

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN EL CARMEN

Carrera de Ingeniería Agropecuaria



Ácido naftalenacético sobre el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimo en el cultivo de híbrido OxG (*Coarí x la Mé*), en fase de laboratorio.

AUTOR: Bastidas Moreira Yosselyn Gissela

TUTOR: Ing. Jorge Vivas Cedeño, MsC.

EL CARMEN, FEBRERO 2021

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
|  | NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A). | CÓDIGO: PAT-01-F-010 |
| | PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO. | REVISIÓN: 1 Página 2 de 64 |

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, cuyo tema del proyecto es “**Ácido naftalenacético sobre el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimo en el cultivo de híbrido OxG (Coarí x la Mé), en fase de laboratorio**”, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a la señorita **Bastidas Moreira Yosselyn Gissela**, estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2020-2021, quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

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

El Carmen, 30 de enero de 2021.

Lo certifico,

Ing. Jorge Vivas Cedeño, MsC.

Docente Tutor

Área: Ciencias de la Vida

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Bastidas Moreira Yosselyn Gissela con cedula de ciudadanía 135151507-5, egresada de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen, de la 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: **Ácido naftalenacético sobre el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimo en el cultivo de híbrido OxG (*Coarí x la Mé*), en fase de laboratorio**, 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 El Carmen.

Bastidas Moreira Yosselyn Gissela

AUTOR

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ



EXTENSIÓN EL CARMEN CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

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

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema: **Ácido naftalenacético sobre el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimo en el cultivo de híbrido OxG (Coarí x la Mé), en fase de laboratorio**, de su autor Bastidas Moreira Yosselyn Gissela de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

EL Carmen, enero 2021

PRESIDENTA TRIBUNAL

Ing. Jorge Vivas Cedeño, MsC.
TUTOR

MIEMBRO DE TRIBUNAL

MIEMBRO DE TRIBUNAL

MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

Eres aquella mujer que enaltece Proverbios 31; Mujer Virtuosa. Tu dedicación, esfuerzo, carácter y amor me están forjando para ser mejor cada día, me has enseñado tanto que no me canso de dar gracias a DIOS por ti y por tu amor incondicional para conmigo. Eres una mujer que me llena de orgullo, por tal motivo y por muchos más dedico mi tesis con todo mi corazón y amor, pues sin ti no sería lo que hoy soy.

Te amo infinitamente madre mía.

Yosselyn Bastidas M.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero dar gracias a DIOS, ser divino, majestuoso e incomparable por haberme creado a su imagen y semejanza y siempre guiar mis pasos día a día, por concederme fuerzas para cumplir este sueño que tanto anhelo, pero sobre todo por permitirme compartir este logro con mi familia.

Agradezco infinitamente a mi madre Sra. Elsa Moreira por ser ese pilar fundamental en mi vida, por su entrega y dedicación para con nosotros, por creer que sí podría lograr cumplir esta meta y ser una profesional.

Agradezco a mis hermanos Argelis y Luigi por ser mi apoyo incondicional en cada momento que lo necesite y siempre estar prestos a ayudarme.

Agradezco a mi amiga Stefany López por ayudarme para poder terminar de cumplir esta meta ya que sin su apoyo esto no sería posible, a mi cuñada Mónica y a cada uno de mis sobrinos por motivarme para poder alcanzar este logro.

Agradezco a las instalaciones de ANCUPA por permitirme realizar mi trabajo de investigación y al Ingeniero Vladimir Bravo por su apoyo, paciencia y motivación para poder culminar este proyecto.

Agradezco profundamente a la Uleam extensión “El Carmen”, y a cada uno de los docentes que poco a poco se fueron convirtiendo en amigos los cuales se hicieron presentes con su dirección, enseñanzas y colaboración durante toda mi etapa universitaria.

Agradezco con mucho cariño a mi tutor de tesis Ingeniero Jorge Vivas y al Ingeniero Yosbel Lazo por guiarme durante este proceso de elaboración del presente trabajo de titulación.

A todos y cada uno de ellos... ¡Muchas gracias!

Yosselyn Bastidas M.

ÍNDICE

| | | |
|---|---|--|
| PORTADA..... | ; | Error! Marcador no definido. |
| DEDICATORIA | ; | Error! Marcador no definido. |
| AGRADECIMIENTOS | ; | Error! Marcador no definido. |
| ÍNDICE DE TABLAS | | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | ; | Error! Marcador no definido.i |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | ; | Error! Marcador no definido.ii |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | ; | Error! Marcador no definido.iii |
| RESUMEN..... | ; | Error! Marcador no definido.v |
| ABSTRATC..... | ; | Error! Marcador no definido. |
| INTRODUCCIÓN | ; | Error! Marcador no definido. |
| CAPÍTULO I | | 3 |
| 1 MARCO TEÓRICO..... | | 18 |
| 1.1 Origen..... | | 18 |
| 1.2 Importancia socioeconómica | | 18 |
| 1.3 Características morfológicas de la Palma Africana..... | | 19 |
| 1.4 Variedades de palma | | 20 |
| 1.5 Híbridos de palma y beneficios | | 21 |
| 1.6 Híbrido OxG..... | | 21 |
| 1.7 Plagas y enfermedades | | 21 |
| 1.8 Polinización | | 22 |
| 1.9 Polinización asistida en híbridos de palma aceitera | | 23 |
| 1.10 Ácido naftalenacético | | 23 |
| 1.11 Ácido naftalenacético en el híbrido | | 23 |
| 1.12 Diámetro y largo del fruto | | 24 |
| 1.13 Contenido de aceite en el mesocarpio..... | | 25 |
| 1.14 Potencial de aceite en racimo..... | | 25 |

| | | |
|-------------------|--|--------------------------------------|
| 1.15 | Generalidades del aceite de palma..... | 26 |
| CAPÍTULO II | | 12 |
| 2 | DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO..... | 28 |
| 2.1 | Ubicación del ensayo..... | 28 |
| 2.2 | Variables..... | 28 |
| 2.2.1 | Variables Independientes. | 28 |
| 2.2.2 | Variables Dependientes..... | 28 |
| 2.3 | Tratamientos | 29 |
| 2.4 | Características de las Unidades Experimentales | 29 |
| 2.5 | Diseño Estadístico | 29 |
| 2.6 | Análisis Funcional | 30 |
| 2.7 | Instrumentos de medición aplicados | 30 |
| 2.7.1 | Material genético..... | 30 |
| 2.7.2 | Equipos y materiales | 30 |
| 2.7.3 | Insumos | 30 |
| 2.8 | Procedimiento..... | 30 |
| CAPÍTULO III..... | | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3 | EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 32 |
| 3.1 | Diámetro de fruto | 32 |
| 3.1.1 | Diámetro de frutos normales..... | 32 |
| 3.1.2 | Diámetro de frutos partenocárpico. | 33 |
| 3.1.3 | Diámetro de frutos estenopermocárpico. | 34 |
| 3.1.4 | Discusión de resultados – variable diámetro de frutos (partenocárpico y estenopermocárpico). | 35 |
| 3.2 | Largo del fruto..... | 35 |
| 3.2.1 | Largo de frutos normales. | 35 |
| 3.2.2 | Largo de frutos partenocárpico..... | 36 |

