¹ año, y con el híbrido interespecífico (*E. oleifera* x *E. guineensis*) se puede duplicar este rendimiento (8 t ha⁻¹ año), sin embargo, para alcanzar esta producción es indispensable la labor de polinización; asistida realizada con polen o artificial que se realiza con la aplicación de un regulador de crecimiento conocido como ácido α -naftalenacético (ANA). (Villareal *et al.*, 2022, p. 1963)

La polinización artificial en el híbrido OxG con ANA espolvoreada es una de las técnicas más utilizadas de manera masiva por los cultivadores de palmas de híbrido OxG, como resultado del incremento en el potencial de aceite y la reducción de racimos malogrados. Sin embargo, contrario a lo propuesto por Cenipalma (ANA en medio líquido) y a pesar de los resultados promisorios de la tecnología, actualmente se aplica el Estudio ANA en polvo sobre las inflorescencias que presenta en el cultivo, permiten la formación racimos de híbrido OxG con peso medio y potencial de aceite. (Camperos, 2020)

Al respecto, Ruiz *et al.* (2020) enfatiza en que la mala formación de frutos normales y partenocárpicos en los híbridos interespecíficos (O x G) existe la necesidad de realizar la “polinización asistida”. El ácido α -naftalenacético (ANA) es un regulador de crecimiento vegetal auxínico sintético ampliamente utilizado en el efecto del peso de los racimos y el contenido de aceite, en función del aumento. Fases posteriores de la investigación demostraron que la aplicación de ANA entre dos y tres veces por inflorescencia, en todos los estados fenológicos considerados (603, 607, 700 y 703), permite obtener racimos con pesos y extracción de aceite superiores (potenciales de aceite de hasta 33%) a los obtenidos con la polinización asistida con polen (Atehortua, 2020).

Según Villareal *et al.* (2022) el híbrido OxG bajo condiciones de polinización asistida puede alcanzar producciones de hasta 22 toneladas por hectárea año (t/ha/ año) en materiales con nueve años de siembra, sin la polinización asistida la producción de estos híbridos hubiera sido de 17,6 t/ha/año; llevando estas toneladas de diferencia a precios actuales se tendría una pérdida de 1.100.000 de dólares/ha/año.

De esta manera, la polinización asistida se constituye como una labor indispensable para el adecuado aprovechamiento de potencial productivo de los materiales híbridos OxG. Según Niño *et al.* (2021) “La polinización, la cosecha y el procesamiento de los racimos son los procesos de mayor importancia en el sistema productivo de la palma de aceite híbrido OxG. En estas actividades se refleja el resultado de las prácticas agronómicas y logísticas en plantación y planta de beneficio.” (p. 130).

Problema científico:

¿Cuál es el efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido α -naftalenacético (ANA), en híbrido interespecífico OxG, (Manaos x Compacta “Amazon”)?

Objetivo general

- Evaluar el efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido α -naftalenacético (ANA), en híbrido interespecífico OxG, (Manaos x Compacta “Amazon”)

Objetivos específicos

- Evaluar la duración del periodo de antesis en el híbrido OxG, (Manaos x Compacta “Amazon”).
- Determinar el efecto de la polinización artificial en la conformación de los racimos en estudio.

Hipótesis

H_a: La aplicación de ANA afecta el contenido de frutos normales y frutos partenocárpico en racimos con polinización asistida

H_o: La aplicación de ANA no afecta el contenido de frutos normales y frutos partenocárpico en racimos con polinización asistida.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Palma Africana

1.1.1 Clasificación taxonómica

El híbrido interespecífico O x G (Manaos x Compacta) “Amazon” tiene como progenitores a *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés; Fl. Colombia. 1: 203 (1897) y *Elaeis guineensis* Jacq.; Select. Stirp. Amer. Hist. 280, pl. 172 (1763), su clasificación está plasmada en World Plants, Synonymic Checklist and Distribution of the World Flora, según Hassler (2021).

Su clasificación taxonómica es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Arecales

Familia: Arecaceae

Género: *Elaeis*

Especie: *E. oleifera* y *E. guineensis*

1.1.2 Antecedentes

El origen de la palma aceitera se atribuye que fue en África por la aparición, de hace unos 3000 años antes de Cristo, de grasa en un jarrón encontrado en una tumba en una tumba en Abydos (Techoserver, 2009). Como muchas especies vegetales y animales, se considera que la palma fue traída al continente americano por los colonizadores. En 1953 se reportaban plantaciones de esta palma en las provincias de Esmeralda y Santo Domingo. Su cultivo creció rápidamente por la importancia que fue alcanzando, ya 1999 se habían plantado más de 15000 ha solo en Esmeraldas (Almendáriz, 2002). Según, Collahuazo (2015) la extensión de este cultivo produjo una concentración de la tierra y el desplazamiento de cultivos tradicionales.

El cultivo de la palma ha sido objeto de estudio de muchas investigaciones con el propósito de mejorar las prácticas agrícolas en su manejo. Por otra parte, la incidencia de la aparición del cogollo (PC) ha traído consigo estudios genéticos con el objetivo de obtener híbridos que resistan al ataque de dicha enfermedad. Desafortunadamente no se ha logrado el éxito de obtener una resistencia total, por lo que aún no se cuenta con una alternativa a las variedades de (Alvarado *et al.*, 2013).

“Los híbridos interespecíficos de las especies *Elaeis oleifera* y *Elaeis guineensis* fueron desarrollados en la década de los setenta del siglo pasado, como respuesta a la enfermedad pudrición del cogollo (PC), de alto impacto económico en Centroamérica y Suramérica” (Bastidad *et al.*, 2020, p. 7).

1.1.3 Importancia del cultivo de palma

Ecuador alberga una de las mayores diversidades de especies de palmeras en el mundo, con más de 136 especies. A pesar de esta extraordinaria diversidad y la multitud de usos de muchas especies de palmeras, queda mucho conocimiento por adquirir sobre la historia natural. Un ejemplo es el poco estudiado que existe sobre la especie *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés (por ejemplo, la palma aceitera americana) que tiene un alto potencial para la oleaginosa (Montúfar *et al.*, 2018).

Elaeis guineensis es ampliamente cultivada en las regiones tropicales por su fruta, que produce aceite, y se considera mundialmente la fuente más importante de aceite vegetal comestible, representa un tercio de producción mundial de aceite vegetal (Vijay *et al.* 2016). En las últimas décadas, las investigaciones se han centrado en la fisiología, genética y genómica de *E. guineensis*; en particular las características agronómicas relacionadas con el rendimiento, y la notable capacidad de sintetizar y almacenar lípidos tanto en el mesocarpio de la fruta como en el grano (Guerin *et al.*, 2016).

El aceite producido a partir de la Palma aceitera es el más consumido en el mundo. La producción de aceite se concentra en el sudeste asiático sobre todo en Malasia e Indonesia, en el continente americano es liderada por Colombia (Potter, 2020). Según Navarrete *et al.* (2020), en Ecuador las plantaciones ocupan el 5% del área total donde se desarrollan los productos

agropecuarios y en el caso de Brasil este país se perfila como un gran productor por el crecimiento de sus plantaciones que sobrepasan los 400 000 000 ha (Benezoli *et al.*, 2021).

Estas producciones se han visto extremadamente afectadas por la incidencia de la producción del cogollo, lo cual ha llevado a los productores e investigadores a innovar en una gran diversidad de prácticas culturales y genéticas. Ejemplo de ello es la producción de materiales híbridos interespecíficos OxG, Los cuales han permitido mitigar la afectación de esta enfermedad. Estas plantas tienen la particularidad de que es ilimitada la viabilidad y germinación del polen, Para lo cual se han diseñado estrategias de polinización asistida o artificial (Meléndez y Ponce, 2016; Fontanilla *et al.*, 2016)

1.1.4 El híbrido Amazon

Las investigaciones de la mejora genética de la palma africana se han centrado en el uso de *E. guineensis*, por este motivo mejorar los híbridos OxG no constituía una prioridad, ya que no eran atractivos desde una perspectiva comercial. la mayor parte de los híbridos OxG crecen demasiado, necesitan de la polinización asistida y su producción de aceite es inferior. Pero tienen la ventaja de tolerar mejor la pudrición del cogollo hizo aceite es más insaturado (Alvarado *et al.*, 2013).

El híbrido Amazon es considerado de características excepcionales con respecto a otros híbridos OxG obtenidos. Este proviene del cruzamiento de palmas madres olíferas de la localidad de Manaus en Brasil con Pisíferas de una genética olífera de hasta el 12,0 %. Se destaca una característica esencial que en otras palmas limita la polinización y es que las inflorescencias femeninas tienen menor cobertura, lo que facilita la autopolinización (Alvarado *et al.*, 2013). Este mismo autor plantea que el híbrido Amazon alcanza en Ecuador las 600 ha y en Colombia son superiores las plantaciones pues existen 2700 ha.

1.2 Polinización asistida

En los cultivares OxG por el asincronismo que se presenta en el momento de la floración, los bajos niveles de polinización natural y el polen poco viable hacen que se produzcan racimos pequeños (Rincón *et al.*, 2013). Esta situación requiere de la aplicación de lo que se ha venido a llamar polinización asistida.

Al referirse a la polinización, García *et al.* (2020) plantean que:

La polinización asistida con polen de *E. guineensis* durante la etapa de la antesis es necesaria en los cultivos de *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, de lo contrario, la polinización natural no sería suficiente para permitir la formación adecuada de racimos de fruta fresca (RFF). Es poco probable que sin esta polinización se pueda tener una operación rentable de palma de aceite (es decir, cultivos OxG). (p. 15)

En los híbridos OxG la polinización natural alcanza niveles muy bajos, lo cual está dado por la limitada viabilidad del polen. También existe una formación estructural que dificulta el contacto con el polen, que es el recubrimiento que presentan las flores femeninas (Forero *et al.*, 2012; Romero, 2018). Para poder mitigar esta situación los productores de palma se vieron obligados a recurrir a la polinización artificial o asistida mediante el empleo de polen (Sánchez *et al.*, 2011).

