

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIA

Evaluación del efecto de frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido Interespecífico O x G (*Coarí x La Mé*)

AUTOR: Conforme Delgado Rongel Paul

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño MsC.

El Carmen, agosto de 2022

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2 Página i de 59

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Extensión El Carmen, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría del estudiante **Rongel Paul Conforme Delgado**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2021(2)-2022(1), cumpliendo el total de 440 horas, bajo la opción de titulación de cuyo tema del proyecto es “**Evaluación de frecuencias de aplicación de ácido naftalenacético en el potencial de aceite de racimo en híbridos interespecífico O x G “Coari x la Me”**”.

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 de 2022.

Lo certifico,

Ing. Jorge Vivas Cedeño, MsC.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Evaluación del efecto de frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido interespecífico O x G (*Coarí x La Mé*)

AUTOR: Rongel Paul Conforme Delgado

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño, MsC.

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

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO _____

MIEMBRO _____

MIEMBRO _____

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios por haberme colmado de sabiduría durante este largo recorrido, a todas esas personas que me apoyaron y creyeron en mi desde el principio mi eterno agradecimiento.

Dedicado a aquellos que ya no están a mi lado, desde el firmamento sonrían y se regocijan de felicidad al verme cumplir uno de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a mi madre Jaqueline Delgado por haberme guiado desde el principio por el camino correcto con su sabiduría y sus consejos, por darme todo su amor de madre.

A mi padre Manuel Vera por apoyarme en todo momento, por haberme forjado en ser una persona de bien, muchos de mis logros son gracias a él.

A mi esposa Ana Erraez por apoyarme en todo momento durante este largo proceso; a mi hija Valentina Conforme por ser mi pilar de lucha día a día.

A mis tías Mariana Delgado, Lucrecia Delgado, Policarpia Delgado, a mi prima Deise Delgado, Neicer Delgado por ser un pilar en mi vida estudiantil.

A mis amigos, Alexander Erraez, Ruddy Cedeño, Joel Quimis, los cuales considero parte de mi familia por brindarme su amistad y consejos en este largo trayecto el cual lo recorrimos juntos. A mis hermanos, y demás familiares gracias por brindarme su apoyo incondicional

Agradezco al Ing. Guido Rubio por permitirme realizar la investigación en sus predios; Agradezco a ANCUPA por facilitar sus instalaciones para realizar este trabajo investigativo y al ingeniero Vladimir Bravo por brindarnos sus conocimientos, su paciencia y apoyo durante la investigación.

Agradezco a mi tutor ingeniero Jorge Vivas por estar siempre pendiente durante el tiempo que duró el trabajo investigativo. Agradezco a Pazmiño Lino (+) por haberme brindado sus palabras de aliento de no desmayar.

Un agradecimiento especial para estas mujeres importantes, mi tía María de la O (+) gracias por haberme brindado su amor y cariño de una madre, desde el firmamento sé que estarás feliz porque cumplí esta meta que tanta ilusión le hacía.

Agradezco a mi tía Martha Delgado por convertirse en una madre y brindarme su cariño, apoyo durante este largo recorrido.

INDICE

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXO	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Taxonomía	3
1.2 Origen	3
1.3 Importancia económica	4
1.4 Características morfológicas de la Palma Africana	4
1.5 Variedades de palma	5
1.6 Híbridos de palma y beneficios.....	5
1.6.1 Híbrido OxG	5

1.7	Polinización.....	5
1.7.1	Polinización asistida	6
1.8	Ácido α -naftalenacético.....	6
1.8.1	Ácido naftalenacético en el híbrido.....	7
1.9	Potencial de aceite en racimo.....	7
CAPITULO II.....		8
2	INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	8
CAPÍTULO III		10
3	MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1	Localización de la unidad experimental	10
3.2	Caracterización agroecológica de la zona.....	10
3.3	Variables	10
3.4	Variables independientes	10
3.4.1	Métodos	11
3.4.2	Frecuencia.....	11
3.5	Variables dependientes.....	11
3.6	Tratamientos	12
3.7	Características de las Unidades Experimentales.....	12
3.8	Análisis Estadístico.....	13
3.9	Instrumentos de medición	14

3.9.1	Materiales y equipos de campo	14
3.9.3	Materiales de oficina y muestreo	14
3.9.4	Manejo del ensayo	15
CAPÍTULO IV		16
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1	DIÁMETRO DE FRUTOS.....	16
4.1.1	Frutos normales	16
4.1.2	Frutos partenocárpico.....	17
4.1.3	Frutos estenopermocárpico	18
4.2	Longitud de frutos.....	20
4.2.1	Frutos normales	20
4.2.2	Frutos partenocárpico.....	21
4.2.3	Frutos estenopermocárpico	22
4.3	Conformación de racimos	23
4.3.1	Frutos normales	23
4.3.2	Frutos partenocárpico.....	24
4.3.3	Frutos estenopermocárpico	26
4.4	Peso de racimo	27
4.5	Días a la cosecha	29
CAPITULO V.....		31
5	CONCLUSIONES	31

6	RECOMENDACIONES	32
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	xiv
	ANEXOS	xx

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad.	10
Tabla 2. Disposiciones de los tratamientos en estudio.	12
Tabla 3. Características de la unidad experimental	13
Tabla 4. Esquema de ADEVA.....	13
Tabla 5. Diámetro de frutos normales en aplicación de Ácido α -naftalenacético.	16
Tabla 6. Diámetro de frutos partenocárpico en aplicación de Ácido α -naftalenacético.	17
Tabla 7. Diámetro de frutos estenopermocárpico en aplicación de Ácido α -naftalenacético.	18
Tabla 8. Longitud de frutos normales en aplicación de Ácido α -naftalenacético.	20
Tabla 9. Longitud de frutos partenocárpico en aplicación de Ácido α -naftalenacético.....	21
Tabla 10. Longitud de frutos estenopermocárpico en aplicación de Ácido α -naftalenacético.	22
Tabla 11. Conformación del racimo con frutos normales en aplicación de Ácido α - naftalenacético.	23
Tabla 12. Análisis de la varianza para la conformación del racimo con frutos partenocárpico en aplicación de Ácido α -naftalenacético.....	25
Tabla 13. Conformación del racimo con frutos partenocárpico en aplicación de Ácido α - naftalenacético.	25
Tabla 14. Conformación del racimo con frutos estenopermocárpico en aplicación de Ácido α -naftalenacético.....	26
Tabla 15. Peso del racimo en aplicación de Ácido α -naftalenacético.	28
Tabla 16. Días a la cosecha en aplicación de Ácido α -naftalenacético.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medias de la variable diámetro de frutos normales.	17
Figura 2. Medias de la variable diámetro de frutos partenocárpico.	18
Figura 3. Medias de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico.	19
Figura 4. Medias de la variable longitud de frutos normales.	20
Figura 5. Medias de la variable longitud de frutos partenocárpico.	23
Figura 6. Medias de la variable longitud de frutos estenopermocárpico.	22
Figura 7. Medias de la variable conformación del racimo con frutos normales.	24
Figura 8. Medias de la variable conformación del racimo con frutos partenocárpico.	26
Figura 9. Medias de la variable conformación del racimo con frutos estenopermocárpico. ..	27
Figura 10. Medias de la variable peso del racimo.	28
Figura 10. Medias de la variable Días a la cosecha.	30

ÍNDICE DE ANEXO

Anexos 1. Medidas de la variable diámetros de frutos.....	xx
Anexos 2. Medida de la variable largo de frutos.	xx
Anexos 3. Medidas de las variables peso de racimo	xxi
Anexos 4. Medidas de la variable días a la cosecha.	xxii
Anexos 5. Fotografías del proceso de campo y fase de laboratorio	xxii

RESUMEN

El trabajo investigativo constó de dos fases, la primera, de campo se desarrolló en la hacienda san Guido, sector Silenció Chico, perteneciente a la Parroquia Unión ateniende al cantón Quinindé, Provincia Esmeraldas. Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), representado con 6 tratamientos y 3 repeticiones, empleando polen + Ana "en testigos" ácido α -naftalenacetico en los otros tratamientos, para la conformación y desarrollo de frutos en cultivos híbridos O x G, la fase dos se desarrolló en el Centro de Investigación en Palma Aceitera (ANCUPA), ubicado en el km 37 ½ vía Santo Domingo de los Tsáchilas – La Concordia a fin de valorar los resultado del ácido a-Naftalenacetico utilizado en híbridos, evaluando la conformación de racimos, peso de racimo, días a la cosecha, longitud de frutos, diámetros de fruto, los resultados obtenidos fueron comparados utilizando la prueba de Tukey en la aplicación de software INFOSTAT versión 2020.).

Palabras claves: Ácido ANA, racimo, palma, híbridos, polen.

ABSTRACT

The investigative work consisted of two phases, the first, in the field, was developed in the San Guido farm, Silenció Chico sector, belonging to the Unión Parish belonging to the Quinindé canton, Esmeraldas Province. A randomized block design (DBCA) was applied, represented with 6 treatments and 3 repetitions, using pollen + Ana "in controls" α -naphthaleneacetic acid in the other treatments, for the conformation and development of fruits in O x G hybrid crops. , phase two was developed at the Oil Palm Research Center (ANCUPA), located at km 37 ½ via Santo Domingo de los Tsáchilas - La Concordia in order to assess the results of naphthaleneacetic acid used in hybrids, evaluating the conformation of bunches, their weight, normal fruits, parthenocarpic, stenopermocarpic, aborted fruits, white fruits, rachilla numbers, the results obtained were compared using the Tukey test in the software application PSPP (Statistical Software). In conclusion, the application of α -naphthaleneacetic acid (ANA) has an influence on the conformation of the bunch, because the applications with only ANA present content of fruits that contain oil above 90%, which indicates a good formation of all the fruits that were stimulated by the growth regulator.

Keywords: Acid ANA, bunch, palm, hybrids, pollen.

INTRODUCCIÓN

Hay indicios históricos, fósiles y lingüísticos del origen africano de la palma, mucha en evidencias de un análisis hecho por Friedel, que la grasa encontrada en un jarrón de una tumba en Abydos (alrededor de 3,000 años AC) pudo haber sido de palma africana. (Technoserver, 2009)

La historia del Híbrido de Palma tiene algo más de 35 años y se remonta a los años 70, cuando el investigador Jacques Meunier realizó algunos cruzamientos con material de la zona del Sinú. Los cruzamientos se sembraron en plantaciones de Colombia, Ecuador, África (Lame Costa de Marfil), e Indonesia, sin conocer su potencial ni limitaciones, lo que sirvió para comprobar la alta tolerancia de estas palmas a algunos fitopatógenos y fitófagos. Ollagnier llevó a Indupalma semillas de oleíferas de origen Coarí, obteniendo el primer investigador de híbridos a partir de Coarí, Philippe Genty, 70 palmas, en 1977 (Barba, 2010).

Al no existir una fecundación natural, en híbridos O x G, se ha utilizado reguladores de crecimiento, sustituyendo al polen natural tal es el caso del ácido naftalenacético (ANA) es un compuesto orgánico con propiedades hormonales pertenece a la familia de las auxinas, es fundamental tener en cuenta los riesgos para el palmicultor y empresas, al no existir una polinización, sus cultivos se verán afectados, existe otra alternativa para contribuir en las mejoras del cultivo a través de la polinización asistida con el uso del ANA (Romero M. , 2020).