| | | |
|-----------------------|---|----|
| 3.2.3 | Largo de frutos estenopermocárpico..... | 37 |
| 3.2.4 | Discusión de resultados – variable largo de frutos..... | 38 |
| 3.3 | Recuperación de nuez..... | 39 |
| 3.3.1 | Discusión de resultados – variable recuperación de nuez..... | 40 |
| 3.4 | Contenido de aceite en mesocarpio seco..... | 40 |
| 3.4.1 | Aceite en mesocarpio seco normal..... | 40 |
| 3.4.2 | Aceite en mesocarpio seco partenocárpico..... | 41 |
| 3.4.3 | Aceite en mesocarpio seco estenopermocárpico..... | 42 |
| 3.4.4 | Discusión de resultados – variable aceite en mesocárpico seco..... | 43 |
| 3.5 | Potencial de aceite en racimo..... | 44 |
| 3.5.1 | Discusión de resultados – variable potencial de aceite en racimo..... | 45 |
| CONCLUSIONES | | 28 |
| RECOMENDACIONES | | 29 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 30 |
| ANEXOS | | 39 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Polinización Asistida..... | 23 |
| Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados. | 29 |
| Tabla 3. Resultados de la variable diámetro de frutos normales..... | 33 |
| Tabla 4. Resultados de la variable diámetro de frutos partenocárpico..... | 34 |
| Tabla 5. Resultados de la variable diámetro de frutos estenopermocárpico..... | 35 |
| Tabla 6. Resultados de la variable largo de frutos normales..... | 36 |
| Tabla 7. Resultados de la variable largo de frutos partenocárpico..... | 37 |
| Tabla 8. Resultados de la variable largo de frutos estenopermocárpico..... | 38 |
| Tabla 9. Resultados de la variable recuperación de nuez..... | 40 |
| Tabla 10. Resultados de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos normales..... | 41 |
| Tabla 11. Resultados de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos partenocárpico..... | 42 |
| Tabla 12. Resultados de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos estenopermocárpico. | 43 |
| Tabla 13. Resultados de la variable potencial de aceite en racimo. | 44 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Medidas de la variable diámetro de fruto NORMAL..... | 32 |
| Figura 2. Medidas de la variable diámetro de fruto PARTENOCÁRPICOS. | 33 |
| Figura 3. Medidas de la variable diámetro de fruto ESTENOPERMOCÁRPIO. | 34 |
| Figura 4. Medidas de la variable largo de fruto NORMALES. | 36 |
| Figura 5. Medidas de la variable largo de fruto PARTENOCÁRPICOS. | 37 |
| Figura 6. Medidas de la variable largo de fruto ESTENOPERMOCÁRPIO. | 38 |
| Figura 7. Medidas de la variable recuperación de nuez. | 39 |
| Figura 8. Medidas de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos NORMALES. | 41 |
| Figura 9. Medidas de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos PARTENOCÁRPICO. | 42 |
| Figura 10. Medidas de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos ESTENOPERMOCÁRPICO. | 43 |
| Figura 11. Medidas de la variable potencial de aceite en racimo. | 44 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo A. Solicitud de aceptación..... | 57 |
| Anexo B. Certificación ANCUPA..... | 58 |
| Anexo C. Certificado URKUND..... | 59 |
| Anexo D. Análisis de la varianza diámetro de frutos..... | 60 |
| Anexo E. Análisis de la varianza largo de frutos..... | 61 |
| Anexo F. Análisis de la varianza recuperación de nuez..... | 62 |
| Anexo G. Análisis de la varianza c0ntenido de aceite en mesocarpio seco..... | 62 |
| Anexo H. Análisis de la varianza potencial de aceite en racimo..... | 63 |
| Anexo I. Fotografías del proceso realizado en las distintas etapas del proyecto.. | 64 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Mesocarpio seco de frutos Normales, Partenocárpicos y estenopermocárpico..... | 64 |
| Ilustración 2. Llenado de cápsulas con mesocarpio seco para la extracción de aceite. | 64 |
| Ilustración 3. Peso de cápsulas | 64 |
| Ilustración 4. Registro de datos. | 64 |
| Ilustración 5. Extracción de aceite en el soxhlet. | 64 |

RESUMEN

Se realizó el trabajo de investigación en el Centro de Investigación en Palma Aceitera (ANCUPA), ubicado en el km 37 ½ vía Santo Domingo de los Tsachilas – La Concordia, para 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 OxG. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 8 tratamientos y 3 repeticiones, aplicándose POLEN+ANA, en frutos normales partenocárpicos y estenopermocárpicos en las distintas variables como son diámetro de fruto, largo de fruto, recuperación de nuez, contenido de aceite en mesocarpio seco y potencial de aceite en racimo, los resultados obtenidos fueron comparados utilizando la prueba de Tukey en la aplicación de software PSPP (Software Estadístico), donde se pudo determinar el coeficiente de variación y a la media total reflejando que existen diferencias significativas en pocas aplicaciones en las variables; en este caso diámetro del fruto (en la aplicación de frutos normales) y en la recuperación de nuez. Por consiguiente, se concluye de los resultados que la polinización artificial con el Ácido Naftalenacético beneficia el cultivo de la palma aceitera o también conocida como híbrido OxG, transformando la distribución y potencial de aceite en el desarrollo de frutos sin semilla, teniendo en cuenta que este aspecto importante se requiere para conseguir un balance adecuado entre el contenido de frutos tanto normales como partenocárpicos y estenopermocárpicos.

Palabras claves: Ácido naftalenacético (ANA), partenocárpico, estenopermocárpico.

ABSTRATC

The research work was carried out at the Oil Palm Research Center (ANCUPA), located at km 37 ½ via Santo Domingo de los Tsachilas - La Concordia, to evaluate the effect of the application of Naphthalenacetic Acid (ANA) in the fruit development and oil potential in bunches in the culture of interspecific hybrid OxG. A Random Complete Blocks Design (DBCA) was used with 8 treatments and 3 repetitions, applying POLLEN + ANA, in normal parthenocarpic and stenopermocarpic fruits in the different variables such as diameter of fruit, length of fruit, recovery of walnut, content of oil in dry mesocarp and oil potential in cluster, the results obtained were compared using the Tukey test in the software application PSPP (Statistical Software), where the coefficient of variation and the total mean could be determined, reflecting that there are significant differences in few applications in the variables; in this case diameter of the fruit (in the application of normal fruits) and in the recovery of walnut. Therefore, it is concluded from the results that artificial pollination with Naphthaleneacetic Acid benefits the cultivation of oil palm or also known as hybrid OxG, transforming the distribution and potential of oil in the development of seedless fruits, taking into account This important aspect is required to achieve an adequate balance between the content of both normal and parthenocarpic and stenopermocarpic fruits.

INTRODUCCIÓN

La producción de aceite de palma a nivel mundial ha tenido un rápido incremento con un mayor auge en la última década; uno de los principales impulsores de este crecimiento económico/productivo ha sido la trascendencia de su uso tradicional comestible a la producción de biodiesel; a nivel del continente Americano, Ecuador está entre los principales productores de aceite de palma con una superficie de 24 503 hectáreas de cultivo de palma exceptuando las zonas a cargo de los palmicultores minoritarios (Mongabay Latam, 2020).

El cultivo de palma aceitera en Ecuador dio inicio en la zona de la Concordia en la década de los años 50, estas plantaciones se establecieron con material de la especie *Elaeis Guineensis*, posteriormente en la estación experimental Santo Domingo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). El coeficiente de variabilidad en los rendimientos de aceites en las plantaciones de palma ronda entre el 20 y el 30 % ya que consiste en poblaciones de híbridos intervarietales (Vegas, et al., 2016).

Los híbridos OxG son cruces de palma aceiteras americanas (*Elaeis Oleifera*) y africanas (*Elaeis Guineensis*) las cuales comenzaron a estudiarse en 1970 debido a que unos cruces mostraron resistencia a la enfermedad “Pudrición de cogollo” con una producción superior a 30 toneladas de racimos de hectáreas por año. Estas plantaciones han sido desarrolladas utilizando materiales procedentes de oleíferas de Brasil, combinaciones que han sido fertilizadas haciendo uso de diferentes reguladores de crecimiento como el ácido naftalenacético (ANA), el cual permite dar un mayor volumen y rendimiento del mesocarpio, de tal forma que la utilización de estos reguladores permite la polinización asistida para emendar factores de fructificación como es el caso del traslado del polen de manera natural (Rosero & Santacruz, 2015).

La polinización asistida en híbridos de palmas aceiteras OxG 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, labor que se ve afectada por los siguientes factores: variabilidad genética de los materiales, dificultad de aplicación del polen

por la altura de las palmas, variación climática y fertilidad del polen, uno de los factores limitantes para la productividad de la palma de aceite es el aspecto sanitario ocasionado por enfermedades tales como la mancha anular, la marchitez letal, la pudrición del cogollo, cambio climático y el anillo rojo constituyéndose como un gran freno en la productividad, sostenibilidad y rentabilidad del negocio en el mercado internacional (Rosero & Santacruz, 2014).

Gracias a un regulador de crecimiento basado en el Ácido Naftalenacético también denominado ANA desarrollado por la Corporación Centro de Investigación en palma de aceite (Cenipalma) se lograron incrementar los niveles de producción de aceite en palma africana y así mismo contribuir a la sostenibilidad del cultivo tanto social, económica y ambientalmente, esta alta producción de aceite en palma se puede lograr sin la necesidad de sacrificar la producción de nueces, ya que este regulador se puede aplicar posterior a la polinización natural (Romero, Caicedo, & Ayala, 2020).

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 OxG, 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 para obtener porcentualmente el contenido de aceite del mesocarpio seco, buscando dar la respuesta a la hipótesis; el ácido Naftalenacético (ANA) incide en el desarrollo de frutos y potencial de aceite en racimo en de híbrido OxG (*Coarí x la Mé*). Trabajo que se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL Santo Domingo de los Colorados - La Concordia.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Origen

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).

La palma africana posee grandes cantidades de aceite por ello su nombre científico *Eleais* qué proviene del griego *Eleia* y que tiene como significado "oliva", y *Guineensis* cual es un epíteto geográfico qué hace referencia la procedencia de esta planta que según indagaciones se origina en el golfo de Guinea en África occidental (De la Ossa, 2015).

1.2 Importancia socioeconómica en el mundo

El comercio internacional de aceite de palma comenzó a principios del siglo XIX, mientras que el de las semillas de palma se desarrolló solo después de 1832, el aceite de palma se convirtió en el principal cargamento de los barcos de esclavos después de la abolición del comercio de esclavos, el establecimiento del comercio de aceite de palma de África Occidental fue principalmente el resultado de la Revolución Industrial en Europa; a medida que la gente en Europa comenzó a tomarse en serio el saneamiento y la higiene, la demanda de jabón aumentó, lo que resultó en la demanda de aceite vegetal adecuado para la fabricación de jabón y otros usos técnicos, la hojalata requería aceite técnico para lo cual se consideró adecuado el aceite de palma, a principios de la década de 1870, las exportaciones de aceite de palma del delta del Níger eran de 25 000 a 30 000 toneladas por año y en 1911 los territorios británicos de África Occidental exportaban 87 000 toneladas (Martínez, 2014).