Las tecnologías se han ido perfeccionando y la polinización artificial ya se vale de otros recursos. Al respecto, Niño *et al.* (2021) sostienen que: “La polinización artificial consiste en aplicaciones de ácido α -naftalenacético (ANA) sobre las inflorescencias presentes en los híbridos OxG, la cual tiene como objetivo incrementar la formación de frutos presentes en los racimos” (p. 131). Con esta práctica se obtienen frutos de mejor conformación y por supuesto mejores racimos, se reduce la mano de obra y se aumenta la producción de aceite.

1.2.1 Ácido α -naftalenacético (ANA)

Las auxinas son hormonas sintetizadas en las plantas las cuales intervienen en el alargamiento de la célula, en la pared celular y en el crecimiento de las raíces, entre otras funciones (Montaño y Méndez, 2009). Entre estas auxinas se menciona el alífera Ácido α -naftalenacético (ANA).

Las investigaciones sobre el empleo de reguladores del crecimiento en la palma africana data de décadas del siglo anterior, dentro de estos reguladores se encuentra el ANA, como ya se había planteado anteriormente. Estos estudios demostraron que se podía producir frutos partenocárpicos en la palma africana, pero se presentó una limitada producción de aceite. A partir de este resultado se decidió que el uso de las auxinas no era económicamente viable en los cultivares que se plantaban (Romero *et al.*, 2020).

Estos mismos autores refieren que Cenipalma hasta el 2018 desarrolló la tecnología de polinización artificial y entonces presentó la propuesta de profundizar en investigaciones sobre el regulador de crecimiento ANA en la inducción de frutos partenocárpicos en los híbridos interés específicos OxG de la palma africana. Las investigaciones arrojaron resultados positivos en cuanto a mayor formación de frutos y se incrementó el peso de los racimos con respecto aquellos que son productos de la polinización natural.

Estos estudios no solo se destacaron por comprobar la hipótesis de que la aplicación de ANA en Palma africana Logra inducir la formación de frutos partenocárpicos, sino que también sea incremento la producción de aceite. De esta forma surgía una nueva tecnología para elevar la producción de aceite, a partir de solventar el problema de las flores masculinas en los cultivares plantados (Romero *et al.*, 2020).

Ruiz *et al.* (2021) enfatizan en que no siempre se ha alcanzado el resultado esperado y existe una gran diversidad de la forma de aplicación del ANA. Estudios de benchmarking se han convertido en la estrategia más recurrente para acceder a las prácticas más promisorias relacionadas con la polinización artificial, tomando como base las propias experiencias donde se han obtenido resultados positivos en el empleo de ANA.

Ruiz *et al.* (2020) señalan que:

Como respuesta a la baja polinización natural de los híbridos se estableció como práctica la polinización asistida, que consiste en aplicar de forma manual polen de *E. guineensis* a las inflorescencias femeninas en antesis, generando una mejora en las tasas de extracción entre 18 y 21 %. (p. 40)

Estos resultados permitieron avanzar hasta que se decidió aplicar el ANA, en forma de suspensión líquida, en diferentes momentos de la floración. Como resultado se obtuvo un incremento considerable de frutos partenocárpicos con elevado contenido de aceite (Daza *et al.*, 2020). Surge de esta manera un nuevo concepto la polinización artificial (Hernández *et al.*, 2022). Este mismo autor hace referencia que debido a la baja disponibilidad de agua en algunos lugares, también se ha experimentado con el ANA en mezcla sólida y se han obtenido resultados similares a los del uso de suspensión líquida.

A nivel comercial, las plantaciones en las diferentes zonas palmeras han preferido aplicar ANA en polvo sobre las inflorescencias femeninas, y además incluir polen en la mezcla, que tendría como finalidad la formación de frutos normales y facilitar el procesamiento de los racimos en planta de beneficio. (Ruiz *et al.*, 2020, p. 40)

Las aplicaciones de ANA a las flores femeninas no solo estimulan la formación de frutos partenocárpicos, si no que permite la recuperación de inflorescencias que en su momento no fueron polinizadas (Ochoa y Palacios, 2021). Estas aplicaciones después de la antesis recuperan la polinización a tal punto de que puede lograrse un 77,0 % de formación de frutos en el racimo. (Linares, 2020).

Forero *et al.* (2012) consideran que mezclar polen y ANA es un gasto innecesario en la práctica de polinización de los híbridos OxG, ya que el polen no va a desarrollar la función deseado. Este autor recomienda que ambos productos sean aplicados de manera independiente, en el caso del polen debe ser aplicado en la antesis y días después a diferentes frecuencias debe ser aplicado el ANA.

Al respecto, Villareal *et al.* (2022) concluyen que:

El uso del ácido α -naftalenacético empleado en la polinización artificial en híbridos OxG de palma aceitera, se ha convertido en una estrategia agronómica que permite incrementar considerablemente el rendimiento por unidad de producción. Es importante adoptar metodologías establecidas en cuanto a frecuencias de aplicación, números de aplicación y dosis de aplicación por inflorescencia, mismos que conjugados con la constancia del aplicador y monitoreos permitirán obtener resultados favorables relacionados a la rentabilidad del cultivo. (p. 1972).

Mosquera *et al.* (2019) insiste en que este tipo de polinización como práctica del cultivo es muy costosa, puede llegar a alcanzar el 90,0 % de los costos directos por fuerza de trabajo. Sin embargo, Sinisterra *et al.* (2019) y Romero (2018) consideran que se optimiza el uso de fuerza de trabajo pues mediante la polinización artificial se reduce el número de entradas al campo al poderse aplicar el ANA a mayor cantidad de inflorescencias. Esta práctica mejora el rendimiento de aceite en la industria, lo cual puede incrementar el precio del racimo con frutos frescos.

CAPÍTULO II

2. INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por la novedad del tema que se investiga, las bibliografías consultadas son de gran actualidad: Se consultó el artículo científico de García *et al.* (2020) que se titula “Polinización artificial: ¿ANA en suspensión líquida o ANA en mezcla sólida?”. La polinización asistida con polen de *E. guineensis* durante la etapa de la antesis es necesaria en los cultivos de *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*, de lo contrario, la polinización natural no sería suficiente para permitir la formación adecuada de racimos de fruta fresca (RFF).

Es poco probable que sin esta polinización se pueda tener una operación rentable de palma de aceite (es decir, cultivos OxG). Una alternativa, es la polinización artificial, que fue liberada por Cenipalma en 2018 y, que consiste en aplicar ácido naftalenacético (ANA) a las inflorescencias femeninas con el fin de estimular la formación de frutos. Se puede realizar durante la etapa de la antesis, 7 días después de la antesis (dda) y 14 dda, lo que ha demostrado que genera una mejor conformación de RFF y aumenta el contenido de aceite de palma por RFF. A pesar de que Cenipalma lanzó un método en el que ANA se aplica en suspensión líquida, los cultivadores probaron con una mezcla sólida (ANA+talco) argumentando que era más fácil de manejar en campo. Los resultados mediante el uso de la mezcla sólida también fueron prometedores.

Con el fin de comparar ambas presentaciones de ANA (sólida y líquida), a nivel de campo, en términos de rendimientos laborales y formación de RFF, investigadores de Cenipalma y personal de la plantación Palmares del Cucú, llevaron a cabo un experimento. Los resultados indicaron que la superficie cubierta por dos trabajadores utilizando ANA en mezcla líquida fue de 4,8 hectáreas en un día (637 inflorescencias/día), mientras que para ANA en mezcla sólida un trabajador cubrió 4,1 hectáreas en un día (541 inflorescencias/día). En cuanto al costo de la polinización por hectárea (por año) se estimó en \$ 1.213.000/ha para la polinización artificial con ANA en mezcla líquida y, en \$ 920.000/ha por año en la presentación sólida. Sin embargo, el peso medio de los racimos de fruta fresca (PMR) obtenido mediante el uso de ANA en mezcla líquida favoreció su adopción desde el punto de vista de la rentabilidad; porque el PMR fue 19,4 % mayor, en comparación con el PMR con el uso de ANA en la presentación sólida.

Se consultó también el artículo de Corredor (2021), titulado “Diseño de fruta en cultivares OxG con el uso estratégico de ANA”. La intención original fue resolver el problema de mala formación de racimos por la pobre polinización natural de los híbridos OxG y los altos costos de la polinización asistida. Estos trabajos fueron desarrollados en medio líquido. Palmeiras Colombia S. A. inicio pruebas en 2017 para validar esta investigación a nivel industrial y, luego, convertir ese protocolo en una aplicación en medio sólido. Esto con la intención de optimizar la logística de las aplicaciones y de adicionar polen para mejorar la formación de frutos normales y, por ende, de nueces, indispensables para el proceso de extracción en la planta de beneficio. Los resultados hasta la fecha han sido muy positivos en cuanto a la parte económica del cultivo, pero se han vislumbrado algunos problemas con la mezcla de ANA y polen, no solo por la toxicidad del primero sobre la viabilidad del segundo, sino también por el efecto fisiológico de atrofia, por parte del ANA, del desarrollo embrionario de las semillas después de la fecundación. Este problema se resuelve separando las aplicaciones de polen y ANA con un periodo de una semana y abre muchas posibilidades para esta tecnología. Se proponen múltiples modelos de polinización artificial que permiten maximizar la producción de aceite, o de nueces para el proceso del fruto en planta y la posibilidad de usar la tecnología en *E. guineensis*.