Actualmente se conoce que el efecto del ácido a-naftalenacético (ANA) beneficia al cultivo de palma aceitera O x G, mejorando la conformación y el potencial de aceite del racimo por el desarrollo de frutos sin semilla, debido al estímulo análogo al producido por las fitohormonas se determinó como objetivo principal evaluar el efecto de frecuencias del ácido a-naftalenacético y su potencial de aceite en racimo, esto acompañado con sus objetivos específicos como Establecer la dosis de aplicación del ácido a-naftalenacético que mejor incide en las características y formación de frutos que contiene aceite, también determinar el momento de la cosecha y el rendimiento y determinar los costos variables para los tratamientos propuestos, buscando dar respuesta a nuestra hipótesis planteada. La aplicación de ácido a-naftalenacético en diferentes frecuencias incide en el potencial de aceite en racimo híbrido interespecífico O x G (*Coari x la Me*). Esta labor se llevó a cabo en la instalación ANCUPA.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de frecuencias de aplicación de Ácido a-naftalenacetico en el potencial de aceite en racimo en hibrido interespecifico O x G (*Coarí x La Mé*)

Objetivos específicos

- Establecer la dosis de aplicación de Ácido a-naftalenacetico que mejor incide en las características y formación de frutos que contiene aceite.
- Determinar el momento de la cosecha y el rendimiento.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Taxonomía

- *Elaeis oleífera* (Kunth) Cortés; El. Colombia. 1: 203 (1897).
- *Elaeis guineensis* Jacq.; Select. Stirp. Amer. Hist. 280, pl. 172 (1763).

Su clasificación taxonómica es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Arecales

Familia: Arecaceae

Género: *Elaeis*

Especie: *E. oleífera* y *E. guineensis*

1.2 Origen

Hay indicios históricos, fósiles y lingüísticos del origen africano de la palma, mucha en evidencias de un análisis hecho por Friedel, que la grasa encontrada en un jarrón de una tumba en Abydos (alrededor de 3,000 años AC) pudo haber sido de palma africana (Technoserver, 2009).

La palma de aceite conocida por nombre científico como *Elaeis Guineensis*, es de clima tropical y según investigaciones su origen es de África occidental por tal motivo su denominación como palma africana, existen indicios históricos de restos fósiles encontrados en un jarrón en la tumba

de Abydos 3,000 años A.C, los que evidencia que este alimento era consumido por nuestros antepasados; por otra parte, Clusius expone que este aceite era consumido por colonizadores y comerciantes de esclavos por el año 1605, en la actualidad la palma africana se ha convertido en una fuente potencial de ingresos para muchos países como es el caso de Ecuador (Somilec, 2014).

1.3 Importancia económica

La riqueza de un país se puede medir, por su capacidad de autoabastecerse de materia prima para sus industrias y por la disponibilidad de productos exportables. La palma africana desde la antigüedad se ha utilizado en diversas industrias para la elaboración de varios productos como cremas, margarina, cosméticos, jabones, detergentes, velas, entre otros. Desde que los aceites de pulpa y almendra de palma africana empezaron a utilizarse como materia prima para la fabricación de productos comestibles e industriales, su demanda se encuentra en constante aumento en el mundo (Borja, 2013).

De la misma forma, la palma africana, es una de las oleaginosas con mayor rendimiento en toneladas métricas por hectárea. Por lo cual, el cultivo de esta planta es de gran importancia económica ya que provee de aceite de palma y derivados en grandes cantidades a nivel mundial (CFR, 2013).

1.4 Características morfológicas de la Palma Africana

La palma aceitera es considerada como una planta monocotiledónea, proveniente del orden Palmales, familia Palmáceas, género *Eleaëis guineensis*. En este tipo de planta se producen inflorescencias masculinas y femeninas, por lo cual se considera que es monoica. El aspecto de la palma aceitera es la de un árbol esbelto, cuyo tallo alcanza los 25m de altura con hojas largas y arqueada. Las primeras flores surgen aproximadamente entre los 20 a 24 meses, generalmente en condiciones normales es a partir de esta edad el surgimiento de cada hoja, el ciclo de las inflorescencias tanto femeninas como masculinas varían la producción estacionalmente; estas inflorescencias dan origen a la formación de frutos en forma de racimos, los cuales varían en su forma y número, estos cambian con la edad y genética. (Raydaga, 2008)

Los frutos están constituidos por estigma, exocarpo, mesocarpo o pulpa, endocarpo o cuesco, endospermo o almendra y embrión, se insertan a un racimo que puede alcanzar un peso de hasta

15kg y puede producir un aceite de color rojo que representa entre el 18 y 26 % del peso total, con una elevada calidad por el contenido de carotenos (Szydłowska-Czerniak, s.f.)

1.5 Variedades de palma

Elaeis guineensis, conocida como palma africana, originaria del golfo de Guinea, la más utilizada por los grandes avances agro-tecnológicos en sus cultivos, dando un productivo desarrollo en la genética producida en esta especie de palma, en principio se buscaba generar más fruto y mediante las investigaciones realizadas logrando un mejor resultado en la alta proporción de extracción del aceite (Melado, 2008).

Elaeis oleífera también conocida como palma americana o noli, se originó en diversas regiones de Centro y Suramérica, aunque tienen muchas similitudes con la africana, difiere ésta en su hábito rastrero de crecimiento, en el lento crecimiento del tallo y la resistencia o al menos tolerancia, al exceso de humedad y algunas enfermedades. (RAYGADA, 2008)

1.6 Híbridos de palma y beneficios.

Los beneficios más notorios por la realización de este método se puede observar la gran producción de materia prima que llega a tener un alcance de entre 28 y 35 toneladas de fruta por hectárea cada año, de igual forma el aceite producido por este híbrido desarrolla antioxidantes, carotenos y vitaminas naturales tales como la vitamina E; de tal forma este aceite conocido como aceite de oliva es denominado excelente en calidad nutricional porque posee elevados niveles de ácidos grasos insaturados que ayudan en la regularización de los niveles de colesterol (FEDEPALMA, 2015).

1.6.1 Híbrido OxG

Los problemas fitosanitarios promovieron la introducción de nuevos materiales con tolerancia a enfermedades, como los híbridos OxG, pero la tasa de extracción de aceite es baja, por lo tanto, hacen uso de la polinización asistida para que los diferentes genotipos consigan un mayor potencial de aceite, aun cuando esto conlleva mayores costos de producción. Este híbrido es característico por su tolerancia a enfermedades tales como pudrición de cogollo, floración productiva precoz, además sus inflorescencias facilitan la polinización ya sea natural o asistida (Daza, 2016).

1.7 Polinización.

El cultivo de palma africana es polinizado por el curculiónido *Elaeidobius kamerunicus*, pero en el caso de los híbridos no se han encontrado polinizadores efectivos. Se propone el uso del nitidúlido *Mystrops sp.* y de los curculiónidos *Couturierius sp.* y *Grasidius sp.*, pero para plantaciones pequeñas, pues la efectividad en la polinización no es elevada.

En híbrido debido a que la polinización entomófila es baja (o nula) y el polen producido presenta baja viabilidad, lo cual implica la implementación de polinización asistida, usando polen de palma guineensis para incrementar el rendimiento de fruta fresca, favoreciendo a la formación de frutos normales (con semilla) y disminución de frutos abortados (no recibieron polen, no se llenan de aceite y se pudren) (Bravo V. , 2020)

La polinización puede ser realizada de dos formas, ya sea por insectos o viento, sin embargo, existen lugares donde la presencia de los insectos polinizadores es escasa, en estos casos se debe realizar polinización asistida, la cual consiste en diseminar polen a las inflorescencias femeninas abiertas en el periodo de antesis, para conseguir la fecundación y posterior lograr una excelente conformación del racimo (INIAP, 2019).

1.7.1 Polinización asistida

La polinización asistida se debe realizar cuando exista ausencia o baja presencia de insectos polinizadores, fecundación extremadamente baja menor a 20%; baja producción natural de polen, debido al reducido número de inflorescencias masculinas, menor al 10% y reducida viabilidad o fecundidad del polen; la ventajas de esta son aprovechar el mayor número de inflorescencias femeninas, incrementar el número de frutos formados, aumentar el peso medio de racimo, lograr una excelente conformación de racimos e incrementar la extracción de aceite/racimo/hectárea (El Productor, 2020).

1.8 Ácido a-naftalenacético.

el ácido a-naftalenacético, pertenece a las familias de las auxinas, tiene funciones como regular el crecimiento igual que las auxinas, puede participar en la inducción de raíces adventicias y en promover el cuajado de los frutos (Planthormones, 2021).

El uso de diferentes reguladores de crecimiento como el ácido a-naftalenacético (ANA) el

cual permite dar un mayor volumen y por ende rendimiento del mesocarpio, de tal forma que la utilización de estos reguladores permite la polinización asistida para enmendar factores de fructificación como es el caso del traslado del polen de manera natural (Rosero y Santacruz, 2015).

La polinización asistida en híbridos de palmas aceiteras O x G es fundamental para la obtención de mayores potenciales de aceite en el racimo, debido a que busca aumentar la formación de frutos con aceite en proporción con el racimo y por ende la disminución de frutos abortados (Rosero y Santacruz, 2014).

Actualmente se conoce que el efecto del ácido α -naftalenacético (ANA) beneficia al cultivo de palma aceitera O x G, mejorando la conformación y el potencial de aceite del racimo por el desarrollo de frutos sin semilla, debido al estímulo análogo al producido por las fitohormonas. Esta tecnología constituye una nueva realidad en el híbrido O x G, pues permite un mayor rendimiento alcanzando rentabilidad, y por lo tanto es un cultivo más accesible para palmicultores pequeños (Bravo V. , 2020).

1.8.1 Ácido naftalenacético en el híbrido.

En la actualidad el efecto del ANA significa beneficios para el cultivo de palma aceitera, mejorando el potencial de aceite gracias al desarrollo de frutos sin semilla, mediante el estímulo análogo al producir fitohormonas, métodos que componen una nueva realidad del híbrido O x G, logrando un incremento en la rentabilidad dando acceso también a pequeños palmicultores. Pese a ser un método que aplicado a híbridos con características morfológicas diferentes en las inflorescencias existen incompatibilidades, por lo tanto, presentan variantes en los resultados, constituyendo un reto en su implementación para conseguir los resultados esperados (Atehortua, 2020).

1.9 Potencial de aceite en racimo

El potencial de extracción de aceite de fruto de palma es un instrumento de mucha utilidad, la cual sirve esencialmente para obtener un patrón de balance que muestre el porcentaje correcto de aceite que se puede conseguir del fruto de la palma. El cálculo de distintas variables tales como; pérdidas de la planta en campo, disminución de la calidad del fruto o en el mismo potencial, permiten tomar acciones fundamentadas que tenga un elevado grado de

probabilidad para contribuir a la disminución de las pérdidas de aceite y, por supuesto, a mejorar la extracción de aceite, en resumen, lo que no se mide no es posible controlarlo. (Atehortua Villegas, 2018).