La exportación de palmiste también comenzaron en 1832 y, en 1911, África Occidental Británica exportaba 157 000 toneladas, de las cuales alrededor del 75 por ciento procedía de Nigeria, país que fue el mayor exportador hasta 1934 cuando fue superado por Malasia, luego África lideró el mundo en producción y exportación de aceite de palma durante la primera mitad del siglo XX, en 1966, sin embargo, Malasia e Indonesia habían superado la producción total de aceite de palma de África, según Oil Palm Review, publicado por el Instituto de Investigación y Desarrollo Tropical del Reino Unido, Malasia solo produjo más de 3 millones de toneladas de aceite de palma en 1983, en comparación con un total de aproximadamente 1,3 millones de toneladas de producción africana (De la Ossa, 2015).

El patrimonio de un país puede ser medido de acuerdo con su capacidad de abastecimiento en materia prima para sus industrias o productos exportables, en el caso de la palma africana la cual se ha utilizado durante años en diferentes industrias para la elaboración de diversos productos como, margarina, cremas, cosméticos, detergentes, jabones, velas, etc.; desde que se empezó a utilizar la palma como materia prima la demanda empezó a generar aumentos a nivel mundial (Borja, 2013).

A través de los años ha sido improbable determinar con exactitud la producción mundial de aceite y almendra de palma aceitera, debido al aumento de productos sin registro provenientes de las palmas aceiteras nativas, de los pequeños productores o propietarios de fincas quienes lo utilizan para propósitos domésticos o ventas locales. El rendimiento promedio nacional de aceite de palma crudo en el 2018 fue de 3,51 ton/ha, mostrando una variación positiva del 0,2% respecto a las 1.627.462 toneladas obtenidas en el 2017 (Sánchez , 2012).

1.3 Características morfológicas de la Palma Africana

Esta planta se caracteriza por la formación de inflorescencias, en este caso cuenta con la característica de que las flores femeninas se desarrollan separadas de las masculinas, por tal motivo se puede afirmar que es una planta monoica. 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 pueden variar en su forma y número, estos varían con la edad y genética. Los frutos están constituidos por estigma, exocarpo, mesocarpo o pulpa, endocarpo o cuesco, endospermo o almendra y embrión (Centro de Biociencia Agrícola Internacional [CABI], 2020).

De acuerdo a investigaciones realizadas por Martínez Quiroz (2014), la palma aceitera consta de una parte inferior que se encuentra al final del tallo denominada raíz estas pueden medir entre 5 y 10 mm de diámetro y 20 m de longitud, estas estructuras cónicas las cuales básicamente sirven de anclaje crecen hacia abajo y generalmente de manera horizontal, de la misma forma la constituye la estipe o estípote siendo este un cono invertido o tronco del cual surgen las hojas, así mismo es el transporte y almacenamiento de agua, nutrientes, carbohidratos y minerales; De igual modo está constituida por las hojas o follajes las cuales alcanzan entre 5 y 7 m de longitud y pesan alrededor de 5 a 8 kilogramos, estas determinan el rendimiento de la fruta a corto y largo plazo (Reyes, 2015).

1.4 Variedades de palma

Existen dos especies de palmas aceiteras conocidas como *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleífera*, siendo la *Elaeis guineensis* la más utilizada por los grandes avances agrotecnológicos 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 se logrando un mejor resultado en la alta proporción de extracción del aceite (Melado, 2008).

Las palmas aceiteras se distinguen por sus híbridos; Dura (D x D) se caracteriza por tener un gran cuesco de 2 a 8 milímetros de espesor no son competitivas o rentables, Pisífera es una palma cuyo fruto prácticamente no posee cuesco y por tal motivo no es muy comercial, Tenera (D x P) es un híbrido obtenido del cruzamiento entre Dura y Pisífera, obteniendo así un mayor contenido de aceite; sin embargo, gracias a las mejoras genéticas realizadas por el cruzamiento de las (D x D) y (D x P) se han obtenido resultados de gran avance aportando a la mejora económica y comercial de la palma africana (Extractora Rio Manso, 2015).

1.5 Híbridos de palma y beneficios

Como se mencionó anteriormente los cruzamientos de este cultivo han permitido mejorar la calidad de la materia prima del producto, las primeras investigaciones se realizaron por Jacques Meunier en la década de los setenta al ejecutar la unión de ciertos cruzamientos genéticos para la realización de investigaciones del departamento del IRHO, la obtención de los resultados mostró un elevado contenido de polifenoles, mismos que son encargados de actuar como fungicidas, insecticidas y bactericidas que son encargados de realizar la protección de la planta (Llive, 2012).

Entre 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 (La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite [Fedepalma], 2015).

1.6 Híbrido OxG

Inconvenientes fitosanitarios han promovido la introducción de nuevos materiales con tolerancia a enfermedades, como los híbridos OxG, pero en condiciones naturales 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 se caracteriza por la tolerancia a la enfermedad de pudrición de cogollo y floración productiva precoz, además sus inflorescencias facilitan la polinización ya sea natural o asistida (Daza, et al., 2016).

1.7 Plagas y enfermedades

Una de las principales plagas que afectan a los cultivos de palma de aceite son los ácaros, los cuales afectan la parte inferior de las hojas, pero a pesar de causar decoloración en las mismas no ocasionan graves alteraciones en la salud de la planta, además en la actualidad existen diversidad de productos químicos que ayudan a controlarlas; el caso de la palma aceitera una de las plagas más conocidas

y destructivas es el, *Estrategus*; el cual es un escarabajo que perfora el pie de la palma y penetra los tejidos del tronco y lo destruye (AgroSavia, 2018).

Sin embargo, el revelador avance en el control de las plagas, no ha significado lo mismo para las enfermedades ya que toma mayor tiempo la identificación de la causa de la afectación y su erradicación, en países como Indonesia y Malasia la enfermedad denominada pudrición basal del estípite de la palma produce degradación en la xilema, infectando y causando graves problemas en la distribución de agua y nutrientes en lo alto de la palma (Traina , 2014).

Además de la enfermedad antes mencionada y su grave afectación en la planta existen una gran cantidad de afectaciones comunes tales como: enfermedad del marchitamiento, enfermedad del cogollo. pudrición de la base del tallo, pudrición del racimo, entre otros, las cuales pueden conllevar a grandes pérdidas de cultivos y por ende económicas (Mathews , 2015).

1.8 Polinización

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 (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2019).

| POLINIZACIÓN ASISTIDA |
|--|
| ¿CUÁNDO DEBE REALIZARSE LA POLINIZACIÓN ASISTIDA EN CAMPO? |
| <ul style="list-style-type: none"> • 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%. • Reducida viabilidad o fecundidad del polen |
| VENTAJAS DE LA POLINIZACIÓN ASISTIDA |

- 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.
- Incrementar la extracción de aceite/racimo/hectárea

Tabla 1. Polinización Asistida.

Obtenido de: El Productor, España 2020 <https://elproductor.com/2020/09/polinizacion-artificial-en-palma-aceitera-hibrido-oxg-con-el-uso-de-acido-naftalenacetico/>

1.9 Polinización asistida en híbridos de palma aceitera

A nivel del país existen sembradíos comerciales de palmas del híbrido OxG que debido al descenso en la producción del polen o insectos polinizadores hacen de la polinización asistida una necesidad, incrementando la producción de racimos; en híbridos como *Tenera Guineensis* se puede acudir a la polinización asistida en el periodo de antesis ubicando inflorescencias femeninas receptoras, no obstante, en ciertos híbridos las inflorescencias suelen requerir mezcla de polvo con talco estéril (Jacome , 2015).

1.10 Ácido naftalenacético

El ácido naftalenacético o también conocido como ANA o regulador de crecimiento, es una hormona vegetal perteneciente a la familia de las auxinas, actúa de forma más efectiva que otros homólogos, muestra que existe un efecto directo logrando incrementar el potencial de aceite del racimo, esto sucede gracias al incremento de la formación del fruto contenedor de aceite, pero cuando se utiliza únicamente polen, los frutos no llegan alcanzar un buen desarrollo, a diferencia de cuando se aplica ANA (Bravo, 2020).

1.11 Aplicación del Ácido naftalenacético en otros cultivos

En Boyacá-Colombia, se le considera al cultivo de arracacha como una de las mayores actividades económicas debido a que esta se adapta a las condiciones ambientales de la zona, la continuidad de obtención de este producto se debe a que los agricultores utilizan las semillas que se generan en las mismas producciones, por tal motivo se genera una menor ganancia en su producción, esto se debe a que la selección de semillas se realiza de manera inadecuada sin un control (Pint, Alvarado, & Álvarez, 2015).

Motivo por el cual optaron por utilizar el compuesto denominado ANA que es una hormona de crecimiento que permite la estimulación del desarrollo de raíces y logra obtener precocidad en el ciclo del cultivo, al ponerla a prueba en cuatro concentraciones (0, 2, 4 y 6 mg L⁻¹) determinaron que los mejores resultados se obtuvieron en las concentraciones de 2 y 4 mg L⁻¹, permitiendo una obtención en producción del 60% en comparación al producto sin dicha hormona ANA (Montaño & Méndez, 2016).