Otro artículo consultado fue el de Bravo *et al.* (2022) titulado “Aplicación de polen y ácido α -naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios?”. El estudio evaluó el efecto de tres ciclos de aplicación con polen o ANA, por separado y sin mezclar, en frecuencias de 2 y 7 días entre cada ciclo. Los resultados muestran diferencias estadísticas entre 3 ciclos de aplicación de ANA vs. el testigo (polen), evidenciando un incremento en el potencial de aceite de 33 % (frecuencia +2) y 38 % (frecuencia +7). En cuanto a la conformación del racimo, el porcentaje de frutos abortados disminuyó 61 % (frecuencia +2) y 70 % (frecuencia +7), mientras que el contenido de frutos normales disminuyó 77 % (frecuencia 2 días) y 62 % (frecuencia 7 días). A pesar de la reducción del contenido de frutos normales, no se registraron diferencias estadísticas para el peso promedio del racimo, debido a que la relación raquillas a racimo incremento significativamente en los tratamientos con 3 ciclos de aplicación de ANA, mientras que en los tratamientos testigo (3 aplicaciones de polen) este valor disminuyó. De esta manera, se encontró que existen beneficios para las variables peso promedio, conformación de racimo y potencial de aceite en racimo directamente proporcionales a la aplicación de ANA. Por lo anterior, se recomienda el uso de ANA y polen por separado

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

La presente investigación se realizó en la hacienda “San Guido” propiedad del Ing. Guido Rubio ubicada en La Unión, parroquia rural de la provincia de Esmeraldas. Sitio El Silencio. **Latitud:** E686304,6 **Longitud:** N18880,4.

3.2. Características agrometeorológicas de la zona

A continuación, en la tabla 1 se detalla las características agroclimáticas del cantón Quinindé.

Tabla 1. Características climáticas en el cantón Quinindé.

| Indicador | Detalle |
|----------------------------|----------------------|
| Topografía | Irregular |
| Altitud | 134 msnm |
| Clasificación bioclimática | Bosque seco-tropical |
| Temperatura | 25,1 ° C |
| Precipitación anual | 1800 mm. |
| Humedad | 74% |
| Heliofanía | 898,6 h/luz/año |

Fuente: (INAMHI, 2020).

3.3. Unidad Experimental.

Se obtuvo un total de 18 unidades experimentales, correspondiente a los 6 tratamientos y 3 repeticiones; en cada unidad experimental se evaluaron cuatro plantas, de un total de 16 plantas por unidad experimental; el ensayo se planteó en cultivo establecido con edad de 8 años; el distanciamiento fue de 10 m por hilera y 10 m por planta.

3.4. Diseño experimental y tratamientos

Tabla 2. Tratamientos de la investigación.

| Tratamiento | Descripción | Insumo por ciclo de aplicación | Frecuencia de aplicación (días) | Concentración insumo (mg) |
|-------------|---------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1 | Testigo 1 | Polen - ANA - ANA | 1-3-5 | 100 – 240 – 240 |
| 2 | Tratamiento 1 | ANA | 1 | 720 |
| 3 | Tratamiento 2 | ANA - ANA | 1-3 | 360 – 360 |
| 4 | Tratamiento 3 | ANA - ANA | 1-5 | 360 – 360 |
| 5 | Tratamiento 4 | ANA - ANA | 1-7 | 360 – 360 |
| 6 | Tratamiento 5 | ANA - ANA | 1-10 | 360 – 360 |

3.5. Variables

Variables en estudio dependiente

- Frecuencia de aplicación de ANA (Ácido a-naftalenacético).

Variables en estudio independiente

- **Diámetro de fruto:** Se tomaron 30 frutos de cada racimo y se tomó el diámetro en la parte central del fruto usando un calibrador.
- **Longitud de fruto:** Se tomaron 30 frutos de cada racimo y se tomó el dato desde la base del fruto hasta la parte apical usando un calibrador. No se tomó en cuenta los lóbulos del estigma.
- **Conformación de racimo:** Se registró el porcentaje de frutos normales, frutos partenocárpicos, frutos estenospermocárpicos y frutos abortados en el Laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL.
- **Peso de racimo:** Se determinó el peso de un racimo por cada planta al momento de la cosecha.
- **Días a la cosecha:** Se registró el número de días transcurridos desde la aplicación de los tratamientos hasta el punto óptimo de cosecha.

3.6. Diseño experimental

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con seis tratamientos y tres repeticiones.

Tabla 3. ADEVA del experimento.

| Fuente de variabilidad | Grados de libertad |
|-------------------------------|---------------------------|
| Total | 18-1 = 17 |
| Tratamientos | 6-1=5 |
| Repeticiones | 3-1=2 |
| Error experimental | 10 |

3.7. Manejo del ensayo

Equipos y herramientas

- Balanza eléctrica
- Bomba de polinización
- Pera de caucho
- Machete
- Gancho de hierro
- Pintura esmalte
- Cinta de peligro
- Brocha
- Hojas de registro de datos
- Esfero
- Recipiente de plástico

Insumos

- Polen
- Talco industrial (silicato de magnesio)
- Polimax

Materiales de oficina

- Computadora
- Libreta de apuntes
- Esferográficos
- Impresora

3.8. Manejo del ensayo

Se seleccionó las inflorescencias en fase de antesis (para el tratamiento testigo) y en postantesis (flores completamente en postantesis de color negro), cuando superen el 80% de flores que presenten las características descritas y se registró la posición filotáctica de dicha inflorescencia y cuando haya alcanzado su madurez.

La polinización asistida se realizó con las frecuencias propuestas con la ayuda de una bomba polinizadora, retirando previamente las brácteas pedunculares (espatas) que cubren la inflorescencia femenina. Se aplicó aproximadamente 4 g del insumo para polinizar por inflorescencia. Adicionalmente se marcó la fecha de aplicación en la base de la hoja pulmón del racimo.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diámetro de fruto

Frutos normales

Para la variable diámetro de frutos normales (Tabla 4), el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue 11,9% y la media total general fue de 20,83mm. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el T4, AA (1-5) y el que presentó valor más bajo fue el T6 AA (1-10).

Tabla 4. Resultados de la variable diámetro de frutos normales.

| Tratamientos | Descripción | Diámetro frutos normales (mm) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 20,3 | 0,6 |
| 2 | A | 19,7 | 1,5 |
| 3 | AA (1-3) | 22,0 | 1,7 |
| 4 | AA (1-5) | 22,7 | 5,5 |
| 5 | AA (1-7) | 21,0 | 1,0 |
| 6 | AA (1-10) | 19,3 | 0,6 |
| Media (mm) | 20,83 | | |
| CV | 11,9% | | |

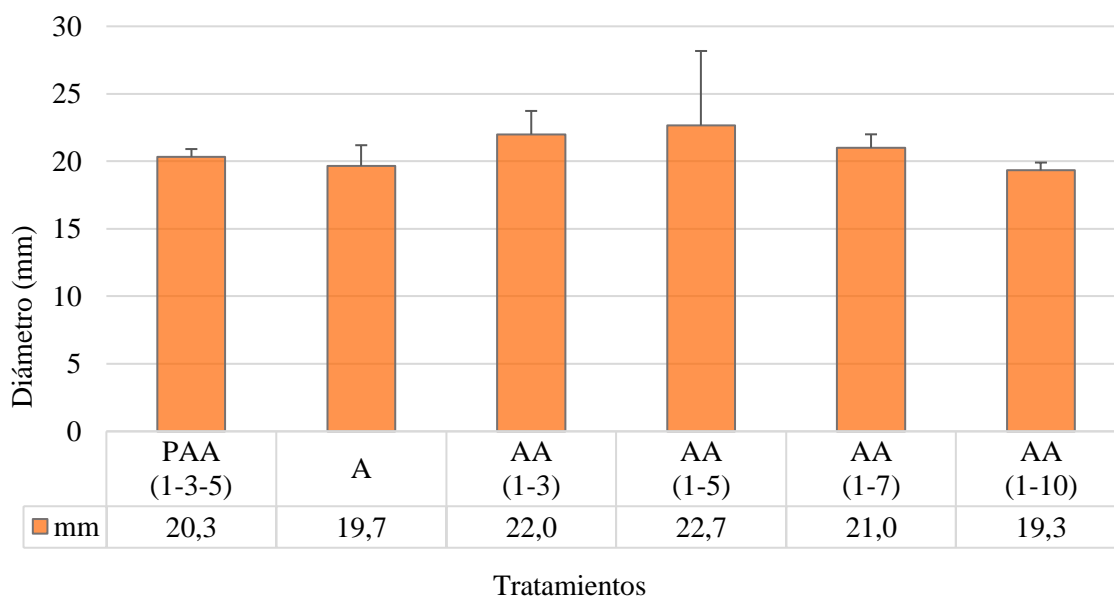


Figura 1. Medidas de la variable diámetro de frutos normales

Frutos partenocárpicos

En la variable diámetro de frutos partenocárpico (Tabla 5), el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue 12,1% y la media total general fue de 14,98 mm. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el T5, AA (1-7) y el que presentó valor más bajo fue el T4, AA (1-5).

Tabla 5. Resultados de la variable diámetro de frutos partenocárpico en la investigación Evaluación del efecto de ciclos y frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido interespecífico O x G (Manaos x Compacta "Amazon")".

| Tratamientos | Descripción | Diámetro frutos partenocárpico (mm) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|-------------------------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 15,7 | 1,2 |
| 2 | A | 15,0 | 1,0 |
| 3 | AA (1-3) | 14,7 | 0,6 |
| 4 | AA (1-5) | 13,7 | 2,5 |
| 5 | AA (1-7) | 17,3 | 3,5 |
| 6 | AA (1-10) | 13,0 | 1,0 |
| Media (mm) | 14,89 | | |
| CV | 12,1% | | |