CAPITULO II.

2 INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

El híbrido interespecífico O x G requiere un manejo agronómico que incluye la polinización asistida (y artificial). Diversos estudios con polinización artificial y el uso de ácido α -naftalenacético (ANA) han demostrado los beneficios de este compuesto para la conformación de racimos y el contenido de aceite en racimo (Bravo V., 2021).

Por ello, 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) (Bravo V., 2022).

A pesar de la reducción del contenido de frutos normales, no se registraron diferencias estadísticas para el peso promedio del racimo, debido a que la relación raquilas a racimo incrementó significativamente en los tratamientos con 3 ciclos de aplicación de ANA, mientras que en los tratamientos testigo (3 aplicaciones de polen) este valor disminuyó. De esta manera, se encontró que existen beneficios para las variables peso promedio, conformación de racimo y potencial de aceite en racimo directamente proporcionales a la aplicación de ANA. Por lo anterior, se recomienda el uso de ANA y polen por separado (Bravo V., 2022).

El siguiente estudio evaluó el ácido α -naftalenacético sobre el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimo en el cultivo de híbrido O x G (*Coarí x la Mé*), en fase de laboratorio. Al analizar todos los beneficios de la aplicación del ANA en los cultivos se definió como objetivo general evaluar el efecto de la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) en el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimos en el cultivo de híbrido O x G, y para ser cumplido se procedió a llevar a cabo los objetivos específicos como observar el desarrollo referente a

longitud y diámetro de los frutos con la aplicación del ANA, así como también evaluar el efecto de la aplicación del ANA (Bastidas, 2021). En relación a lo expuesto en la investigación, se pudo concluir, que la polinización con ANA (ácido α -naftalenacético) beneficia el cultivo de palma aceitera e híbrido O x G reformando la conformación y por ende el potencial de aceite en el desarrollo de frutos sin semilla (partenocárpicos o estenopermocárpicos), proceso que se realizó alternándose con polen en varios ciclos y frecuencias de aplicación, de acuerdo al proceso es de gran importancia la separación y clasificación de frutos para determinar el o los efectos potenciales en el racimo, teniendo en cuenta que en la utilización mientras mayor sea el número de aplicaciones de ácido α -naftalenacético y al menos exista una de polen, se influye sobre el tamaño de la nuez mejorando la conformación del racimo y generando una mayor cantidad de aceite (Bastidas, 2021).

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

El trabajo de campo se desarrolló en la hacienda San Guido, sector Silencio Chico perteneciente a la Parroquia La Unión, ateniendo al Cantón Quinindé provincia de Esmeraldas (Latitud $0^{\circ}10'14.67574$ S y Longitud: $-79^{\circ}19'33.42475$ O) la fase dos se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL, ubicado en el Km. 37 ½ de la vía Santo Domingo de los Colorados - La Concordia (S $0^{\circ}15'10.98''$ O $79^{\circ}10'31.3''$).

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

Tabla 1. Características agroecológicas de la localidad.

Características	
Clasificación bioclimática	Seco-tropical
Temperatura (°C)	25,1
Humedad Relativa (%)	74%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	898,6
Precipitación media anual (mm)	1810
Altitud (msnm)	134

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2020)

3.3 Variables

3.4 Variables independientes

Tipos de polinización

Frecuencia

3.4.1 Métodos

Método teórico: Permitió un análisis teórico del efecto de frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacetico en el potencial de aceite en racimo de palma aceitera

El analítico sintético: Permitió un análisis de los resultados obtenidos, su síntesis y el

establecimiento de conclusiones del efecto de frecuencias de aplicación de ácido a-naftalenacético en el potencial de aceite en racimo de palma aceitera.

Método empírico.

Experimento: El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la hacienda San Guido, ubicada en la parroquia la Unión cantón Quinde provincia de Esmeralda, se empleó un diseño de bloques al azar (DBCA) con seis tratamientos y tres repeticiones

Nivel estadístico matemático.

Se realizó un análisis de varianza para determinar las diferencias estadísticas de los tratamientos evaluados. Para la media se aplicó la prueba de Tukey 0.05 mediante el programa InfoStar.

3.4.2 Frecuencia

Las aplicaciones se iniciaron el día de la antesis y en lo sucesivo los días impares hasta el nueve (1, 3, 5, 7 y 9). La dosis de aplicación fue de 720 mg/Inflorescencia, excepto en el Testigo donde se aplicó la dosis recomendada por ANCUPA (240 mg/Inflorescencia) y polen

3.5 Variables dependientes.

Diámetro del fruto: Se tomaron 30 frutos de cada racimo y se midió el diámetro en la parte central del fruto usando un calibrador.

Longitud del fruto: Se tomaron 30 frutos de cada racimo y se midió desde la base del fruto hasta la parte apical usando un calibrador. No se tomará en cuenta los lóbulos del estigma.

Conformación de racimo en: Se registraron el porcentaje de frutos normales, frutos partenocárpicos, frutos estenopermocárpicos y frutos abortados en el Laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL.

Peso de racimo: Se determinó el peso del racimo 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 Tratamientos

Los Tratamientos utilizados en la valuación del efecto de frecuencias de aplicación de Ácido

α -naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido interespecífico O x G (*Coarí x La Mé*), se muestran a continuación.

Tabla 2. Disposiciones de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Descripción (Días de aplicación)	Distribución de la dosis (mg)
Testigo	Polen (1)-ANA (3)-ANA (5)	100-240-240
T1	ANA (1)	720
T2	ANA (1 y 3)	360-360
T3	ANA (1 y 5)	360-360
T4	ANA (1 y 7)	360-360
T5	ANA (1 y 9)	360-360

ANA: Ácido α -naftalenacético.

3.7 Características de las Unidades Experimentales.

La unidad experimental estaba conformada por seis plantas en cada tratamiento

Se contó con un total de 108 Unidades experimentales, de 15,10 x 15,10 m con un área de estudio de 13 ha, donde se aplicó ácido α -naftalenacético

Riego: Se realizó en temporada de verano un total de 20 litros por semana cada planta, 80 litros por mes, un total de 8 960 litros por hectárea en una densidad poblacional de 112 plantas.

Control de maleza: el control fue de forma mecánica y manual

Fertilización de la planta: dos veces al año, un total de 880 kilos por hectárea, 8 kilos por planta, dividido en las dos aplicaciones, estas se realizaron una o dos semanas antes de las caídas de lluvias y dos semanas antes de finalizar.

Edad del cultivo: 5 años

Poda de cultivo: Cada seis meses.

Tipo de fertilización: Mezclas físicas, 1 de nitrógeno, 4 de Fósforo.

Total, del área: lote 1 (10 hectáreas) Y lote 2 (3 hectáreas)

Tabla 3. Características de la unidad experimental

Características de las unidades experimentales	
Superficie del ensayo	13ha
Numero de parcelas	6
Plantas por parcela	36 plantas
Plantas a evaluar	6 plantas
Repeticiones	3
Población del ensayo	108 plantas

3.8 Análisis Estadístico

Se aplicó un diseño de bloques al azar (DBCA), representado con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Para el análisis estadístico se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%.

Tabla 4. Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total (N-1)	17
Repeticiones (k-1)	2
Tratamientos (K-1)	5
Error (N-K)	10

3.9 Instrumentos de medición

3.9.1 Materiales y equipos de campo

- Bombas polinizadoras
- Peras o insufladoras
- Balanza digital
- Cintas de seguridad
- Rotuladores

- Pintura anticorrosiva (6 colores)
- Ganchos de varilla de hierro
- Botas
- Recipientes plásticos
- Sacos
- Marcador
- Machete
- Podón de cosecha
- Gancho
- Guantes
- Esfero
- Cuaderno de apuntes

3.9.2 Insumos

- Polen
- Talco industrial inerte (silicato de magnesio)
- Polinizamix

3.9.3 Materiales de oficina y muestreo

- Balanza digital
- Machete
- Bandejas
- Marcador
- Cinta de rotulación
- Estilete
- Tarrinas

3.9.4 Manejo del ensayo

Se seleccionaron las inflorescencias en fase de antesis (para el tratamiento testigo) y en pos-antesis (flores completamente en pos-antesis de color negro). Las polinizaciones asistidas se

realizaron con las frecuencias propuestas con la ayuda de una bomba polinizadora, retirando previamente las brácteas pedunculares (espatas) que cubren la inflorescencia femenina.

Culminado la aplicación del ácido a-naftalenacético en todas las plantas a evaluar con su respectivo registro desde la primera aplicación, esperando hasta el punto óptimo de cosecha, una vez extraído el racimo, en el laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL se determinó, el porcentaje de frutos normales, frutos partenocárpicos, frutos estenopermocárpicos y frutos abortados, peso del racimo al momento de la cosecha,

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIÁMETRO DE FRUTOS

4.1.1 Frutos normales

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable diámetro de frutos normales (Tabla 5). El coeficiente de variación fue 13,9% y la media total general fue de 22,50 mm. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue 3, AA (1-3) y el que presentó valor más bajo fue el 1, PAA (1-3-5) (Figura 1).

Tabla 5. Diámetro de frutos normales en aplicación de Ácido a-naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Diámetro frutos normales (mm)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	20,3	0,6
2	A	22,7	3,1
3	AA (1-3)	25,7	3,2
4	AA (1-5)	22,0	2,6
5	AA (1-7)	23,3	2,1
6	AA (1-10)	21,0	5,3
Media (mm)	22,50		
CV	13,9%		

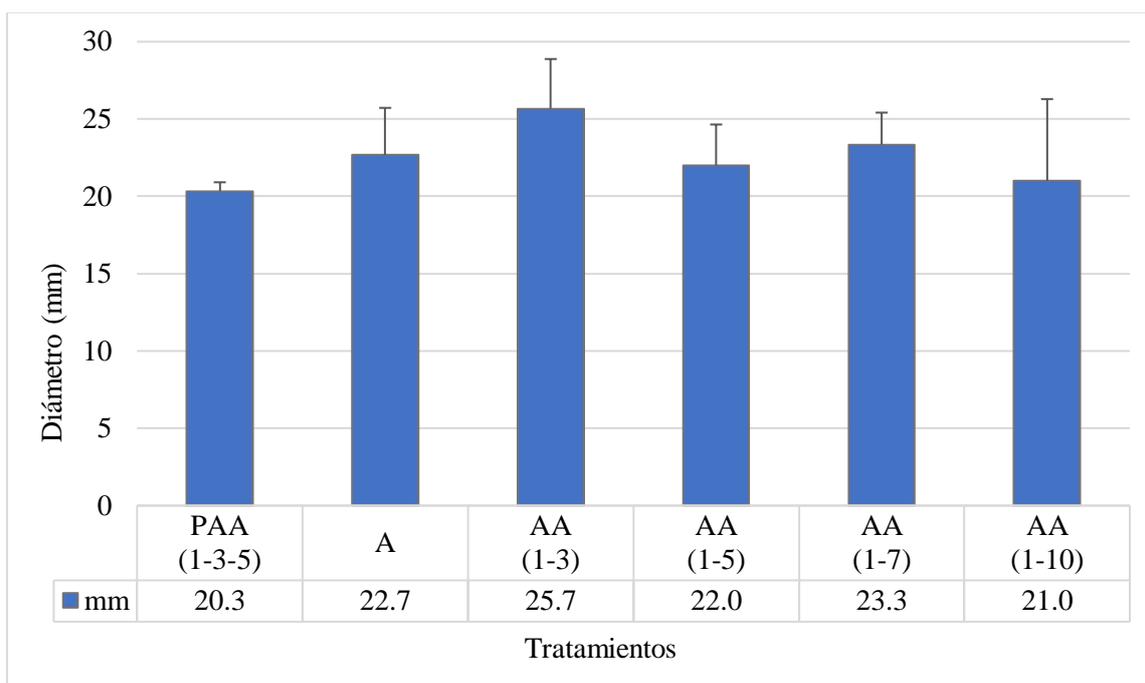


Figura 1. Medias de la variable diámetro de frutos normales.