1.12 Ácido naftalenacético en el híbrido

En la actualidad se conoce que 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 compone una nueva realidad del híbrido OxG, 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, presenta variantes en los resultados, constituyendo un reto en su implementación para conseguir los resultados esperados (Atehortua, 2020).

1.13 Diámetro y largo del fruto

La palma de aceite tiene un solo tallo y alcanza unos 20 metros (66 pies) de altura. Tiene muchas flores diminutas apiñadas en ramas cortas que se convierten en un gran racimo de frutos forma ovoide de 3-6 cm de largo y peso de 5-12 g aproximadamente, cuando están maduros, los frutos son de color rojizo, piel lisa y brillante compuesta por un cuesco lignificado y una almendra aceitosa, el pericarpio del fruto consta de exocarpio, mesocarpio y endocarpio (InfoAgro, 2016).

Para la producción comercial de aceite, la porción carnosa exterior de la fruta se cuece al vapor para destruir las enzimas lipolíticas y luego se prensa; el aceite de palma resultante es muy coloreado debido a la presencia de carotenos, los granos de la fruta también se presionan en prensas de tornillo mecánicas para recuperar el aceite de semilla de palma, que es químicamente bastante diferente del aceite de la pulpa de la fruta (Martínez, 2014).

1.14 Contenido de aceite en el mesocarpio

Los componentes principales del racimo que se encuentran correlacionados a la proporción de aceite por racimo que son el porcentaje de aceite en mesocarpio, comprendiendo la humedad, proporción fruta/racimo, aceite en mesocarpio seco y grosor. Mediante investigaciones realizadas por Porabowo y Foster y Goh y Härdter, han demostrado que los fertilizantes potásicos reducen la relación racimo/aceite, por otra parte, también se han realizado investigaciones observando que el aumento de aceite tiene relación con el número de frutos en el racimo, es decir el directamente proporcional al racimo grande (Mathews , 2015).

El aceite de palma es extraído del mesocarpio del fruto de la semilla en la palma africana mediante procedimientos mecánicos, y está constituido por una mezcla de carotenos y vitamina E, los principios generales de conservación incluyen; destrucción de enzimas en la materia prima y microorganismos contaminantes por calor durante el procesamiento, eliminación de la mayor cantidad de agua posible del aceite para evitar el crecimiento microbiano durante el almacenamiento, por tanto, el aceite tiene una larga vida útil debido a su bajo contenido de humedad, embalaje y almacenamiento adecuados del aceite extraído para ralentizar el deterioro químico; el método utilizado para extraer el aceite vegetal depende del tipo de materia prima disponible. La principal diferencia en las materias primas es el contenido de humedad. (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite [FedePalma], 2015)

1.15 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, 2020).

1.16 Generalidades del aceite de palma

El aceite de palma crudo posee comúnmente un color naranja profundo y se encuentra en forma semisólida a temperatura ambiente, pero en reposo se aísla en la parte sólida (la estearina) y en la parte líquida (la oleína), actualmente Colombia se sitúa en el quinto lugar de la producción a nivel mundial de aceite de palma y a nivel latinoamericano ocupa el primer puesto, a diferencia de Ecuador que una de sus mayores producciones fue en el año 2004, con 630.000 toneladas de aceite crudo de palma y 145.000 toneladas de palmiste, representando un total de 974.345 millones, es decir un 53,1% de participación en la oferta nacional de aceites y grasas (De la Ossa, 2015).

El aceite de palma obtenidos de la pulpa y la semilla, respectivamente, de la palma de aceite representaron el 30% de la producción mundial de grasas y aceites, siendo el principal aceite comestible producido, superando a la soja. En términos de exportaciones, representa casi el 60% de las exportaciones mundiales, además, dado que el rendimiento del aceite de palma por hectárea es aproximadamente diez veces el rendimiento del aceite de soja, esto significa que la producción mundial de aceite de palma se obtiene de menos del 5% de la tierra cultivable total, estas cifras por sí solas destacan el papel clave que desempeña el aceite de palma en la nutrición humana en la actualidad y es probable que lo desempeñe en el futuro inmediato (CABI, 2020).

Esta amplia disponibilidad significa que el aceite de palma está encontrando usos cada vez mayores en el sector alimentario, los procedimientos de fraccionamiento producen una variedad de productos que amplían enormemente el uso del aceite de palma en diversas formulaciones alimentarias, además, la presencia de varios micronutrientes en el petróleo crudo, incluidos los carotenoides y la vitamina E, ha hecho que el aceite de palma se convierta en un actor mundial en varios sectores públicos, como las iniciativas de salud (Peng , et al., 2019).

La RSPO (Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible) es la única organización que puede marcar una diferencia real en la producción sostenible de aceite de palma a nivel mundial, asegurando la integridad de los bosques tropicales, haciendo respetar los derechos de las comunidades y los pueblos indígenas al tiempo que brinda la necesidad de desarrollo económico y la demanda mundial cada

vez mayor de este producto, siendo la iniciativa de múltiples partes interesadas más avanzada dedicada a un solo producto, la RSPO podría aprovechar su fuerza para influir en otros hacia una producción sostenible (Reyes, 2015).

La RSPO podría ayudar a los gobiernos de los países productores a fortalecer la política y el entorno legal para garantizar una producción sostenible con los países consumidores, sin embargo, hasta la actualidad es una iniciativa voluntaria de empresa a empresa que no ha involucrado formalmente la participación de los gobiernos nacionales, misma que podría apoyar el desarrollo de políticas del sector público y permitir que estimulen la adopción de certificaciones de productos (Petruzzello, 2020).

CAPÍTULO II

2 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

2.1 Ubicación del ensayo.

El trabajo 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 (S0°15'10.98" O79°10'31.3").

2.2 Variables

2.2.1 Variables Independientes.

- **Ciclos de aplicación del Ácido nafatalenacético (ANA)**

2.2.2 Variables Dependientes.

- **Diámetro de fruto:** De la muestra obtenida mediante la clasificación de los frutos al momento del desespigado (fase 1) se obtiene la submuestra de estos (400 g de frutos normales, 100 g de frutos partenocárpicos y 100 g de frutos estenopermocárpicos) para realizar la extracción de aceite, se tomó el diámetro en la parte central del fruto usando un calibrador. Altura de la planta.
- **Largo de fruto:** De la muestra obtenida mediante la clasificación de los frutos al momento del desespigado (fase 1) se obtiene la submuestra (400 g de frutos normales, 100 g de frutos partenocárpicos y 100 g de frutos estenopermocárpicos) para realizar la extracción de aceite, se tomó el largo desde la base del fruto hasta la parte apical usando un calibrador. No se tomó en cuenta los lóbulos del estigma.
- **Recuperación de nuez:** Se determinó el porcentaje de nuez en el racimo, con el valor de las nueces secas obtenidas luego del despulpado de los frutos normales, realizando los cálculos descritos por el Laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL.

- **Contenido de aceite en mesocarpio seco:** Se calculó el contenido de aceite en mesocarpio seco de los frutos normales, partenocárpicos y estenopermocárpicos, luego de la extracción de aceite en el Soxhlet, realizando los cálculos descritos por el Laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL.
- **Potencial de aceite en racimo:** Se calculó el potencial de extracción de aceite contenido en el racimo luego de la extracción de aceite en el Soxhlet, realizando los cálculos descritos por el Laboratorio de Investigación en Biotecnología del CIPAL.

2.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se describen en la tabla 2.

| Tratamiento | Descripción | Insumo | Frecuencia de aplicación |
|-------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| 1 | Testigo 1 | Polen | 1 - 3 - 5 |
| 2 | Testigo 2 | Polen | 1 - 7 - 14 |
| 3 | Tratamiento 1 | Polen - polen -ANA | 1 - 3 - 5 |
| 4 | Tratamiento 2 | Polen - ANA – ANA | 1 - 3 - 5 |
| 5 | Tratamiento 3 | ANA- ANA- ANA | 1 - 3 - 5 |
| 6 | Tratamiento 4 | Polen - polen -ANA | 1 - 7 - 14 |
| 7 | Tratamiento 5 | Polen - ANA – ANA | 1 - 7 - 14 |
| 8 | Tratamiento 6 | ANA- ANA- ANA | 1 - 7 - 14 |

Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados.

2.4 Características de las Unidades Experimentales

La unidad experimental neta constó de 8 plantas.

2.5 Diseño Estadístico

Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) y el estudio constó de 3 repeticiones por tratamiento con un total de 24 UE.

2.6 Análisis Funcional

El análisis de los resultados se realizó con la aplicación de software PSPP (Software Estadístico) donde se aplicó el método de Tukey con un 5 % de significancia para determinar las comparaciones que existen en cada tratamiento aplicado.

2.7 Instrumentos de medición aplicados

2.7.1 Material genético

Híbrido OxG (*Coarí x La Mé*), de 4 años de edad.