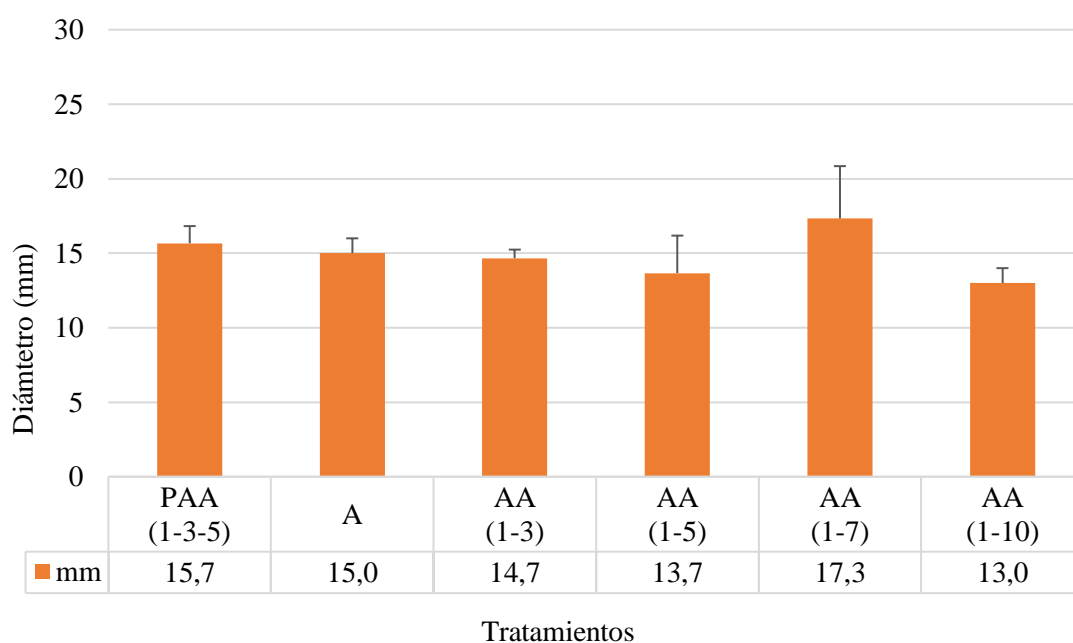
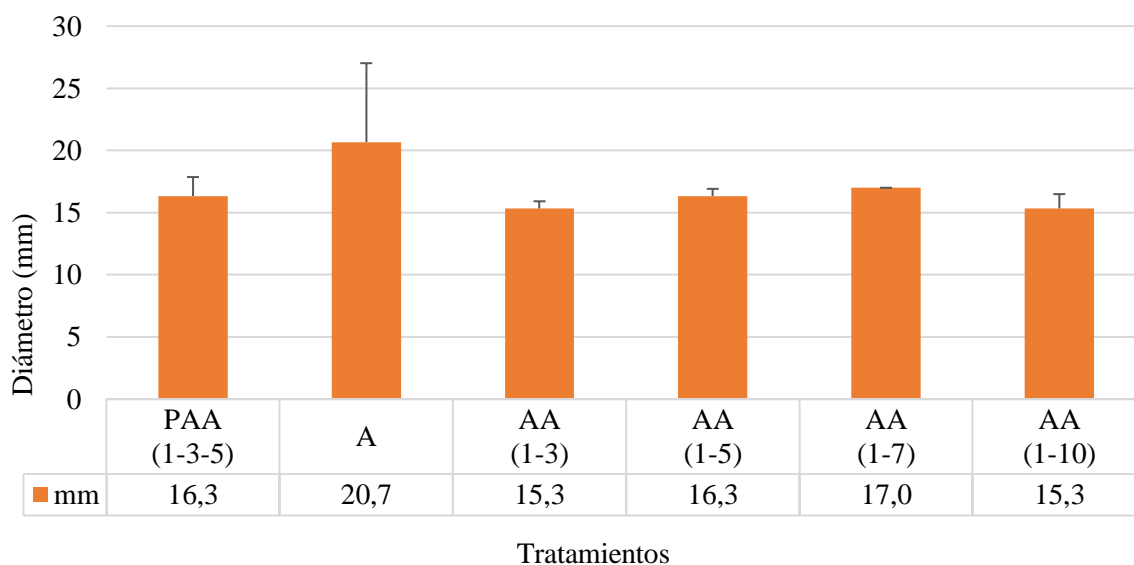


Figura 2. Medidas de la variable diámetro de frutos partenocárpico**Frutos estenospermocárpicos**

Para la variable diámetro de frutos estenospermocárpicos (Tabla 6), el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue 16,5% y la media total general fue de 16,83mm. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el T2, A y el que presentó valor más bajo fue el T6, AA (1-10).

Tabla 6. Resultados de la variable diámetro de frutos estenospermocárpico

| Tratamientos | Descripción | Diámetro frutos estenospermocárpicos (mm) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|---|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 16,3 | 1,5 |
| 2 | A | 20,7 | 6,4 |
| 3 | AA (1-3) | 15,3 | 0,6 |
| 4 | AA (1-5) | 16,3 | 0,6 |
| 5 | AA (1-7) | 17,0 | 0,0 |
| 6 | AA (1-10) | 15,3 | 1,2 |
| Media (mm) | 16,83 | | |
| CV | 16,5% | | |

**Figura 3.** Medidas de la variable diámetro de frutos estenospermocárpicos**4.2. Longitud de frutos****Frutos normales**

Para la variable longitud de frutos normales, el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 7). El coeficiente de variación fue 4,4% y la media total general fue de 37,17mm. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el T6, AA (1-10) y el que presentó valor más bajo fue el T3, AA (1-3).

Tabla 7. Resultados de la variable longitud de frutos normales

| Tratamientos | Descripción | Largo frutos normales (mm) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|----------------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 37,3 | 2,5 |
| 2 | A | 36,0 | 0,0 |
| 3 | AA (1-3) | 35,3 | 1,5 |
| 4 | AA (1-5) | 37,3 | 1,5 |
| 5 | AA (1-7) | 38,3 | 2,1 |
| 6 | AA (1-10) | 38,7 | 0,6 |
| Media (mm) | 37,17 | | |
| CV | 4,4% | | |

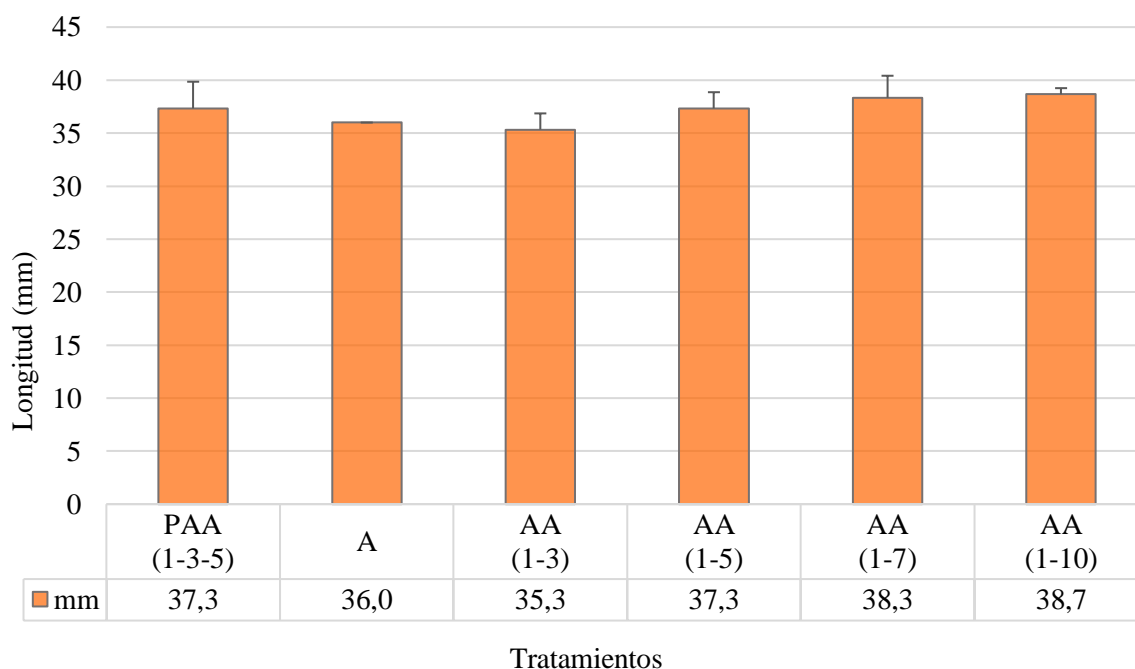


Figura 4. Medidas de la variable longitud de frutos normales

Frutos partenocárpico

Para la variable longitud de frutos partenocárpico, el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 8). El coeficiente de variación fue 6,7%

y la media total general fue de 37,06 mm. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el T1, PAA (1-3-5) y el que presentó valor más bajo fue el T4, AA (1-5).

Tabla 8. Resultados de la variable longitud de frutos partenocárpico

| Tratamientos | Descripción | Largo frutos partenocárpico (mm) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|----------------------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 40,3 | 2,3 |
| 2 | A | 37,3 | 2,1 |
| 3 | AA (1-3) | 36,0 | 1,0 |
| 4 | AA (1-5) | 35,0 | 3,5 |
| 5 | AA (1-7) | 36,0 | 2,6 |
| 6 | AA (1-10) | 37,7 | 3,5 |
| Media (mm) | | 37,06 | |
| CV | | 6,7% | |