4.1.2 Frutos partenocárpicos

Tabla 6. Diámetro de frutos partenocárpicos en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Diámetro frutos partenocárpicos (mm)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	15,3	0,6
2	A	15,0	1,7
3	AA (1-3)	15,0	1,0
4	AA (1-5)	13,7	2,1
5	AA (1-7)	14,0	1,7
6	AA (1-10)	15,3	1,5
Media (mm)		14,72	
CV		8,1%	

No se encontró diferencias estadísticas significativas para la variable diámetro de frutos partenocárpicos (Tabla 6). El coeficiente de variación fue 8,1% y la media total general fue de 14,72 mm. Los valores de las medias muestran que los tratamientos con valor más alto fueron el 1 y 6 y el que presentó valor más bajo fue el 4, AA (1-5) (Figura 2).

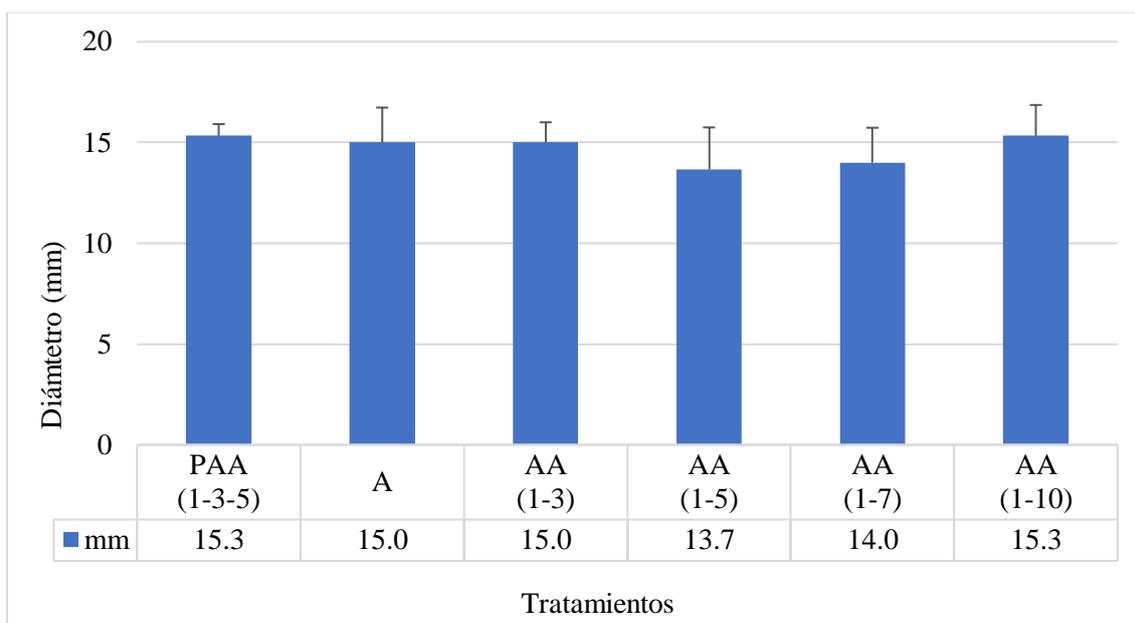


Figura 2. Medias de la variable diámetro de frutos partenocárpicos.

4.1.3 Frutos estenopermocárpicos

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable diámetro de frutos estenopermocárpicos (Tabla 7). El coeficiente de variación fue 13.3% y la media total general fue de 17,06 mm. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue 2, A y los que presentaron valor más bajo fueron el 1, 3 y 4 (Figura 3).

Tabla 7. Diámetro de frutos estenopermocárpicos en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Diámetro frutos estenopermocárpicos (mm)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	16,3	0,6
2	A	18,7	5,0
3	AA (1-3)	16,3	0,6
4	AA (1-5)	16,3	1,5
5	AA (1-7)	17,7	2,3
6	AA (1-10)	17,0	1,7
Media (mm)		17,06	
CV		13,3%	

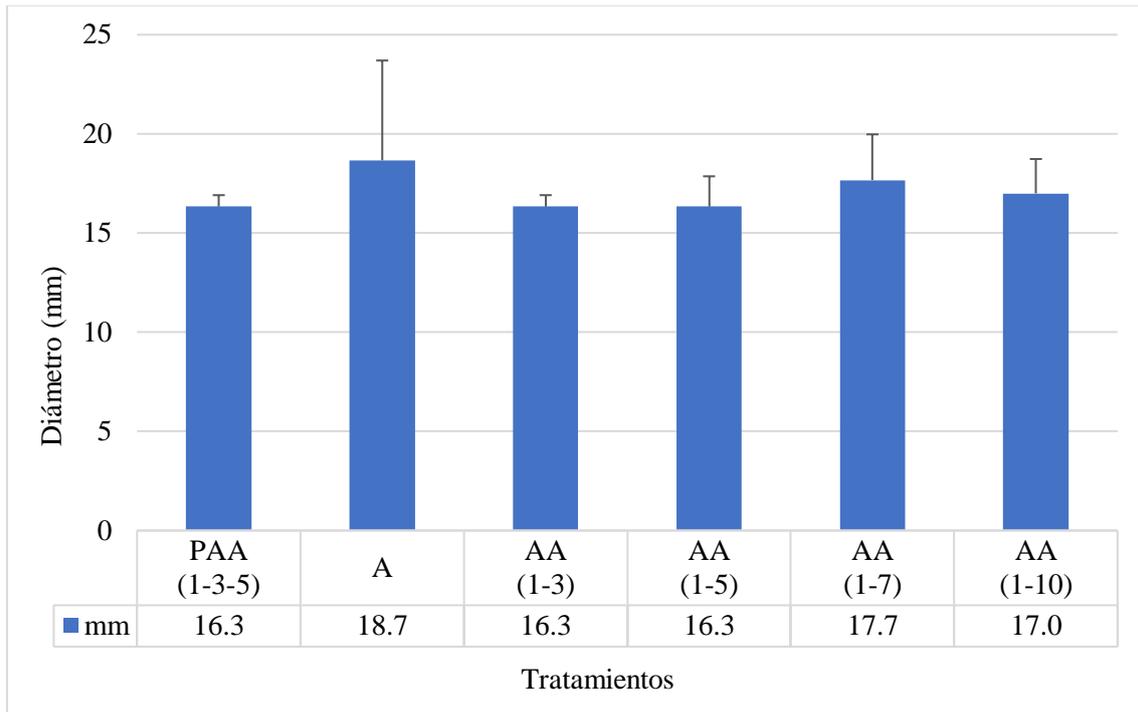


Figura 3. Medias de la variable diámetro de frutos estenopermocárpicos.

El diámetro y longitud de los frutos no mostró diferencias estadísticas en el presente estudio. El diámetro de los frutos normales está determinado por la formación de la semilla, en donde el tamaño de la nuez determina el diámetro final del fruto.

Los resultados obtenidos por (Bastidas, 2021) demuestran que hay diferencias cuando los frutos normales fueron fecundados y estimulados exclusivamente por polen, mientras que en el caso del presente estudio no se encontraron diferencias estadísticas, esto principalmente debido a que todos los tratamientos fueron estimulados por ANA, por una o dos aplicaciones.

Al respecto (Bravo V. S., 2021) menciona que el peso de las almendras es significativamente menor cuando se aplica ANA comparado con aplicación exclusivamente de polen. Esta razón permite argumentar que no hay diferencias estadísticas en el presente estudio, debido a las aplicaciones de una o dos veces de ANA. En el caso de los frutos partenocárpicos y estenopermocárpicos no muestran diferencias estadísticas debido al estímulo de las aplicaciones de ANA.

4.2 Longitud de frutos

4.2.1 Frutos normales

Tabla 8. Longitud de frutos normales en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Longitud de frutos normales (mm)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	34,0	3,0
2	A	35,3	5,0
3	AA (1-3)	38,3	4,6
4	AA (1-5)	35,7	2,1
5	AA (1-7)	36,7	2,1
6	AA (1-10)	37,0	2,0
Media (mm)	36,17		
CV	8,5%		

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable largo de frutos normales (Tabla 8). El coeficiente de variación fue 8.5% y la media total general fue de 36.17 mm. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue 3, AA (1-3) y el que presentó valor más bajo fue el 1, PAA (1-3-5) (Figura 4).

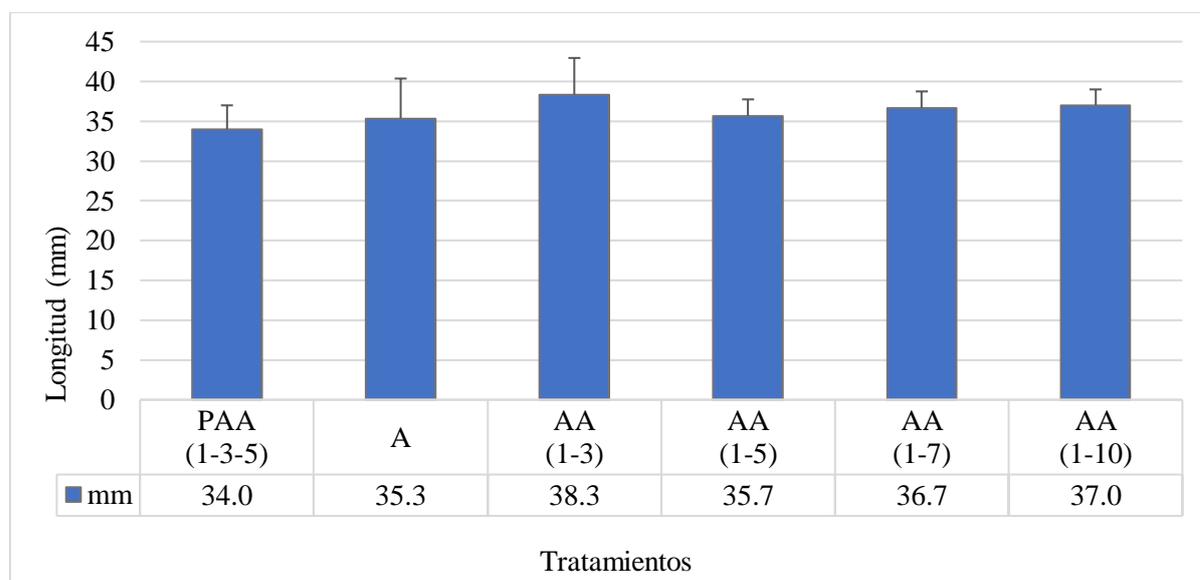


Figura 4. Medias de la variable longitud de frutos normales.