2.7.2 Equipos y materiales

- Equipo de laboratorio (Mandil, guantes, mascarilla)
- Calibrador
- Balanza digital
- Papel absorbente
- Estufa de laboratorio
- Papel aluminio
- Recipientes de plástico
- Fundas plásticas
- Rotulador
- Soxhlet

2.7.3 Insumos

- Cloroformo

2.8 Procedimiento

Se recibieron 8 racimos por tratamiento, cada uno con un peso de 5 k de raquillas cada semana. Se procedió a realizar el desespigado, desfrutado, selección de frutos (Normales, Partenocárpicos 1 o 2 y Estenopermocárpicos), conteo y peso de los frutos seleccionados y submuestreo de cada fruto. Después del submuestreo (400 gramos normales, 100 gramos de partenocárpicos 1 o 2 y estenopermocárpicos) se procedió a medir el diámetro y largo de cada fruto, luego se cortó el mesocarpio de las frutas seleccionadas, separando la nuez de estas, se pesó el peso fresco de nueces y mesocarpio y se ubicó en recipientes de aluminio pesando una cantidad de 30

gramos por tratamiento. Luego se ubicó cada una de las muestras pesadas en la estufa del laboratorio dejándolas 24 horas.

De cada muestra secada se pesaron 5 gramos y se ubicaron en unos capuchones hechos de papel absorbente, para ser ubicados en el Soxhlet con 300 ML de cloroformo a una temperatura de 50 grados, en el soxhlet entraron 12 capuchones allí se los dejó durante 24 horas. Después de que se extrajo el aceite se pesaron las capsulas en seco.

CAPÍTULO III

3 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Diámetro de fruto

Para la variable diámetro de fruto los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo D.)

3.1.1 Diámetro de frutos normales

Se determinó que si existe diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados con polinización asistida ya que dos de los tratamientos superan los 20 cm de diámetro a diferencia del resto que están por debajo de los 19 cm. El coeficiente de variación fue 8.1% y la media total fue de 19.372, se pudo observar que los tratamientos que alcanzan más altos valores son el 1 y 2 como se muestra en la **figura 1** con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 3**.

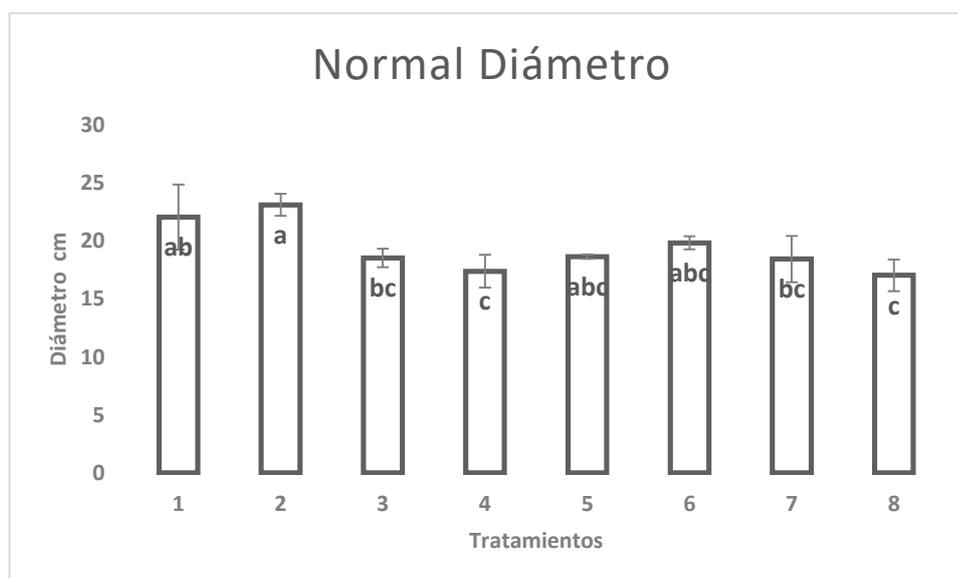


Figura 1. Medidas de la variable diámetro de fruto NORMAL.

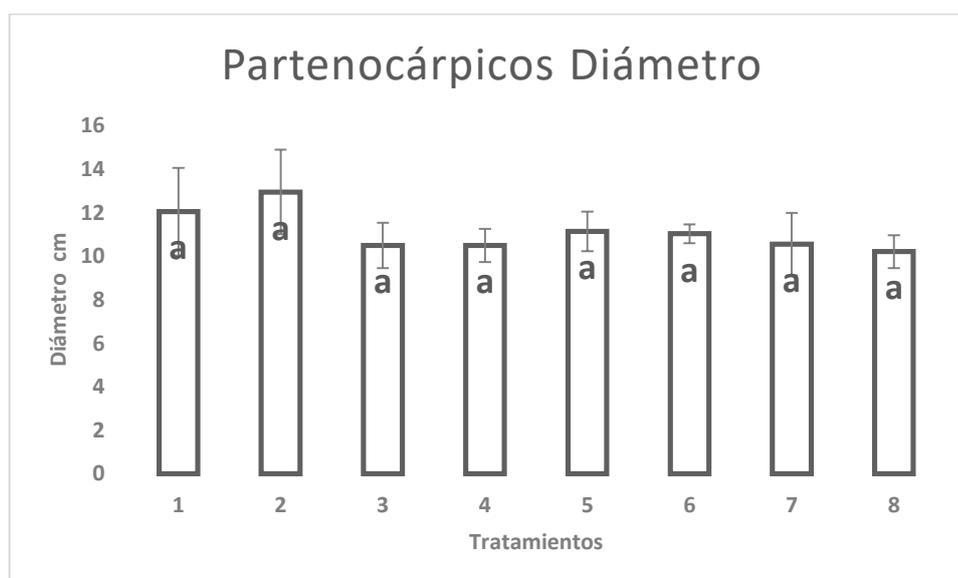
| Tratamientos | Descripción | Normal Diámetro | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|-----------------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 22.05 | 2.809 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 23.10 | 0.945 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 18.52 | 0.806 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 17.38 | 1.425 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 18.64 | 0.195 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 19.83 | 0.570 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 18.43 | 1.993 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 17.03 | 1.367 |
| Media | 19.372 | | |
| CV | 8.1% | | |

Tabla 3. Resultados de la variable diámetro de frutos normales.**3.1.1.1 Discusión de resultados – diámetro de frutos normales.**

De acuerdo a los resultados obtenidos se indica que el polen estimula consistentemente el desarrollo y producción de frutos normales, y por ende la ausencia de este produce efectos que parten desde la no formación del racimo, hasta la formación del mismo, con frutos de pobre progreso en número y tamaño, afectando el peso de este, asimismo, Ruíz Romero (2020) menciona en su artículo que con la adición de polen en la mezcla de ANA y talco no se produce la formación de frutos normales esperados, obteniendo casi la tercera parte de los frutos normales que se generan mediante la aplicación de polen.

3.1.2 Diámetro de frutos partenocárpicos.

No existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 12.0% y la media total fue de 11.114 observando que los tratamientos más alto son el 1 y 2 como se muestra en la **figura 2** y con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 4**.

**Figura 2.** Medidas de la variable diámetro de fruto PARTENOCÁRPICOS.

| Tratamientos | Descripción | Partenocárpicos Diámetro | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 12.04 | 2.012 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 12.95 | 1.942 |

| | | | |
|-------|----------------------------|--------|-------|
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 10.49 | 1.036 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 10.49 | 0.765 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 11.14 | 0.914 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 11.03 | 0.435 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 10.55 | 1.435 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 10.21 | 0.755 |
| Media | | 11.114 | |
| CV | | 12.0% | |

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

3.1.3 Diámetro de frutos estenopermocárpico.

No existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 10.6% y la media total fue de 14.549 se observó que los tratamientos con valores más altos son el 1 y 2 **figura 3** y con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 5**.

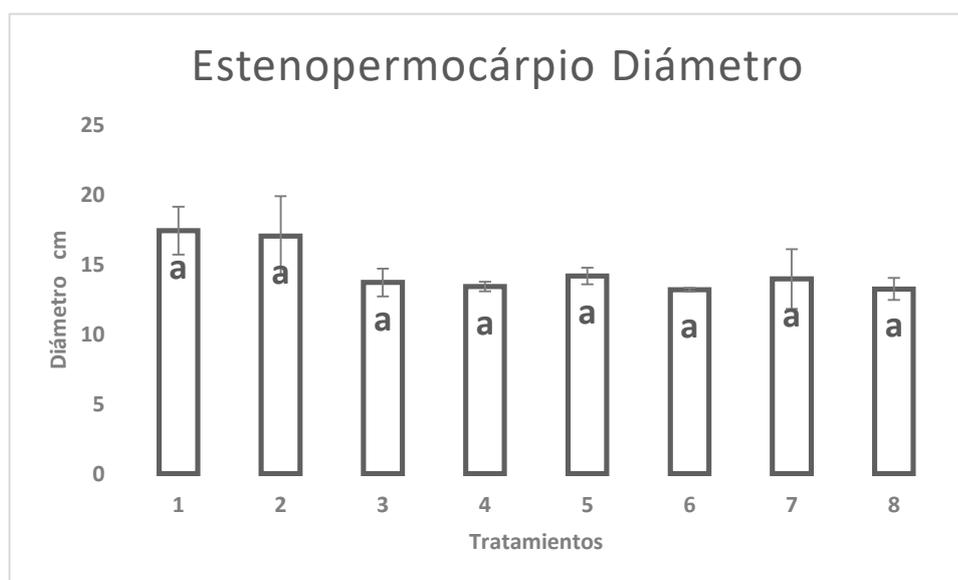


Figura 3. Medidas de la variable diámetro de fruto ESTENOPERMOCÁRPIO.

| Tratamientos | Descripción | Estenopermocárpico Diámetro | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 17.46 | 1.725 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 17.08 | 2.857 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 13.73 | 1.001 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 13.45 | 0.345 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 14.20 | 0.588 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 13.21 | 0.139 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 13.99 | 2.149 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 13.27 | 0.798 |
| Media | | 14.549 | |
| CV | | 10.6% | |

Tabla 5. Resultados de la variable diámetro de frutos estenopermocárpicos.