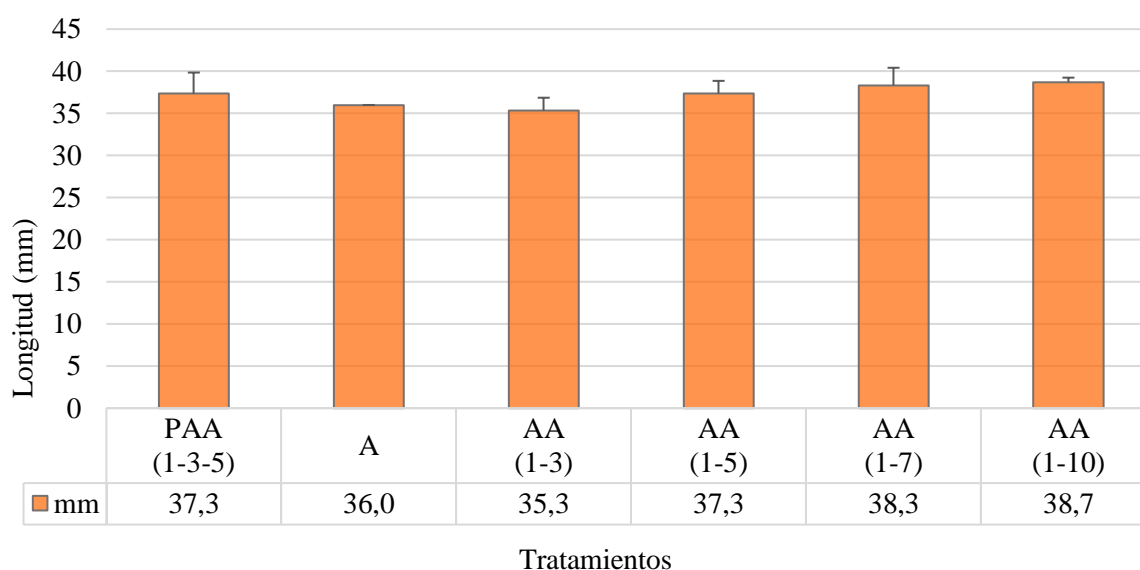


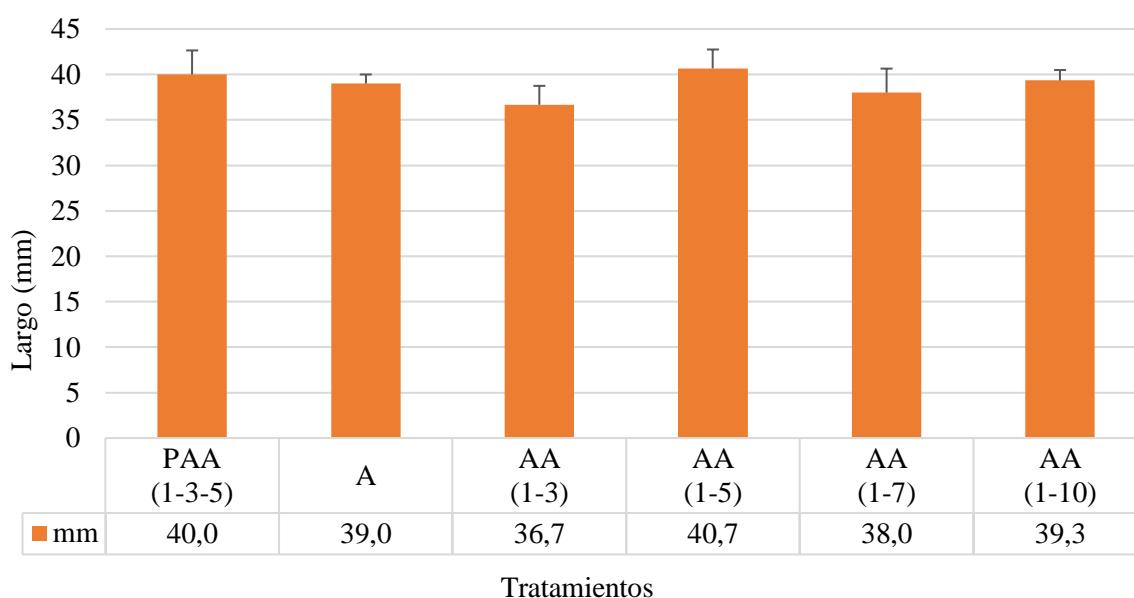
Figura 5. Medidas de la variable longitud de frutos partenocárpico

Frutos estenopermocárpico

Para la variable longitud de frutos estenopermocárpico, el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 9). El coeficiente de variación fue 5,7% y la media total general fue de 38,94mm. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el T4, AA (1-5) y el que presentó valor más bajo fue el T3 AA (1-3).

Tabla 9. Resultados de la variable diámetro de frutos estenopermocárpicos

| Tratamientos | Descripción | Longitud frutos estenopermocárpicos | Desviación estándar |
|--------------|-------------|-------------------------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 40,0 | 2,6 |
| 2 | A | 39,0 | 1,0 |
| 3 | AA (1-3) | 36,7 | 2,1 |
| 4 | AA (1-5) | 40,7 | 2,1 |
| 5 | AA (1-7) | 38,0 | 2,6 |
| 6 | AA (1-10) | 39,3 | 1,2 |
| Media (mm) | 38,94 | | |
| CV | 5,7% | | |

**Figura 6.** Medidas de la variable longitud de frutos estenopermocárpicos

4.3. Conformación de racimos

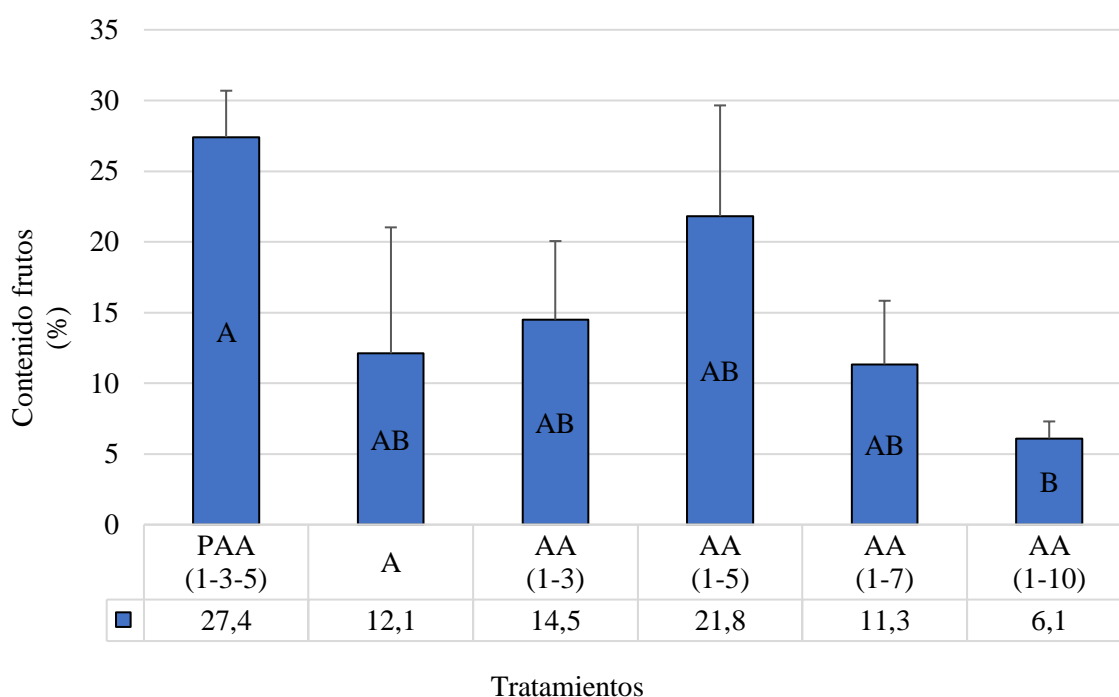
Frutos normales

Para la variable conformación del racimo en frutos normales, el ANOVA mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 10). El coeficiente de variación fue 21,4% y la media total general fue de 15,55%. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el testigo PAA (1-3-5) y el que presentó valor más bajo fue el T6 AA (1-10).

En correspondencia con este resultado, Bravo (2022) señala que cuando se combinan aplicaciones de polen con ANA, en la conformación del fruto se observa una mayor producción de frutos normales con registros entre el 22 y 27 %.

Tabla 10. Resultados de la variable conformación de racimos de frutos normales

| Tratamientos | Descripción | Frutos normales (%) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|---------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 27,4 | 3,29 |
| 2 | A | 12,1 | 8,91 |
| 3 | AA (1-3) | 14,5 | 5,55 |
| 4 | AA (1-5) | 21,8 | 7,84 |
| 5 | AA (1-7) | 11,3 | 4,49 |
| 6 | AA (1-10) | 6,1 | 1,20 |
| Media (%) | 15,55 | | |
| CV | 21,4% | | |

**Figura 7.** Medidas de la variable conformación de racimos de frutos normales

Frutos partenocárpico

Para la variable conformación del racimo en frutos partenocárpico, el ANOVA mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 11). El coeficiente de variación fue 20,1% y la media total general fue de 20,48%. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el testigo PAA (1-3-5) y el que presentó valor más bajo fue el T4 AA (1-5).

Tabla 11. Resultados de la variable conformación de racimos de frutos partenocárpico

| Tratamientos | Descripción | Frutos partenocárpico (%) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|---------------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 54,2 | 8,63 |
| 2 | A | 14,4 | 0,64 |
| 3 | AA (1-3) | 21,7 | 15,67 |
| 4 | AA (1-5) | 8,9 | 0,88 |
| 5 | AA (1-7) | 14,6 | 4,42 |
| 6 | AA (1-10) | 9,0 | 0,51 |
| Media (%) | 20,48 | | |
| CV | 20,1% | | |

Estos resultados coinciden con lo señalado por Romero *et al.* (2020) quienes concluyen que en *E. guineensis* se puede incrementar la formación de frutos partenocárpico mediante el empleo de ANA, registrándose una conformación del racimo igual a cuando las plantas son polinizadas naturalmente.