4.2.2 Frutos partenocárpicos

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable largo de frutos partenocárpicos (Tabla 9). El coeficiente de variación fue 12,4% y la media total general fue de 35,44 mm. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue 2, A y el que presentó valor más bajo fue el 4, AA (1-5) (Figura 5)

Tabla 9. Longitud de frutos partenocárpicos en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Longitud de frutos partenocárpicos (mm)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	35,3	1,5
2	A	37,3	4,6
3	AA (1-3)	36,0	5,3
4	AA (1-5)	34,3	1,5
5	AA (1-7)	36,0	3,5
6	AA (1-10)	33,7	7,0
Media (mm)		35,44	
CV		12,4%	

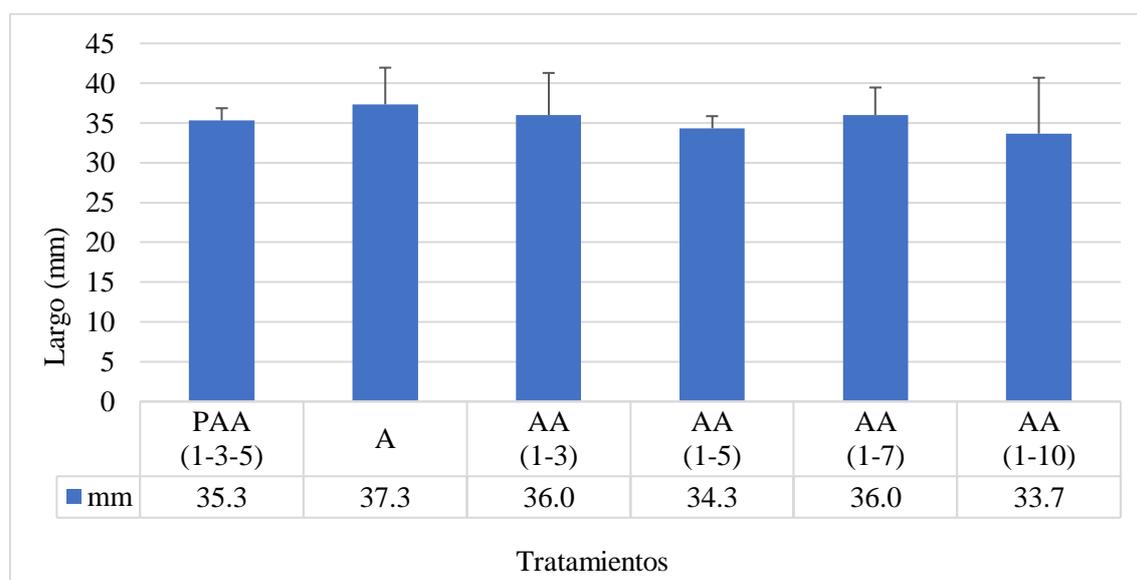


Figura 5. Medias de la variable longitud de frutos partenocárpicos

4.2.3 Frutos estenopermocárpicos

Tabla 10. Longitud de frutos estenopermocárpicos en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Longitud de frutos estenopermocárpicos (mm)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	36,0	1,0
2	A	37,3	4,9
3	AA (1-3)	38,0	5,0
4	AA (1-5)	37,3	1,5
5	AA (1-7)	38,0	4,6
6	AA (1-10)	37,7	4,0
Media (mm)		37,39	
CV		9,6%	

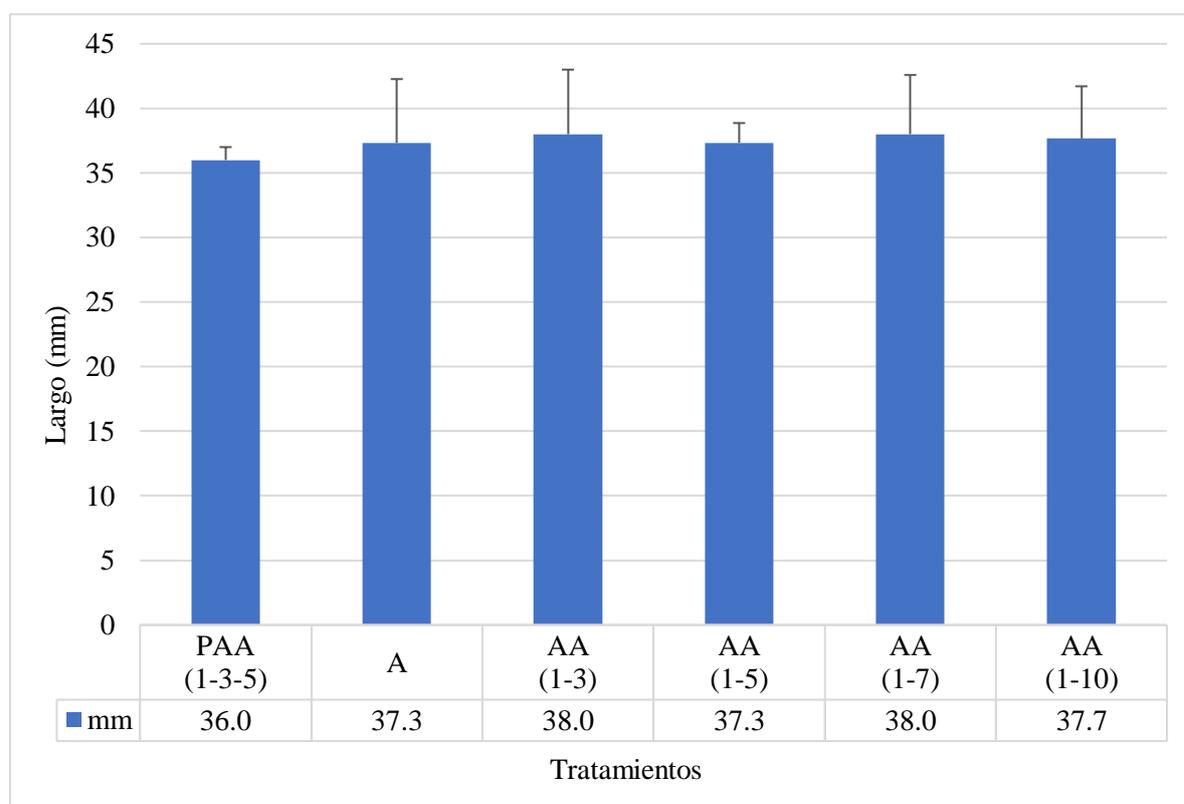


Figura 6. Medias de la variable longitud de frutos estenopermocárpicos.

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable longitud de frutos estenopermocárpicos (Tabla 10). El coeficiente de variación fue 9,6% y la media total general fue de 37,39 mm. Los valores de las medias muestran que los tratamientos con valor más alto fueron el 3 y 5, y el que presentó valor más bajo fue el 1, PAA (1-3-5) (Figura 6).

Para la variable longitud de frutos, no se encontró diferencias estadísticas para ningún tipo de frutos, lo cual indica que las aplicaciones de uno o dos ciclos de ANA afecta de la misma manera para todos los frutos. Al respecto (Bastidas, 2021), menciona que no existieron diferencias estadísticas entre los diferentes tipos de frutos evaluados, lo cual corrobora los datos obtenidos en el presente estudio.

4.3 Conformación de racimos

4.3.1 Frutos normales

Tabla 11. Conformación del racimo con frutos normales en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Frutos normales (%)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	10,9	4,23
2	A	17,6	2,27
3	AA (1-3)	13,2	2,80
4	AA (1-5)	10,9	4,54
5	AA (1-7)	17,8	8,47
6	AA (1-10)	9,1	7,84
Media (%)	13,26		
CV	17,5%		

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable conformación del racimo para los frutos normales (Tabla 11). El coeficiente de variación fue 17,5% y la media total general fue de 13,26%. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue 5 AA (1-7) y el que presentó valor más bajo fue el 6 AA (1-10) (Figura 7).

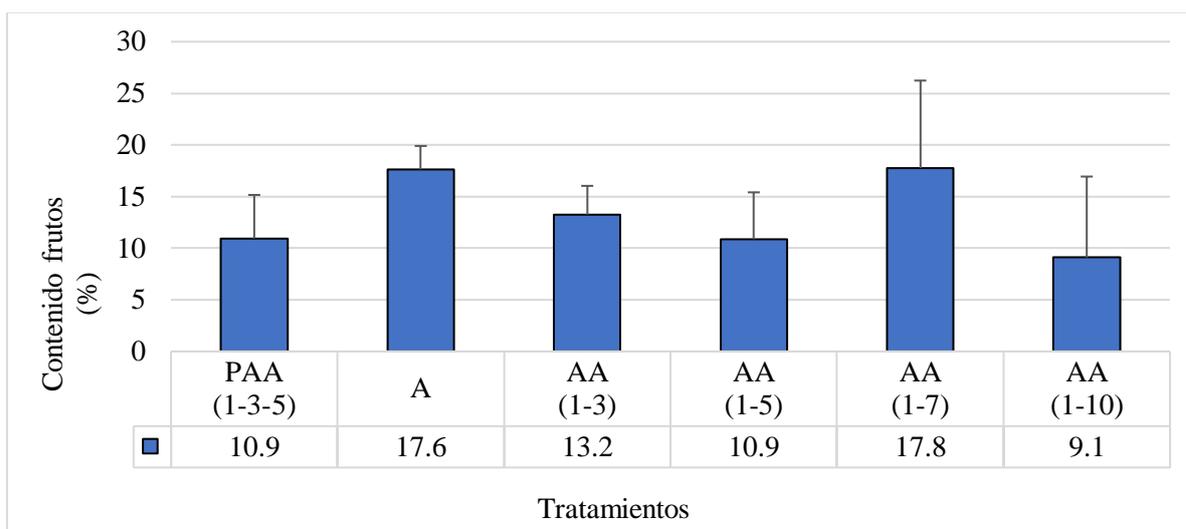


Figura 7. Medias de la variable conformación del racimo con frutos normales.

La conformación del racimo es determinada por la composición de los frutos que aportan aceite, es decir que alcanzaron su desarrollo y maduración desde el estado fenológico 607 (antesis), luego de la fecundación natural o la polinización asistida alcanzó la madurez fisiológica en el estado 807 (Forero d. H., 2012.). Los frutos (con aceite) que componen el racimo se clasifican como frutos normales (o fértiles), aquellos que fueron fecundados por el polen viable y tienen semilla, y frutos partenocárpicos, los cuales agrupan a los estenopermocárpicos, o frutos sin semilla que fueron estimulados por hormonas vegetales para su desarrollo bajo condiciones adversas (Somyong, 2018)

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que no hay diferencias estadísticas para el contenido de frutos normales, a pesar de que el tratamiento testigo fue fecundado con polen. Estos resultados son diferentes a lo obtenido por (Bravo V. S., 2022) en donde los tratamientos con polen registraron diferencias en la formación de este tipo de frutos. Los datos difieren principalmente debido a que la aplicación del polen en el estudio de (Bravo V. S., 2022) se ejecutó en el estado fenológico 607 (antesis) mientras que el presente estudio fue realizado en estado fenológico 609 (post antesis), lo cual permitió que el polen que se encuentra en el aire pueda llegar a las flores en antesis y fecundarlas, produciendo la formación de este tipo de frutos.