3.1.4 Discusión de resultados – variable diámetro de frutos (partenocárpicos y estenopermocárpicos).

La aplicación de polen para promover la formación de frutos partenocárpicos y estenopernocárpicos es posible en los híbridos OxG *Coarí x La Mé*, donde los racimos presentan pesos similares a los obtenidos mediante la polinización con ANA, sin embargo, Guataquira, y otros (2019) mencionan que cuando se comparan los tratamientos de ANA con la polinización tradicional con polen, en la mayoría de los casos se obtiene una mayor cantidad de racimos de fruta fresca que es determinada por la mayor cantidad de racimos obtenidos, este número de racimos corresponde a los recuperados en comparación con los perdidos en la polinización tradicional, ya sea porque las inflorescencias no fueron polinizadas o debido a la asincronía floral deficientemente polinizada.

3.2 Largo del fruto

Para la variable largo de fruto los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo E.)

3.2.1 Largo de frutos normales.

No existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 3.4% y la media total fue de 31.367 de acuerdo con la **figura 4** los tratamientos con mayor rendimiento son el 1 y 2 con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 6**, sin embargo, los tratamientos

restantes también se encuentran en un rango alto, con diferencias mínimas uno del otro.

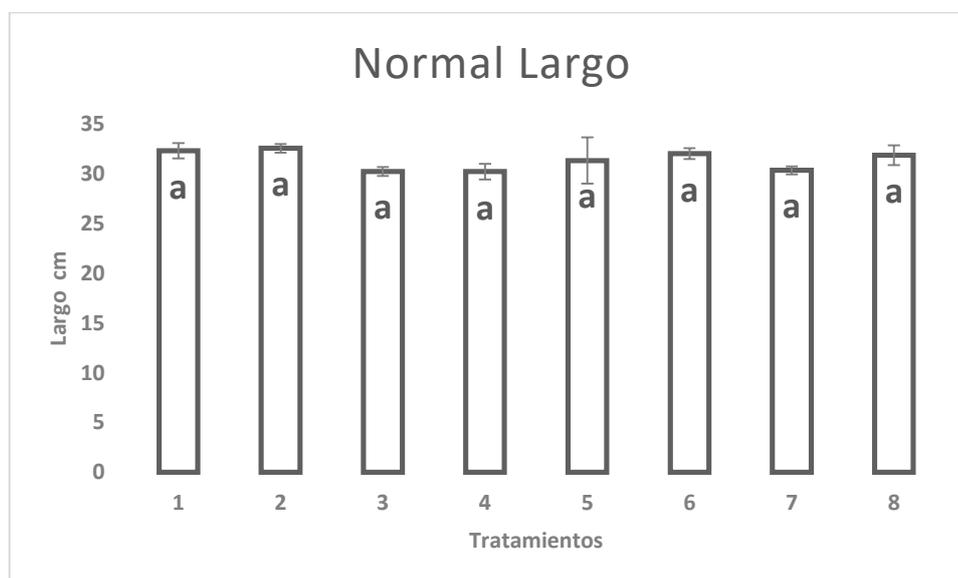


Figura 4. Medidas de la variable largo de fruto NORMALES.

| Tratamientos | Descripción | Normal Largo | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|--------------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 32.31 | 0.771 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 32.57 | 0.435 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 30.23 | 0.447 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 30.23 | 0.789 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 31.34 | 2.322 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 32.03 | 0.531 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 30.36 | 0.405 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 31.87 | 1.006 |
| Media | 31.367 | | |
| CV | 3.4% | | |

Tabla 6. Resultados de la variable largo de frutos normales.

3.2.2 Largo de frutos partenocárpicos.

Se logró determinar que no existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 4.5% y la media total fue de 29.156 de acuerdo con la **figura 5** el tratamiento con mejor rendimiento es el 6 con frecuencias distintas, seguido del 2 y 5 los cuales se encuentran en un mismo rango con frecuencias distintas como se observa en la

tabla 7, sin embargo, los tratamientos restantes también se encuentran en un rango alto, con diferencias mínimas uno del otro.

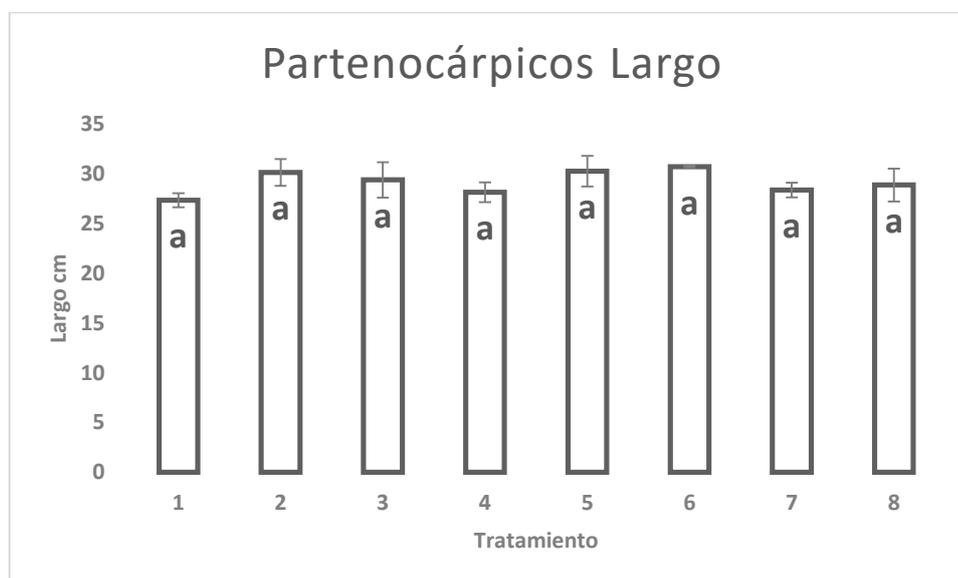


Figura 5. Medidas de la variable largo de fruto PARTENOCÁRPICOS.

| Tratamientos | Descripción | Partenocárpicos Largo | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 27.35 | 0.712 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 30.13 | 1.345 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 29.39 | 1.779 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 28.14 | 0.992 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 30.27 | 1.555 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 30.72 | 0.085 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 28.37 | 0.724 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 28.87 | 1.662 |
| Media | 29.156 | | |
| CV | 4.5% | | |

Tabla 7. Resultados de la variable largo de frutos partenocárpicos.

3.2.3 Largo de frutos estenopermocárpico.

Se observó que no existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 6.0% y la media total fue de 32.090 de acuerdo con la **figura 6** los tratamientos que alcanzan más altos valores

son el 1 y 2 con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 8** teniendo un mayor rango de diferencia con los tratamientos restantes.

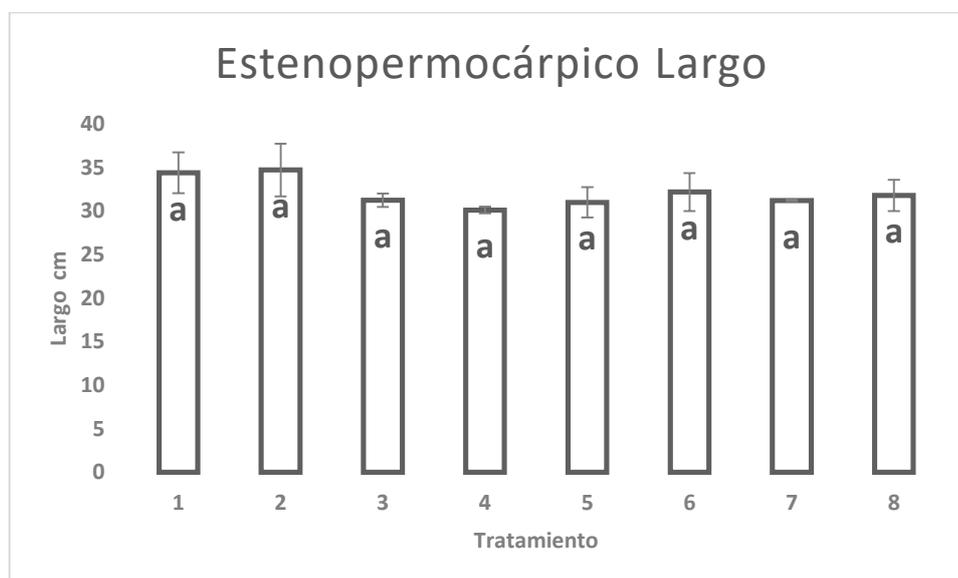


Figura 6. Medidas de la variable largo de fruto ESTENOPERMOCÁRPIO.

| Tratamientos | Descripción | Estenopermocárpico Largo | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 34.41 | 2.344 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 34.72 | 3.035 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 31.25 | 0.772 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 30.12 | 0.390 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 31.00 | 1.737 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 32.19 | 2.167 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 31.22 | 0.095 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 31.81 | 1.808 |
| Media | 32.090 | | |
| CV | 6.0% | | |

Tabla 8. Resultados de la variable largo de frutos estenopermocárpico.