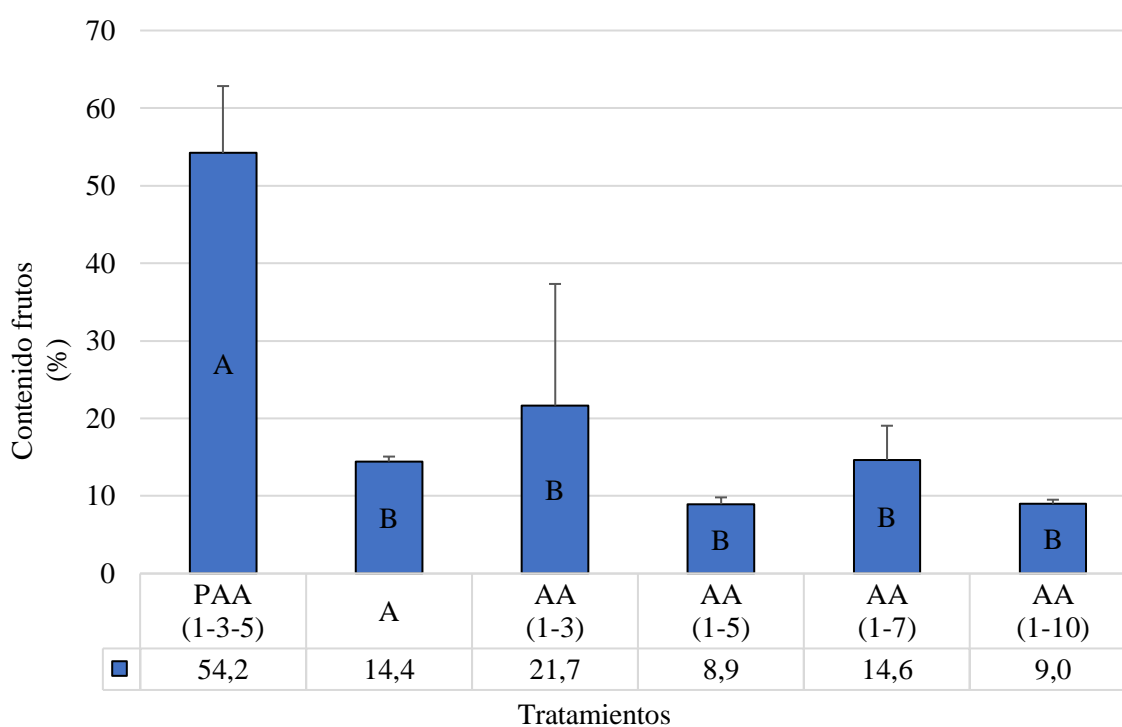


Figura 8. Medidas de la variable conformación de racimos de frutos partenocárpico**Frutos estenopermocárpicos**

Para la variable conformación del racimo en frutos estenopermocárpicos, el ANOVA mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 12). El coeficiente de variación fue 15,2% y la media total general fue de 56,20%. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el T6 AA (1-10) y el que presentó valor más bajo fue el testigo PAA (1-3-5).

Resultados difieren de los obtenidos por Corredor (2021), este autor plantea que cuando se combinaron polen y ANA en la polinización se propicia la formación de frutos estenopermocárpicos. este fenómeno se manifiesta debido a la afectación que se produce en el desarrollo embrionario de la semilla. Mientras que Bravo (2020) señala que se debe profundizar en el estudio de este tipo de frutos.

Tabla 12. Resultados de la variable conformación de racimos de frutos estenopermocárpicos

| Tratamientos | Descripción | Frutos estenopermocárpicos (%) | Desviación estándar |
|---------------------|--------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 7,3 | 9,08 |
| 2 | A | 62,6 | 23,80 |
| 3 | AA (1-3) | 53,7 | 23,80 |
| 4 | AA (1-5) | 62,6 | 8,36 |
| 5 | AA (1-7) | 71,8 | 1,79 |
| 6 | AA (1-10) | 79,3 | 0,54 |
| Media (%) | 56,20 | | |
| CV | 15,2% | | |

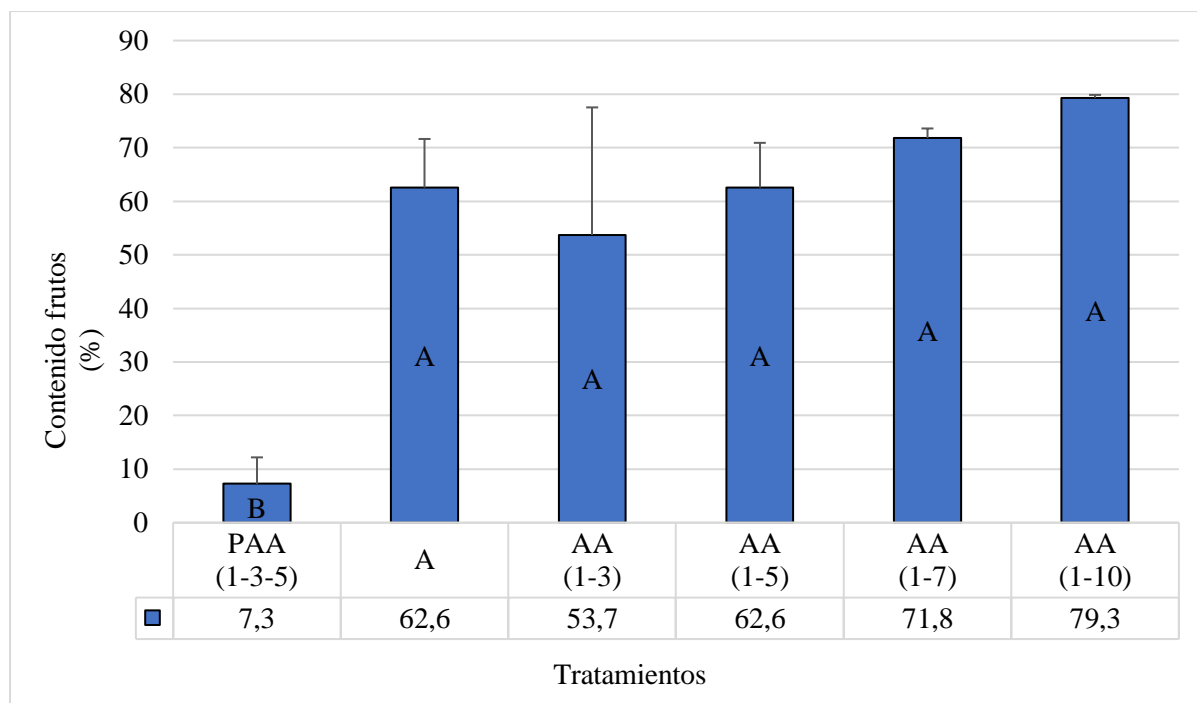


Figura 9. Medidas de la variable conformación de racimos de frutos estenospermocárpicos

4.4. Peso de racimo

Para la variable peso de racimo (Tabla 13), el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue 8,6% y la media total general fue de 21,1 kg. Las medias mostraron que los tratamientos con valores más altos fueron el T4 AA (1-5) y 6 AA (1-10) y el que presentó valor más bajo fue el T2 A.

Tabla 13. Resultados de la variable peso de racimo

| Tratamientos | Descripción | Peso racimo (kg) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 20,6 | 0,5 |
| 2 | A | 18,9 | 2,0 |
| 3 | AA (1-3) | 19,8 | 1,0 |
| 4 | AA (1-5) | 23,1 | 3,6 |
| 5 | AA (1-7) | 21,2 | 0,6 |
| 6 | AA (1-10) | 23,1 | 0,8 |
| Media (kg) | | 21,10 | |
| CV | | 8,6% | |

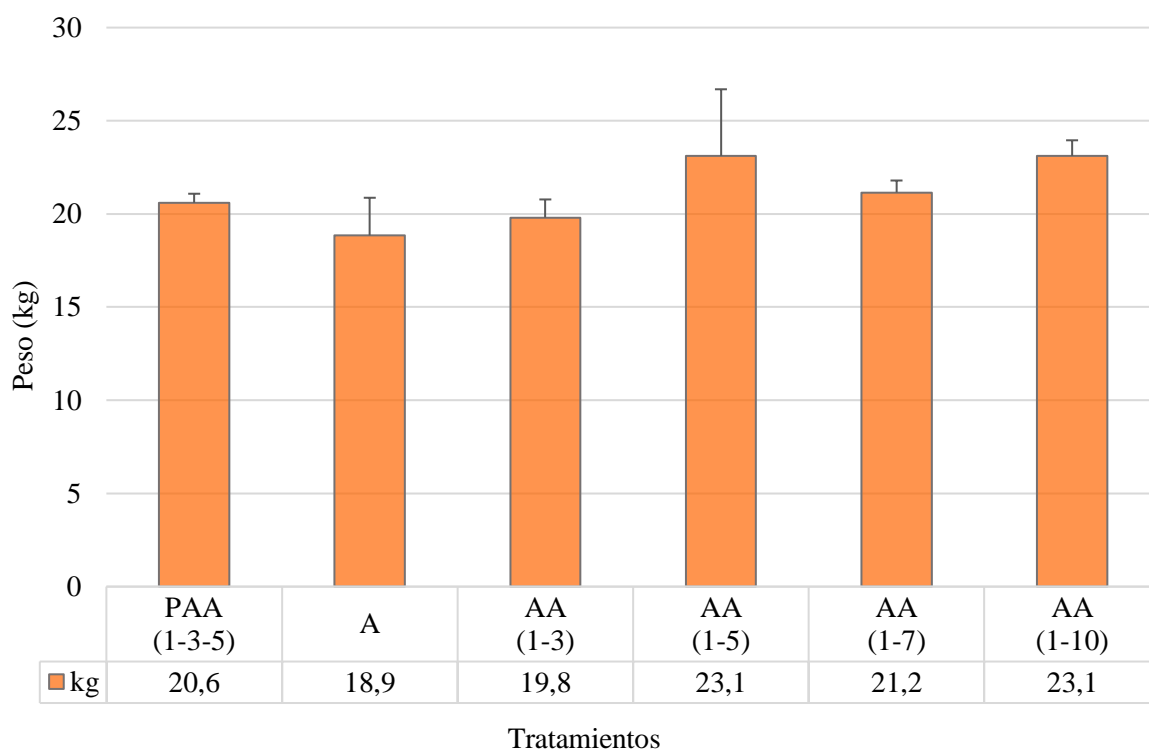


Figura 10. Medidas de la variable peso de racimo

4.5. Días a la cosecha

Para la variable días a la cosecha, el ANOVA no mostró diferencias significativas para los tratamientos evaluados (Tabla 14). El coeficiente de variación fue 5,3% y la media total general fue de 202 días. Las medias mostraron que el tratamiento con valor más alto fue el testigo PAA (1-3-5) y los que presentaron valores más bajos fueron el T2 A y el T3 AA (1-3).