4.3.2 Frutos partenocárpicos

Se encontró diferencias estadísticas altamente significativas en los tratamientos evaluados para

la variable conformación del racimo para los frutos partenocárpicos (Tabla 12). El coeficiente de variación fue 16,9% y la media total general fue de 44,20%. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue 4 AA (1-5) y el que presentó valor más bajo fue el testigo PAA (1-3-5) (Tabla 13; Figura 8).

Tabla 12. Análisis de la varianza para la conformación del racimo con frutos partenocárpicos en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	1533,79	5	306,76	5,48 **
Bloque	73,32	2	36,66	0,65 NS
Error	559,88	10	55,99	

Tabla 13. Conformación del racimo con frutos partenocárpicos en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Frutos partenocárpicos (%)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	30,9	12,4
2	A	50,8	3,2
3	AA (1-3)	36,2	3,8
4	AA (1-5)	58,8	6,4
5	AA (1-7)	46,7	4,3
6	AA (1-10)	41,8	8,9
Media (%)	44,20		
CV	16,9%		

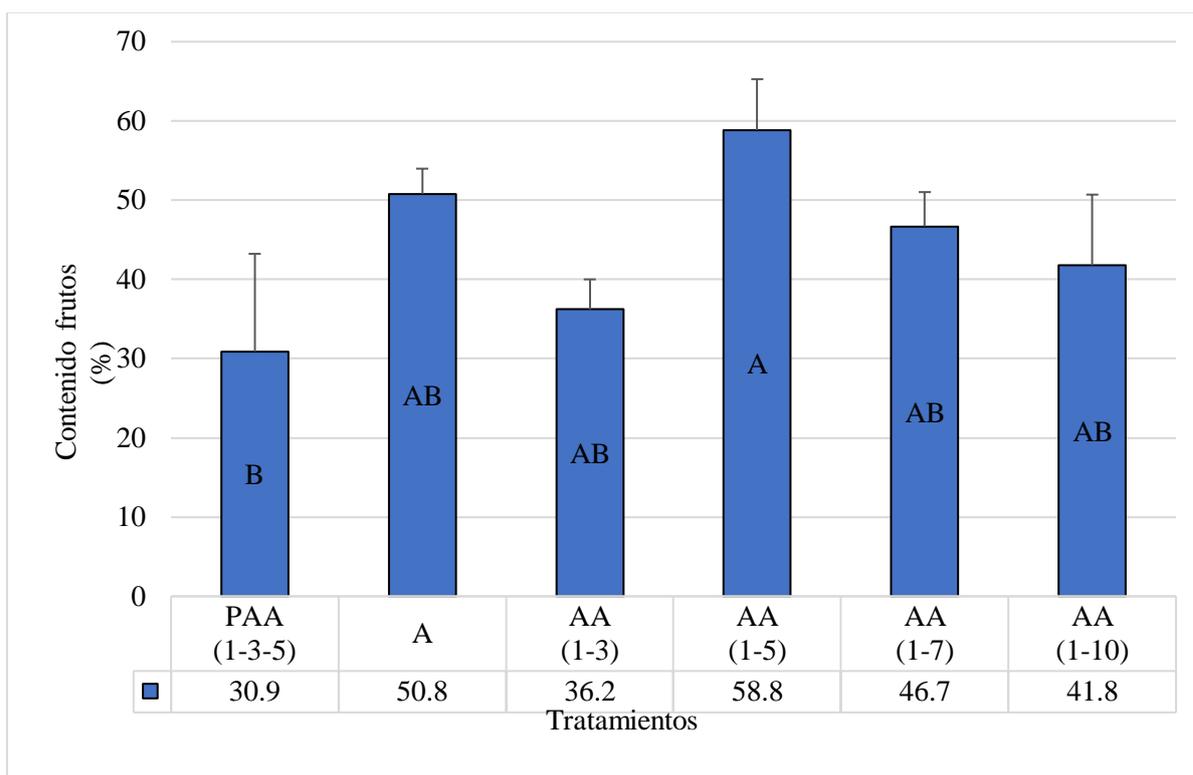


Figura 8. Medias de la variable conformación del racimo con frutos partenocárpico.

4.3.3 Frutos estenopermocárpico

Tabla 14. Conformación del racimo con frutos estenopermocárpico en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Frutos estenopermocárpico (%)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	47,3	6,89
2	A	22,4	1,92
3	AA (1-3)	43,4	7,81
4	AA (1-5)	21,7	6,24
5	AA (1-7)	31,0	6,86
6	AA (1-10)	38,3	20,11
Media (%)		34,03	
CV		18,3%	

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la

variable conformación del racimo para los frutos estenopermocárpicos (Tabla 14). El coeficiente de variación fue 18,3% y la media total general fue de 34,03%. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue el testigo PAA (1-3-5) y el que presentó valor más bajo fue el 4 AA (1-5) (Figura 9).

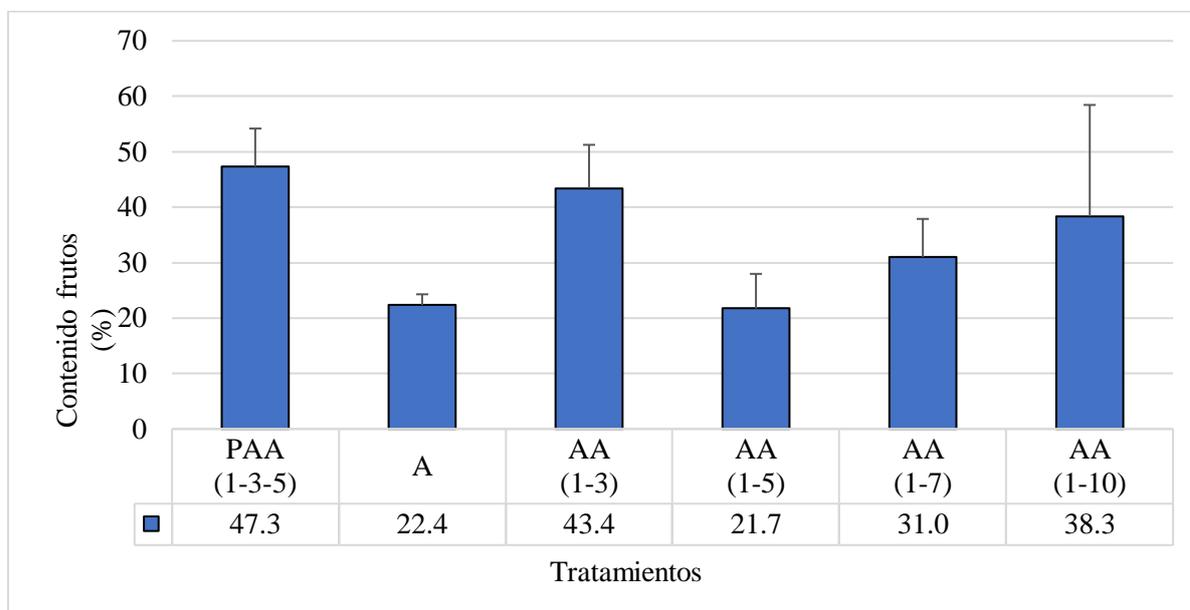


Figura 9. Medias de la variable conformación del racimo con frutos estenopermocárpicos.

En el caso de los frutos partenocárpicos se encontró diferencias estadísticas, observando que el tratamiento 4 (AA 1-5) presentó el mejor contenido, aunque se encuentra en el mismo rango que los otros tratamientos que fueron aplicados únicamente con ANA, y es diferente al testigo (Tratamiento 1), lo cual demuestra que los frutos partenocárpicos son estimulados directamente por la ejecución de la polinización con ANA, lo cual es corroborado por (Ochoa-C., 2021).

Para el caso de los frutos estenopermocárpicos, no se observaron diferencias estadísticas. Este tipo de frutos son el resultado del estímulo dado por el ANA, y se puede observar que un estímulo dado por dos ciclos de aplicación con frecuencias de 1-3 días tiene un mayor efecto para la formación de este tipo de frutos, encontrado en el tratamiento testigo (P-A-A 1-3-5) y tratamiento 3 (AA 1-3).

4.4 Peso de racimo

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable peso del racimo (Tabla 15). El coeficiente de variación fue 12.8% y la media total

general fue de 15.61 kg. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue el 3 AA (1-3) y el que presentó valor más bajo fue el 4 AA (1-5) (Figura 10).

Tabla 15. Peso del racimo en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Peso racimo (kg)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	14,4	1,8
2	A	15,6	2,1
3	AA (1-3)	17,1	1,5
4	AA (1-5)	14,1	1,5
5	AA (1-7)	15,7	2,9
6	AA (1-10)	16,8	0,8
Media (kg)	15,61		
CV	12,8%		

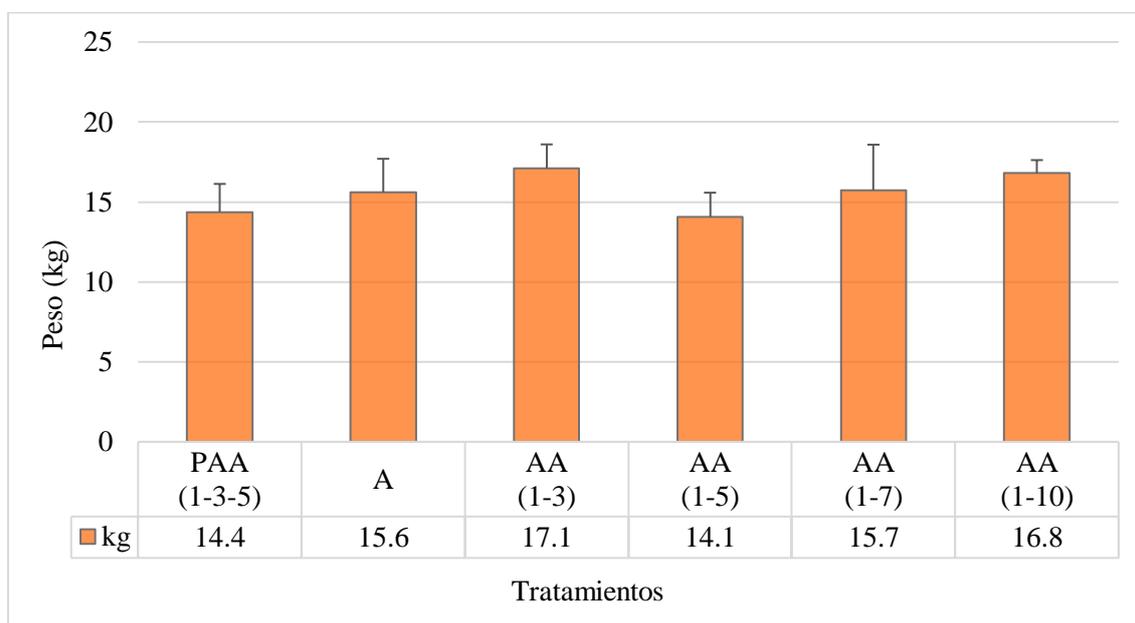


Figura 10. Medias de la variable peso del racimo.