3.2.4 Discusión de resultados – variable largo de frutos.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que el tamaño de los frutos normales son mejores utilizando polinización tradicional pero al incluir ANA se observó una disminución en tamaño, sin embargo, en los frutos partenocárpico y estenopermocárpico la utilización de polen + ANA no afecta en su desarrollo, concordando con Bravo (2020) quien en su investigación señala que los frutos normales no se ven afectados cuando se realiza al menos una aplicación de polen en la inflorescencia, pero al aplicar únicamente ANA su contenido disminuye, debido a que no hay el estímulo del polen para fertilizar la flor, contrario a la aplicación de ANA en frutos partenocárpico a quienes no afecta, de la misma

forma que el aplicar ANA favorece al desarrollo de frutos estenopermocárpicos incrementando su porcentaje en el racimo, debido a que algunos de ellos son inicialmente fertilizados por el polen, pero el estímulo del ANA los transforma.

3.3 Recuperación de nuez

Para la variable recuperación de nuez los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo F.) Se determinó que si existen diferencias significativas en los tratamientos 5 y 8 en comparación con el resto. El coeficiente de variación fue 9% y la media total fue de 11.417 de acuerdo con la **figura 7** los tratamientos con mayor rendimiento fueron 1 y 2 con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 9**, teniendo un mayor rango de diferencia con los tratamientos restantes; haciendo énfasis en los tratamientos 5 y 8 los cuales alcanzaron un muy bajo porcentaje.

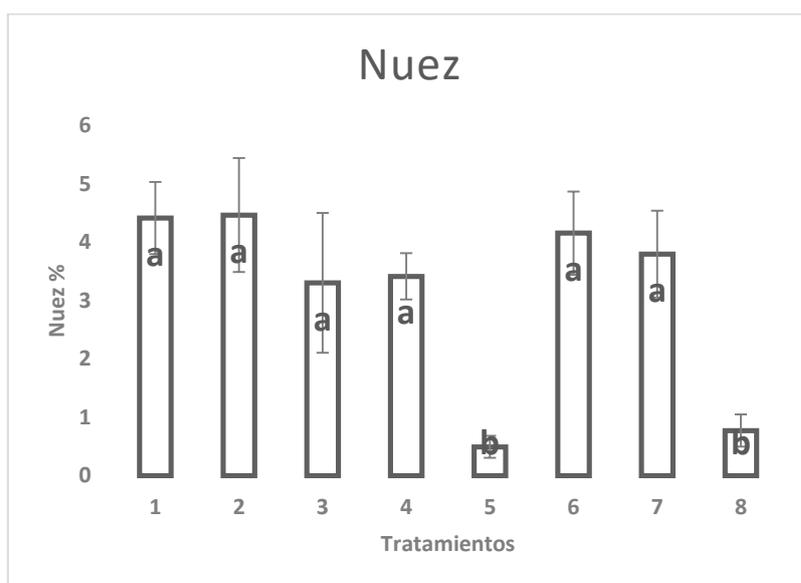


Figura 7. Medidas de la variable recuperación de nuez.

| Tratamientos | Descripción | Nuez | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 4.41 | 0.618 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 4.47 | 0.976 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 3.31 | 1.198 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 3.42 | 0.395 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 0.49 | 0.189 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 4.16 | 0.715 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 3.80 | 0.743 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 0.77 | 0.275 |
| Media | 11.417 | | |
| CV | 9% | | |

Tabla 9. Resultados de la variable recuperación de nuez.

3.3.1 Discusión de resultados – variable recuperación de nuez.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la figura 7 se observa que la recuperación de nuez es mejor en la utilización de tratamiento tradicionales (polen), de la misma forma Amaya Cárdenas (2015) concuerda con lo antes mencionado, afirmando que la recuperación es similar a la obtenida por la separación seca, por la eliminación de la pérdida en el tambor pulidor y por una menor pérdida de humedad en el silo; a diferencia de los otros dos procesos, el proceso que utiliza métodos auxiliares o polinización asistida obtiene sólo el 57,8% de la almendra, pero las pérdidas en el sistema de separación almendra - cuesco son sólo del 4,15%, encontrándose al mismo nivel de la separación con tratamientos tradicionales solo con polen.

3.4 Contenido de aceite en mesocarpio seco

Para la variable contenido de aceite en mesocarpio seco los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo G.)

3.4.1 Aceite en mesocarpio seco normal.

Se determinó que no existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 4.9% y la media total fue de 71.46 de acuerdo con la **figura 8** el tratamiento que alcanza el más alto valor es el 4 junto con el tratamiento 7 con frecuencias distintas, seguidos de los tratamientos

1 y 8 los cuales también se encuentran en un rango alto como se observa en la **tabla 10** en comparación con los tratamientos restantes.

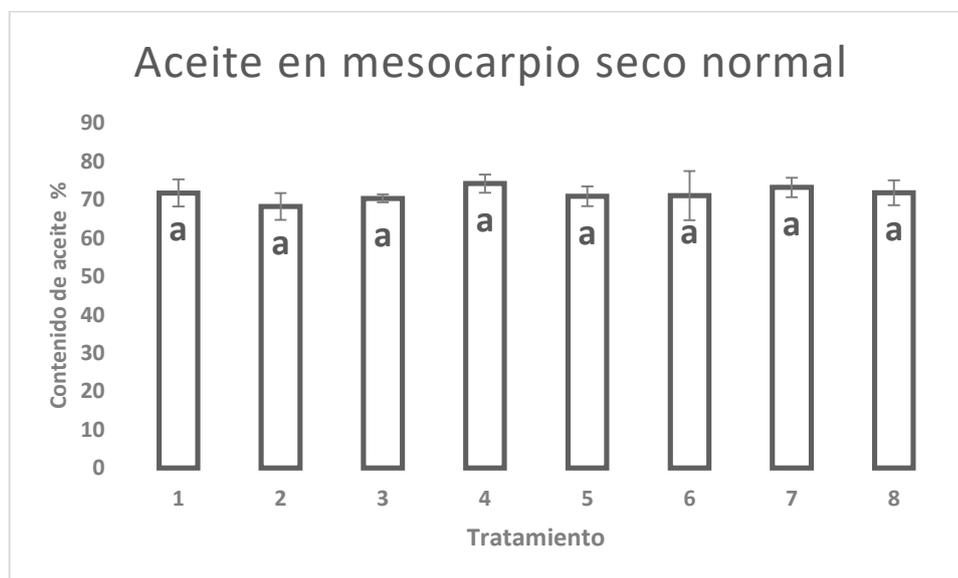


Figura 8. Medidas de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos NORMALES.

| Tratamientos | Descripción | Nuez | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|-------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 71.77 | 3.533 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 68.24 | 3.498 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 70.34 | 1.039 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 74.23 | 2.385 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 70.90 | 2.592 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 71.10 | 6.392 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 73.21 | 2.541 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 71.85 | 3.231 |
| Media | 71.46 | | |
| CV | 4.9% | | |

Tabla 10. Resultados de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos normales.

3.4.2 Aceite en mesocarpio seco partenocárpico.

Se determinó que no existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 4.8% y la media total fue de 69.828 de acuerdo con la **figura 9** el tratamiento con mejor rendimiento es el 4 seguido del 1 y el 5 con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 10**

teniendo una variación mínima en los rangos en comparación con los tratamientos restantes.

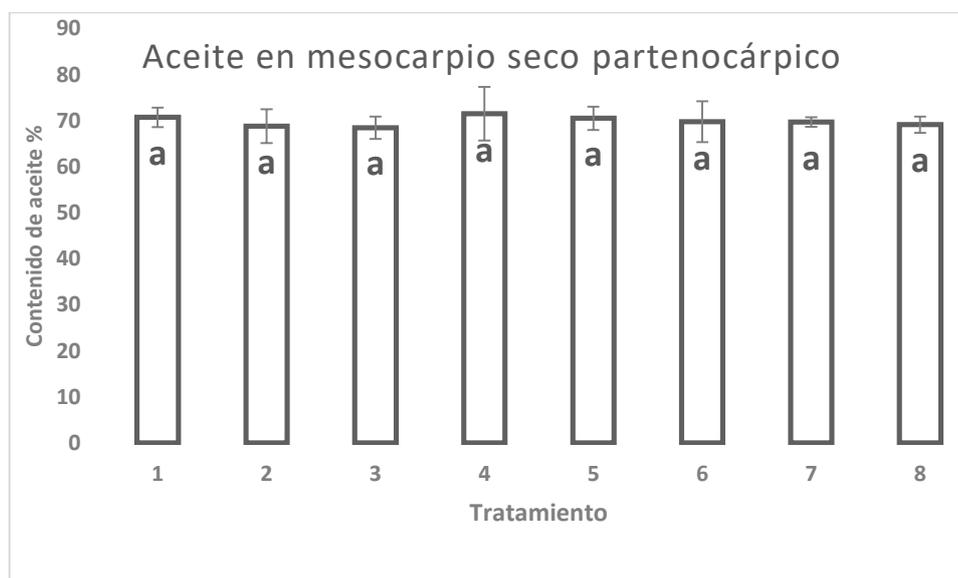


Figura 9. Medidas de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos PARTENOCÁRPICO.

| Tratamientos | Descripción | Nuez | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|-------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 70.72 | 2.083 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 68.79 | 3.679 |
| 3 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 68.48 | 2.430 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 71.49 | 5.820 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 70.52 | 2.516 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 69.78 | 4.466 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 69.70 | 1.030 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 69.14 | 1.756 |
| Media | 69.828 | | |
| CV | 4.8% | | |

Tabla 11. Resultados de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos partenocárpico.