Tabla 14. Resultados de la variable días a la cosecha.

| Tratamientos | Descripción | Días a la cosecha (#) | Desviación estándar |
|--------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | PAA (1-3-5) | 209 | 15,2 |
| 2 | A | 196 | 14,0 |
| 3 | AA (1-3) | 196 | 6,2 |
| 4 | AA (1-5) | 206 | 6,5 |
| 5 | AA (1-7) | 198 | 15,3 |
| 6 | AA (1-10) | 207 | 9,8 |
| Media | 202 | | |
| CV | 5,3% | | |

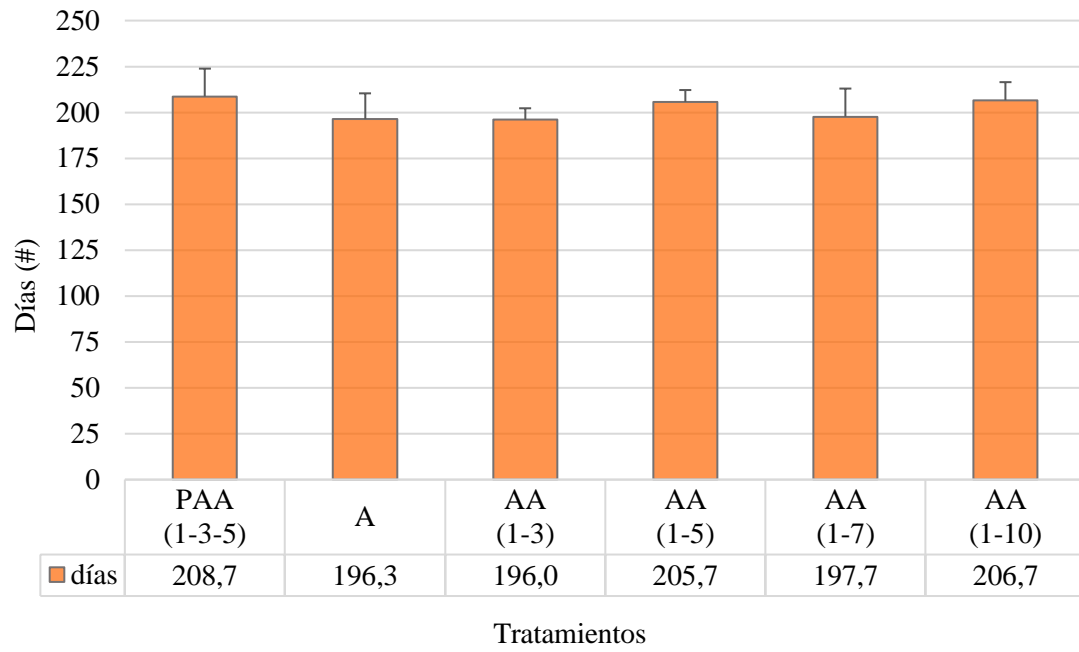


Figura 11. Medidas de la variable días a la cosecha.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES.

- Con los resultados obtenidos se concluye que la frecuencia de aplicación de Ácido α -naftalenacético en el híbrido interespecíficos O x G (Manaos x Compacta " Amazon") no presenta ninguna diferencia significativa en el tiempo de duración a la cosecha del racimo.
- En relación con los parámetros productivos del racimo de híbrido interespecíficos O x G (Manaos x Compacta " Amazon") en la frecuencia y aplicación de Ácido α -naftalenacético se concluye que este afecta en la conformación del racimo se presentan diferencias significativas en la cantidad de frutos normales y partenocárpico con el tratamiento PAA (1-3-5) se formaron la mayor cantidad de este tipo de frutos y en los estenospermocárpico, con el tratamiento AA (1-10).
- El híbrido Amazon se recomienda este cultivo porque tienen ventajas de tolerar mejor la pudrición del cogollo, mayor conformación de frutos estenospermocarpicos e incremento de peso.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la aplicación de Ácido α -naftalenacético en el híbrido interespecíficos O x G (Manaos x Compacta " Amazon") con el tratamiento PAA (1-3-5) en donde se formaron la mayor cantidad de este tipo de frutos y en los estenospermocárpicos, con el tratamiento AA (1-10).
- Con el uso del Ácido a-naftalenacético en el híbrido interespecíficos O x G (Manaos x Compacta " Amazon") se recomienda por la obtención de la composición del racimo en el cual se determinaron diferencias significativas.
- Continuar los estudios sobre el efecto de las aplicaciones de ANA en la conformación del racimo y de los diferentes tipos de frutos.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Alvarado, A., Escobar, R., & Henry, J. (2013). El híbrido OxG Amazon: una alternativa para regiones afectadas por Pudrición del cogollo en palma de aceite. *Revista Palmas*, 34, 305-314. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10689>
- Atehortua V., M C. P. (2020). Uso del ácido naftalenacético (ANA) sobre la formación de frutos partenocarpicos en palma de aceite (híbrido oxg) en el municipio de San Vicente, Santander. Universidad de Córdoba. Argentina.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2911/Atehortua%20Villegas%20Claudia%20Patricia.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Bastidas Pérez, S., Reyes Cuesta, R., Tolosa Montaña, W., Montero, Y. D., Gutiérrez Verdugo, I., Arenas Rubio, Moreno, L. P., & Arizala, M. J. (2020). Híbrido interespecífico O×G Corpoica Elmira de palma de aceite: una alternativa de producción para zonas afectadas por pudrición del cogollo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7403800>
- Benezoli, V., Acioli, H., Cuadra, S., Almeida, M., Carioca, A., Stiegler, C., & Yoshimitsu, S. (2021). Modeling oil palm crop for Brazilian climate conditions. *Revisst Agricultural Systems*, 190, ISSN 0308-521X. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X21000834?via%3Dihub>
- Bravo, V. (2020). Polinización artificial en palma aceitera, Híbrido OXg, con el uso de Ácido Naftalenacético. <https://elproductor.com/2020/09/polinizacion-artificial-en-palma-aceitera-hibrido-oxg-con-el-uso-de-acido-naftalenacetico/#:~:text=Actualmente%20se%20conoce%20que%20el,al%20producido%20por%20las%20fitohormonas.>
- Camperos, J. E., Pulido, N., Munevar, D. E., Torrecilla, E., Requena, J., Arias, H. & Mosquera-Montoya, M. (2020). Estudio de tiempos y movimientos para la polinización artificial: estudio de caso en una plantación de Santander (Colombia). *Palmas* 41(3), 11-23.
- Corredor-M., J. E. (2021). Diseño de fruta en cultivares OxG con el uso estratégico de ANA. *Palmas*, 42(1), 119-129.
- Daza, E., Ayala D., I., Ruiz R., R., & Romero, H. M. (2020). Effect of the application of plant hormones on the formation of parthenocarpic fruits and oil production in oil palm

- interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). *Plant Production Science*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2020.1862681>
- Fontanilla, C., Rincon, V., Mesa, E., Mariño, D., Barrera, E., & Mosquera, M. (2020). Estimación del rendimiento de la mano de obra en labores de cultivo de palma de aceite: caso polinización asistida. *Revista Palmas*, 37(2), 21-35. ISSN: 2422-0248. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11736>
- Forero, D., Hormaza, P., Moreno, L. & Ruiz, R. (2012). Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. Bogotá D. C., Colombia: Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. 150 p.
- García, A., Ibagué, D., Munévar, D. E., Hernández, J. S., & Mosquera M., M. (2020). Polinización artificial: ¿ANA en suspensión líquida o ANA en mezcla sólida? *Palmas* 41(4), 15-26.
- Guataquira, S., Mesa F., E., Ruíz R., R., & Romero A., H. M. (2019). Evaluación de la viabilidad y germinabilidad del polen durante la labor de polinización asistida en campo: Evaluation of the Feasibility and Germinability of Pollen during Assisted Pollination in Oil Palm Crops. *Revista Palmas*, 40(1), 13-20. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12788>
- Guerin, C., Joet, T., Serret, J., Lashermes, P., Vaissayre, V., Agbessi, M. D., Beule, T., Severac, D., Amblard, P., Tregear, J., Durand G., T., Morcillo, F., & Dussert, S. (2016). Gene coexpression network analysis of oil biosynthesis in an interspecific backcross of oil palm. *The Plant Journal*, 87, 423-441.
- Hernández R., D. A., Daza, E. S., Acosta H., Y. A., & Mosquera M., ontoya M. 2022. Assessing the labor productivity of two methods of artificial pollination in oil palm crops from Colombia. *OCL* 29: 12. <https://doi.org/10.1051/ocl/2022006>
- Linares L., O., Santacruz A., L., & Rosero E., G. (2020). Evaluación de la polinización artificial en el material híbrido OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). *Revista Palmas*, 40(4), 96-105. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/12934/12801>
- Meléndez, M & Ponce, W. (2016). Pollination in the oil palms *Elaeis guineensis*, *E. oleifera* and their hybrids (OxG), in tropical America. *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(1), 102-110. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4638196>

- Montaño, N., & Méndez, J. (2009). Efecto del ácido indol-3-acético y el ácido naftalenacético sobre el largo y ancho del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cultivar “Edisto 47”. *Revista UDO agrícola*, 9(3), 530-538. <https://core.ac.uk/download/pdf/235930634.pdf>
- Montúfar, R., Louise, C., & Tranbarger, T. (2018). *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés: una palma abandonada de la Amazonía ecuatoriana. *Revista Ecuatoriana De Medicina Y Ciencias Biológicas*, 39(1). <https://doi.org/10.26807/remcb.v39i1.584>
- Mosquera, M., López, D., Ruiz, E., Valderrama, M., & Castro, L. (2019). Mano de obra en cultivos de palma aceitera de Colombia: participación en el costo de producción y demanda. *Palmas*, 40(1): 46–53.
- Navarrete, M., Zambrano, S., Zambrano, W., Romero, M., Racines, M., Paredes, E., Quintero, L., & Ortega, D. (2020). Evaluación de la eficiencia de tres equipos de extracción de aceite con diferentes genotipos de palma aceitera (*Elaeis* sp.). *Revista Enfoque UTE*, 11(2), 21-28. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422020000200021
- Niño E., A., García P., A. M., Pulido Á., N. F., Mendoza, J., Cruz, L. C., & Torrecilla R., E. (2021). Polinización, criterios de cosecha y procesamiento del híbrido OxG en Palmas y Extractora Monterrey S. A. *Revista Palmas*, 42(1), 130-138. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13458>
- Ochoa, I. & Palacio, N. (2021). Contribución al diseño de racimos con ácido α -naftalenacético (ANA). *Revista Palmas*, 42(1), 107-118. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13456/13195>
- Pérez, W. A., & Arias A., N. A. (2021). Reducción del malogro en racimos de cultivares híbrido OxG (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) mediante el uso de buenas prácticas. *Revista Palmas*, 42(2), 82-92. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13505>
- Potter L. (2020). Colombia’s oil palm development in times of war and ‘peace’: Myths, enablers and the disparate realities of land control. *Revist Journal of Rural Studies*. Volume 78, 491-502. ISSN 0743-0167. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.10.035>
- Prada, F. & Romero, H. M. (2012). Muestreo y análisis de racimos en el cultivo de la palma de aceite. Bogotá: Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), Sistema Nacional de Aprendizaje (SENA), Sociedad de Agricultores de Colombia

(SAC).