El peso del racimo no muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, debido a que todos los tratamientos recibieron ANA en al menos un ciclo de aplicación, lo cual favoreció la formación de los frutos rojos (con aceite). Estos resultados

indican que es posible aplicar polen en el primer ciclo y ANA posteriormente (Tratamiento 1) o exclusivamente ANA, obteniendo peso promedio del racimo sin diferencias estadísticas. Cabe destacar que realizar 2 ciclos de aplicación con frecuencias de 1 – 3 días, resultó en un dato más alto que el resto, lo cual está relacionado a que existe una mayor respuesta a la aplicación de ANA con frecuencias cercanas. Al respecto menciona (Bravo V. S., 2021) que no existen diferencias estadísticas en el peso del racimo con tres aplicaciones por separado de Polen o ANA con frecuencias de 1-3-5 y 1-7-14 días.

4.5 Días a la cosecha

No se encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados para la variable días a la cosecha (Tabla 15). El coeficiente de variación fue 7.5% y la media total general fue de 199 días. Los valores de las medias muestran que el tratamiento con valor más alto fue el 3 AA (1-3) y el que presentó valor más bajo fue el 4 AA (1-5) (Figura 11).

Tabla 16. Días a la cosecha en aplicación de Ácido α -naftalenacético.

Tratamientos	Descripción	Días a cosecha (#)	Desviación estándar
1	PAA (1-3-5)	201	21,6
2	A	190	8,5
3	AA (1-3)	207	9,3
4	AA (1-5)	190	10,6
5	AA (1-7)	206	10,4
6	AA (1-10)	202	17,5
Media (#)	199		
CV	7,5%		

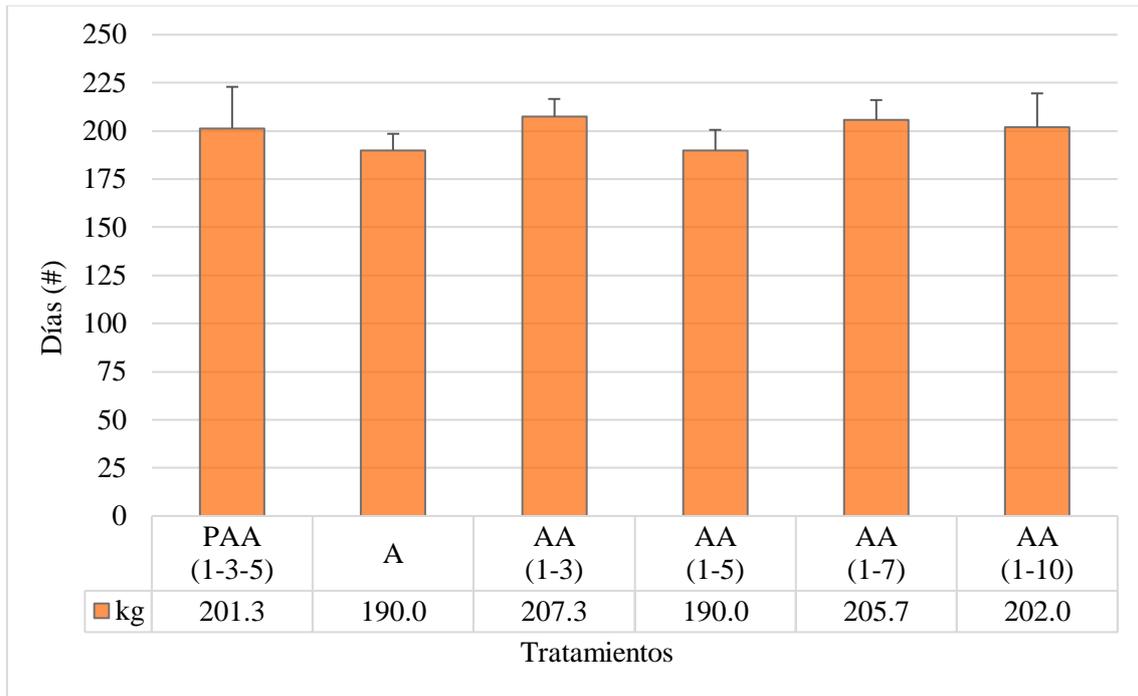


Figura 11. Medias de la variable Días a la cosecha.

La duración del periodo de desarrollo y maduración del racimo fue de 199 días en promedio de todos los tratamientos, entre un rango de 190 días (tratamientos 2 y 4) y 207 días (tratamiento 3). El periodo en el que el racimo alcanza su madurez fisiológica óptima para el híbrido O x G reportado por (Forero d. H., 2012) es de entre 155 y 160 días, lo cual es menor a los resultados obtenidos en el presente estudio. Es importante considerar que en el caso del presente se evaluó aplicaciones de ANA, mientras que en el resultado de (Forero d. H., 2012.) no se usó ANA.

Esta información permite entender que la polinización artificial, con descargas totales de 720 mg de ANA, en el presente estudio alcanzó un periodo total más alto de lo considerado anteriormente.

Para determinar el punto óptimo de cosecha para el material Coarí x La Mé, es necesario considerar las condiciones más adecuadas para la planta, en donde se espera una abscisión de al menos 15 frutos del racimo para que haya alcanzado la madurez fisiológica adecuada (Millán-Orozco, 2017)

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES

Colocar una dosis más alta de ANA (tratamiento 2) en una sola aplicación no genera diferencias en la conformación del racimo al compararlo con la ejecución de dos aplicaciones.

El peso del racimo no mostró diferencias estadísticas, aunque con dos aplicaciones en el tratamiento 3 se observó un resultado con mayor valor. Esto indica la importancia de frecuencias de aplicación cercanas entre ellas.

El tiempo para alcanzar la madurez del racimo fue de 199 días después de la polinización, sin diferencias estadísticas entre los tratamientos.

6 RECOMENDACIONES

Ejecutar la aplicación de ácido a-naftalenacético en plantaciones a escala comercial, evaluando dos aplicaciones con frecuencia de 3 y 10 días (Tratamiento 3 y 6) con el objetivo de observar el comportamiento de la polinización sobre el peso del racimo.

Reemplazar la aplicación de polen (tratamiento 1) en la polinización asistida a escala comercial, debido a que la aplicación de ANA muestra los mismos resultados, pero libera la carga operativa de mantener polen en congelación y cadena de frío.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, G. (2009). *Manual de Fertilzantes y Emnienda*. Obtenido de https://www.se.gob.hn>Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas.pdf
- Atehortua Villegas, C. P. (2018). onformación de colección biológica en palma de aceite. Cenipalma. Obtenido de Conformación de colección biológica en palma de aceite. Cenipalma.
- Banavides, A. (2011). *Absorción de iones por la raíz*. Obtenido de https://www.researchgate.net>publication>135676932_ABSORCION_DE_IONES_POR_LA_RAIZ
- Barba, A. (2010). *Hibrido inter específico O x G - F1 Orellana + características*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7813/1/T-UCE-0004-63.pdf>
- Barrera, J. .. (2011). *EL CULTIVO DE PLÁTANO (MUSA AAB SIMMONDS)*. Obtenido de Ecofisiología y Manejo Cultural Sostenible: <http://edirorialzenu.com/images/1467833541.pdf>
- Barrera., L. C. (2012). *Nutricion Mineral. Tema de estudio, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biologia Bogota*. Colombia: http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/14/07_Cap05.pdf.
- Bastidas, Y. (2021). *Ácido naftalenacético sobre el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimo en el cultivo de hibrido OxG (Coarí x la Mé), en fase de laboratorio*. Obtenido de Trabajo de investigación previo a la obtención del título de ingeniera agropecuaria. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. .
- Borja, C. (2013). *factibilidad financiera para el abastecimineto de vivero y siembra de palma africana*. Obtenido de <repositorio.puce.edu.ec/>.
- Bravo, V. (09 de 2020). *Polinización artificial en palma aceitera, Híbrido Oyg, con el uso de Ácido Naftalenacético*. Obtenido de el productor: <https://elproductor.com/2020/09/polinizacion-artificial-en-palma-aceitera-hibrido-oxg-con-el-uso-de-acido->

https://researchgate.net/publication/208908842_Fertilizacion-Foliar

Forero, d. H. (2012). Forero, d., Hormaza, P., Moreno, L., Ruiz, R. . Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. . *Cenipalma*.

Forero, d. H. (2012.). Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite. *Cenipalma*. *cenipalma*.

INEC. (2011). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Datos Estadísticos*. Obtenido de Encuesta de superficie y producción agropecuaria: http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf.

INIAP. (2019). *Polinización en el cultivo de palma aceitera*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/palma/polinizacion>.

López, A. E. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano*. Obtenido de [nla.ipni.net > region > nla.nsf > N F Banano.002.002.pdf > N F Banano](http://nla.ipni.net/region/nla.nsf/N_F_Banano.002.002.pdf)

Lopez, D. (2017). *EL CALCIO EN LA PRODUCCION Y CALIDAD DEL FRUTO EN EL*

Millán-Orozco, E. R.-R. (2017). Guía de bolsillo Criterios de cosecha en cultivares híbrido: Características que evalúan el punto óptimo de cosecha en palma de aceite. . *Cenipalma*.

Molina, E. (2002). *Fertilización Foliar: Principios y Aplicación*. Obtenido de www.cia.ucr.ac.cr/pdf/memorias/Memorias_Curso_fertilizacion_foliar.pdf

Ochoa-C., I. E.-M. (2021). Contribución al diseño de racimos con ácido α -naftalenacético (ANA). . *Palmas*,, 42(1): 107-118. .

Ortíz, G. G. (2004). *Aplicación de prácticas de conservación de suelo para la siembra de piña en Ladera*. CORPOICA, CVC. Palmira: CORPOICA. , de. Ecuador:
<https://books.google.com.ec/books?id=m-Le3FoQx3kC&pg=PA7&dq=Aplicacion+edafica+de+fertilizantes&hl=es&sa=X&ved>

=0ahUKEwj8qa457XJAhUDmx4KHfPwA2cQ6AEIjAC#v=onepage&q=Aplicacion
%20edafica%20de%20fertilizantes&f=false.

Palomino, A. (2015). *Agricultura Alternativa: Principios*. Bogota, Colombia: San Pablo:
[https://books.google.com.ec/books?id=BoSUZ6-
ieVoC&pg=PA30&dq=fertilizacion+alternativa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2yum
08LjJAhWBFR4KHfNQBC8Q6AEIGjAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=BoSUZ6-
ieVoC&pg=PA30&dq=fertilizacion+alternativa&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2yum
08LjJAhWBFR4KHfNQBC8Q6AEIGjAA#v=onepage&q&f=false).

Planthormones. (2021). *Regulador del crecimiento vegetal 1-ácido naftilacético NAA
Hormonas de Enraizamiento. Planthormones. Universidad Nacional Zone(East) de
tecnología, Zhengzhou, Henan, China*. Obtenido de .
[http://www.bestplanthormones.com/plant-growth-regulator/take-root-plant-
hormones/plant-growth-regulator-1-naphthylacetic-
acid.html?gclid=EAiaIQobChMIzfKPutS29AIVQfSzCh0RJQXYEAAYASAAEgLPg
fD_BwE](http://www.bestplanthormones.com/plant-growth-regulator/take-root-plant-
hormones/plant-growth-regulator-1-naphthylacetic-
acid.html?gclid=EAiaIQobChMIzfKPutS29AIVQfSzCh0RJQXYEAAYASAAEgLPg
fD_BwE)

Raydaga, R. (2008). *Manual Técnico para El Cultivo de la Palma Aceitera*.

RAYGADA. (2008). *Manual Técnico para El Cultivo de la Palma Aceitera*.

Romero, M. (2020). *Utilización de ácido 1-naftalenacético (ANA) para incrementar la
producción de aceite en palma africana*. Obtenido de boletin del palmicultor:
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/12981>

Romero, V. (1982). *Técnicas de aplicación de fertiizantes*. Obtenido de
[https://repository.agrosavia.co>bitstream>handle](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle)

Rosero, G., & Santacruz, L. (2014). Efecto de la polinización asistida en medio líquido en la
conformación del racimo en material híbrido OxG en la plantación Guaicaramo S.A.
Fedepalma, 21.

Rosero, G., & Santacruz, L. (2015). Efecto de la polinización asistidas en medio liquido en la
conformación del racimo en material híbrido OxG en la plantación Guaicaramo S.A.
Palmas, 35.

Sanchez, J. (2012). *Metodologia de la investigacion cientifica y tecnologica*. Obtenido de
[https://es.scribd.com › document › Metodologia-de-la-Investigacion-Cientifica-y-](https://es.scribd.com/document/123456789/Metodologia-de-la-Investigacion-Cientifica-y-)

Tecnologica.pdf

- Sancho, H. (1999). *Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización*. Obtenido de Informaciones Agronómicas: [inranet.exa.unne.edu.ar>biologia>fisiologia.vegetal>Curva de absorcion de nutrientes](http://inranet.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia/vegetal/Curva_de_absorcion_de_nutrientes)
- Snyder, C. &. (2015). *Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America: Indices of Agronomic and Environmental Benefit*. Estados Unidos: International Plant Nutrition.
- Somilec. (2014). *Origen y expansión de la palma africana*. Obtenido de <https://www.solimec.com.co/origen-y-expansion-de-la-palma-africana/>.
- Somyong, S. W. (2018). *Transcriptome analysis of oil palm inflorescences revealed candidate genes for an auxin signaling pathway involved in parthenocarpy*. *PeerJ* 6:e5975 .
- Stewar, W. (2007). *Consideraciones del uso eficiente de nutrientes* . Colombia.
- Stewar, W. (2011). *IPNI - North Latin America*. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de *International Plant Nutrition Institute*:: IPNI - North Latin America. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de International Plant Nutrition Institute:: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTCNQIX](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1eee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX).
- Technoserver. (2009). <https://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf>. Obtenido de Manual Técnico de palma africana. Soluciones empresariales para la pobreza rural. Cortes, Honduras: <https://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf>
- Technoserver. (2009). *Manual Técnico de palma africana. Soluciones empresariales para la pobreza rural*. Cortes, Honduras. Obtenido de <https://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf>
- Torres, B. (2006). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de [abacoenred.com>el-proyecto-de-investigacion-FG-Arias-2012-pdf.pdf](http://abacoenred.com/el-proyecto-de-investigacion-FG-Arias-2012-pdf.pdf)
- Villareal, J. E. (2012). *Monitoreo de cambios en la fertilidad de suelos por medio de análisis de laboratorio*. Costa Rica: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43724664009.pdf>.

Villarroel, C. R. (2015). *FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA PARA NUTRICION Y SANIDAD EN PRODUCCION DE PAPAS*. Ecuador:

<http://www.jadefo.org.mx/jwp/wp-content/uploads/Fertilizacion.pdf>. Obtenido de [www.jadefo.org.mx/jwp/wp-content/uploads/Fertilizacion Foliar.pdf](http://www.jadefo.org.mx/jwp/wp-content/uploads/Fertilizacion.pdf)

ANEXOS

Anexos 1. Medidas de la variable diámetros de frutos.

- **Frutos normales**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	53,83	5	10,77	1,11 ^{ns}
Bloque	21,33	2	10,67	1,10 ^{ns}
Error	97,33	10	9,73	

- **Frutos partenocárpicos.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	7,61	5	1,52	1,07 ^{NS}
Bloque	13,78	2	6,89	4,84 ^{NS}
Error	14,22	10	1,42	

- **Frutos estenopermocárpicos.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	13,61	5	2,72	0,53 ^{ns}
Bloque	21,78	2	10,89	2,11 ^{ns}
Error	51,56	10	5,16	

Anexos 2. Medida de la variable largo de frutos.

- **Frutos normales.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	33,83	5	6,77	0,72 ^{ns}
Bloque	42,33	2	21,17	2,24 ^{ns}
Error	94,33	10	9,43	

- **Frutos normales.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	150,78	5	30,16	2,09 ^{ns}
Bloque	127,72	2	63,86	4,43 ^{**}
Error	144,16	10	14,42	

- **Frutos partenocárpicos**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	25,78	5	5,16	0,26 ^{ns}
Bloque	36,11	2	18,06	0,93 ^{ns}
Error	194,56	10	19,46	

- **Frutos estenopermocárpicos.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	8,28	5	1,66	0,13 ^{ns}
Bloque	52,11	2	26,06	2,04 ^{ns}
Error	127,89	10	12,79	

- **Frutos estenopermocárpicos.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	645,22	5	129,04	2,99 ^{ns}
Bloque	15,69	2	7,85	0,18 ^{ns}
Error	432,12	10	43,21	

Anexos 3. Medidas de las variables peso de racimo

- **Peso de racimo**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	22,74	5	4,55	1,15 ^{ns}
Bloque	2,08	2	1,04	0,26 ^{ns}
Error	39,62	10	3,96	

Anexos 4. Medidas de la variable días a la cosecha.

- **Días a la cosecha**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Tratamiento	868,28	5	173,66	0,77 ^{ns}
Bloque	44,11	2	22,06	0,10 ^{ns}
Error	2261,89	10	226,19	

Anexos 5. Fotografías del proceso de campo y fase de laboratorio

Croquis de campo.

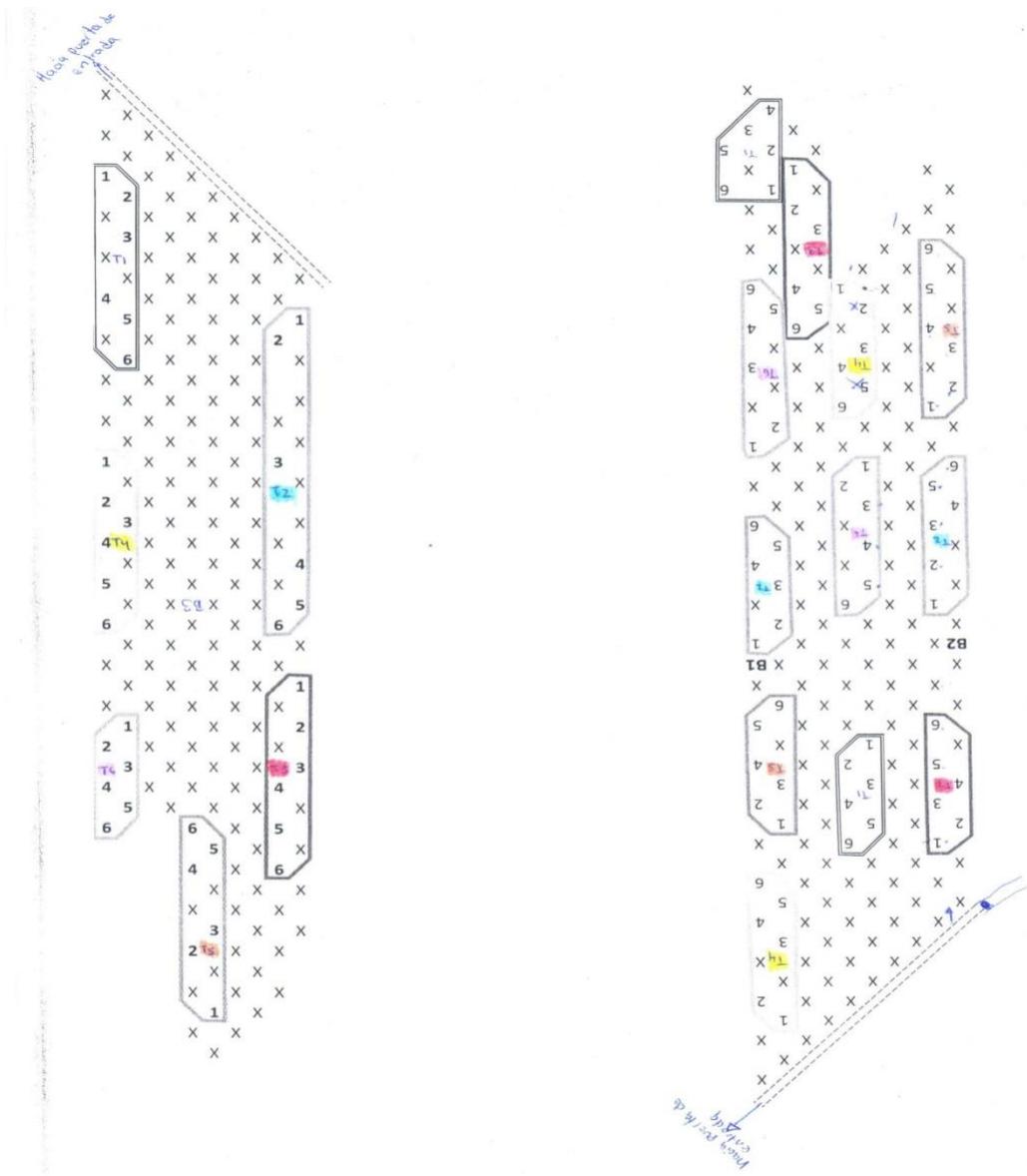




ilustración1. Designación de plantas a tratar



ilustración 2. Flores en antesis tratadas con Polen + Ana



ilustración3. Flores pos antesis tratadas con ácido anaftalenacetico.

Fotos ilustrativas de los materiales utilizados en campo antes de cosecha.



fotos ilustrativa1. Cinta.



Foto ilustrativa 2. Bomba.



Foto ilustrativa 3. Cuaderno de apunte.



foto ilustrativa 4. Acido anftalenacetico



foto ilustrativa 5. Guantes



Foto ilustrativa 6. Racimo polinizado completamente.

Fotos ilustrativas en cosecha de racimos



foto ilustrativa 1. Racimo listo para ser cosechado



foto ilustrativa 2. Extracción de racimo.



foto ilustrativa 3. Llenado de racimo en saco

Foto ilustrativas proceso
del racimo



Foto ilustrativas 1.
Obtencion de muestras



Foto ilustrativas 2.
Obtencion de muestras



Foto ilustrativas 2.
Obtencion de muestras



foto ilustrativa 4. Selección de muestras