<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>

- Rincón, S. M., Hormaza, P. A., Moreno, L. P., Prada, F., Portillo, D. J., García, J. A., & Romero, H. M. (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. *Industrial Crops and Products*, 49, 204– 210. https://www.researchgate.net/publication/257372269_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
- Romero, H. M. (2018). Polinización artificial de híbridos OxG para la obtención de frutos partenocápicos y la producción de aceite (*Elaeis oleifera* Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). *El Palmicultor*, (558), 15-18.
- Romero, H. M., Caicedo, A., & Ayala, D. I. (2020). Utilización de ácido 1-naftalenacético (ANA) para incrementar la producción de aceite en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) [Nota técnica]. *El Palmicultor*, 576, 13-15.
- Ruiz Á., E., Daza, E. S., Caballero B., K., & Mosquera M., M. (2021). Complementing assisted pollination with artificial pollination in oil palm crops planted with interspecific hybrids OxG (*Elaeis guineensis* x *Elaeis oleifera*): is it profitable? *OCL* 28: 27.
- Ruiz Á., E., Mosquera M., M., Munévar M., D. E., Sinisterra O., K. X., López A., D. F., Franco V., L. A., Hoyos R., W. Y., Mesa F., E., Bernal A., I., Sibaja, P., Banguera, J. J., Bolívar Ortiz, A. L., López R., F., Mejía B., Y., Santacruz A., L., Aguiar L., C., Rosero E., G., Torrecilla R., E., Jiménez H.a, W., Pulido Á., N., & Rojas Y., L. F. (2021). Referenciación competitiva al proceso de polinización artificial en cultivares híbridos interespecíficos OxG: Coari x La Mé. *Boletines técnicos*, (40), 69. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/13416>
- Ruiz-Romero, R., Daza, E., Calpa, Ángela, & Hernán M., R. (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*, 41(2), 38-47. Recuperado a partir de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13166>

Sánchez R., A., Steve D., E., Ruiz R., R., & Romero A. H. M. (2011). Polinización asistida en palma de aceite. Bogotá, Colombia. 168 p. <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/107703/GM%20Polinizaci%C3%B3n%20asistida%20en%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, L., & Romero, H. (2013). Viabilidad y morfología del polen de diferentes materiales de palma de aceite. Cenipalma. Ceniavances 171. https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fpublicaciones.fedepalma.org%2Findex.php%2Fceniavances%2Farticle%2Fdownload%2F10695%2F10681&ei=h-omVeHSIIrWsAXDIYGoCA&usg=AFQjCNFHMCpIRqp_xw3TSbD56mejzQ4xjA

Sinisterra, K., Caicedo, A., Castilla, C., Ceballos, D., Palacio, M., Cortes, I., Camperos, J., Ayala, I. & Mosquera-Montoya, M. (2019). Validación del punto óptimo de cosecha en el cultivar híbrido OxG Corpoica (Cerete x Deli y Cerete x Yagambi). *Ceniavances* 189.

Vijay, V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., & Smith, S. J. (2016). The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. *PLoS ONE*, 11(7), e0159668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668>

Villareal V., L., Celi S., A., Centeno A., J., & Bravo Y., V. (2022). Una mirada fisiológica a la polinización artificial con ácido α -naftalenacético a la producción de palma aceitera. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 1963-1978. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2004

8. ANEXOS.

Anexo 1. ADEVA de la variable diámetro de frutos

Tabla 15. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos normales

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 25,83 | 5 | 5,17 | 0,84 | NS |
| Bloque | 13,00 | 2 | 6,50 | 1,05 | NS |
| Error | 61,67 | 10 | 6,17 | | |

Tabla 16. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos partenocárpico

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 35,11 | 5 | 7,02 | 2,18 | NS |
| Bloque | 12,44 | 2 | 6,22 | 1,93 | NS |
| Error | 32,22 | 10 | 3,22 | | |

Tabla 17. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 59,17 | 5 | 11,83 | 1,53 | NS |
| Bloque | 12,00 | 2 | 6,00 | 0,78 | NS |
| Error | 77,33 | 10 | 7,73 | | |

Tabla 18. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos normales

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 25,17 | 5 | 5,03 | 1,84 | NS |
| Bloque | 4,00 | 2 | 2,00 | 0,73 | NS |
| Error | 27,33 | 10 | 2,73 | | |

Tabla 19. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos partenocárpico

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 52,94 | 5 | 10,59 | 1,70 | NS |
| Bloque | 21,78 | 2 | 10,89 | 1,75 | NS |
| Error | 62,22 | 10 | 6,22 | | |

Tabla 20. Análisis de varianza de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 30,94 | 5 | 6,19 | 1,27 | NS |
| Bloque | 1,44 | 2 | 0,72 | 0,15 | NS |
| Error | 48,56 | 10 | 4,86 | | |

Anexo 2. ADEVA de la variable conformación de racimos de frutos

Tabla 21. Análisis de varianza de la variable conformación de racimos de frutos normales

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 551,52 | 5 | 110,30 | 4,44 | ** |
| Bloque | 29,73 | 2 | 14,87 | 0,60 | NS |
| Error | 248,25 | 10 | 24,83 | | |

Tabla 22. Análisis de varianza de la variable conformación de racimos de frutos partenocárpicos

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 1854,29 | 5 | 370,86 | 13,10 | ** |
| Bloque | 10,43 | 2 | 5,22 | 0,18 | NS |
| Error | 283,11 | 10 | 28,31 | | |

Tabla 23. Análisis de varianza de la variable conformación de racimos de frutos estenopermocárpicos

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 9780,63 | 5 | 1956,13 | 13,91 | ** |
| Bloque | 86,96 | 2 | 43,48 | 0,31 | NS |
| Error | 1406,68 | 10 | 140,67 | | |

Anexo 3. ADEVA de la variable peso del racimo

Tabla 24. Análisis de varianza de la variable peso de racimo

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|----|
| Tratamiento | 45,26 | 5 | 9,05 | 2,78 | NS |
| Bloque | 5,75 | 2 | 2,87 | 0,88 | NS |
| Error | 32,59 | 10 | 3,26 | | |

Tabla 25. Análisis de varianza de la variable peso de racimo

| Fuente de variación | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Cuadrados medios | p-valor | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|----|
| Tratamiento | 499,17 | 5 | 99,83 | ,86 | NS |
| Bloque | 523,00 | 2 | 261,50 | 2,26 | NS |
| Error | 1156,33 | 10 | 115,63 | | |

Anexo 4. Flor en fase antesis y postantesis del material Amazon apta para la polinización



Ilustración 1. Flor en fase de Antesis



Ilustración 2. Flor en fase de Postantesis

Anexo 5. Racimos listos para la cosecha



Ilustración 3. Racimo del Tratamiento 1



Ilustración 4. Racimo del Tratamiento 2



Ilustración 5. Racimo del Tratamiento 3



Ilustración 6. Racimo del Tratamiento 4

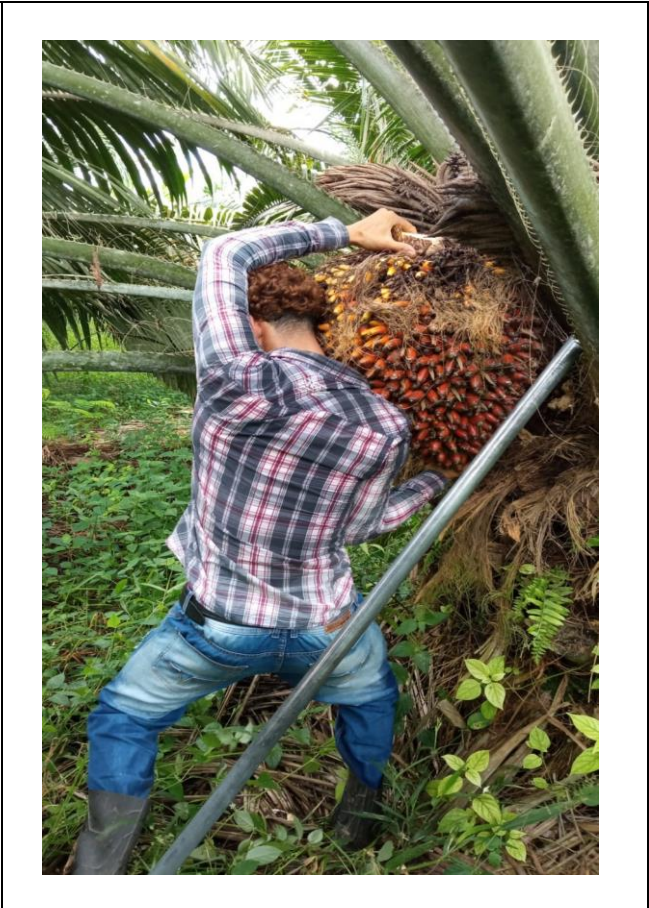


Ilustración 7. Racimo del Tratamiento 5



Ilustración 8. Racimo del Tratamiento 6

Anexo 6. Cosecha de racimos



Anexo 7. Racimos cosechados