3.4.3 Aceite en mesocarpio seco estenopermocárpico.

En este tratamiento no existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos evaluados ya que así se mostraron los resultados plasmados en el cuadro de análisis de varianza, obtenidos por medio de la introducción de datos de laboratorio en el software estadístico. El coeficiente de variación fue 5.4% y la media total fue de 72.997 de acuerdo con la **figura 10** el tratamiento con rendimiento más alto es el 4 seguido del 5 y el 6 con frecuencias distintas como se

observa en la **tabla 12** teniendo una variación mínima en los rangos en comparación con los tratamientos restantes.

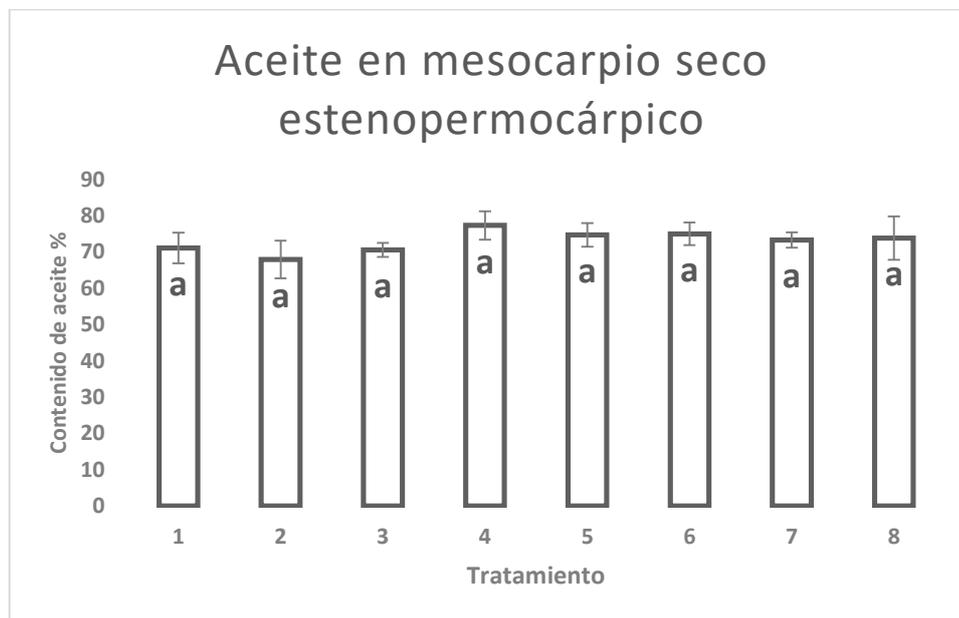


Figura 10. Medidas de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos ESTENOPERMOCÁRPICO.

| Tratamientos | Descripción | Nuez | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|-------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 71.14 | 4.248 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 67.94 | 5.178 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 70.59 | 1.971 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 77.34 | 3.906 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 74.76 | 3.276 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 75.04 | 3.136 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 73.33 | 2.136 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 73.84 | 5.995 |
| Media | 72.997 | | |
| CV | 5.4% | | |

Tabla 12. Resultados de la variable contenido de aceite en mesocarpio seco en frutos estenopermocárpico.

3.4.4 Discusión de resultados – variable aceite en mesocárpico seco.

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que con la aplicación de polen + ANA se alcanza un mayor contenido de aceite en mesocarpio seco tal como lo menciona Atehortua Villegas (2018) en su investigación observando que estos se caracterizan por presentar un alto contenido de aceite tanto en frutos normales como en frutos partenocárpico y estenopermocárpico, esto se logra utilizando ANA

alcanzando un llenado total del racimo con mayor acumulación de aceite y calidad similar a la obtenida con polinización asistida.

3.5 Potencial de aceite en racimo

Para la variable potencial de aceite en racimo los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo H.) En el caso del potencial de aceite de racimo, se pudo comprobar que si existen diferencias significativas en el análisis de variancia en los diferentes tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue 6.7% y la media total fue de 30.930 de acuerdo con la **figura 11** los tratamientos que alcanzan los más altos valores son el 5 y 8 seguidos del 4 con frecuencias distintas como se observa en la **tabla 13** teniendo un mayor rango a diferencia de los tratamientos restantes.

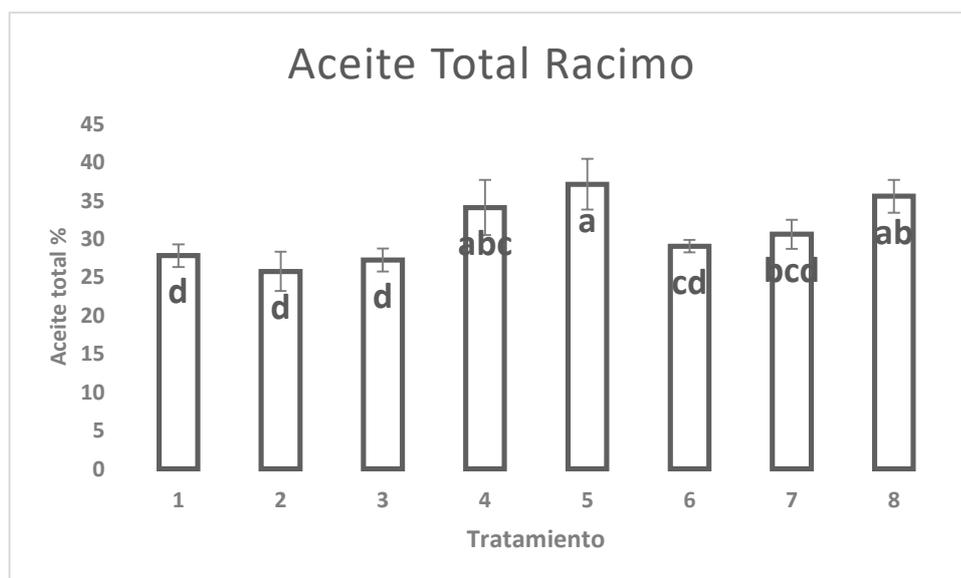


Figura 11. Medidas de la variable potencial de aceite en racimo.

| Tratamientos | Descripción | Nuez | Desviación estándar |
|--------------|------------------------------|-------|---------------------|
| 1 | Polen/1 – Polen/3 – Polen/5 | 27.84 | 1.478 |
| 2 | Polen/1 – Polen/7 – Polen/14 | 25.78 | 2.561 |
| 3 | Polen/1 – Polen/3 – ANA/5 | 27.27 | 1.514 |
| 4 | Polen/1 – ANA/3 – ANA/5 | 34.11 | 3.591 |
| 5 | ANA/1 – ANA/3 – ANA/5 | 37.16 | 3.295 |
| 6 | Polen/1 – Polen/7 – ANA/14 | 29.08 | 0.801 |
| 7 | Polen/1 – ANA/7 – ANA/14 | 30.62 | 1.900 |
| 8 | ANA/1 – ANA/7 – ANA/14 | 35.58 | 2.125 |
| Media | 30.930 | | |
| CV | 6.7% | | |

Tabla 13. Resultados de la variable potencial de aceite en racimo.

3.5.1 Discusión de resultados – variable potencial de aceite en racimo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa la importancia de la polinización artificial con ANA, ya que incrementa el contenido de aceite en racimos, concordando con Bravo (2020) quien menciona que la frecuencia de aplicación de ANA juega un papel importante, debido a que el estímulo entregado a cada flor individual es mayor, ya que mientras más cerca se encuentra al momento de la antesis, es cuando se da el mayor desarrollo de las flores, el potencial es mayor al aplicar solamente ANA, aunque los valores son mayores cuando se utiliza la frecuencia de aplicación cada 2 días.

CONCLUSIONES

- Esta claro que de acuerdo con los resultados obtenidos para las variables diámetro y longitud (desarrollo) de los frutos, los tratamientos que alcanzan los valores más altos fueron 1 y 2 a excepción de la variable longitud de frutos partenocárpicos siendo los tratamientos 6, 2 y 5 más altos, todos con frecuencia (días) de aplicación distinta. Se pudo observar que los tratamientos que solo se aplicó polen estimula consistentemente el desarrollo y producción de frutos normales. Al incluir ANA se identificó una disminución en tamaño en los frutos normales, pero en los frutos partenocárpicos y estenopermicárpicos al incluir polen + ANA no afecta en su desarrollo.
- En relación a lo expuesto en la investigación, se pudo concluir, que la polinización con ANA (Ácido naftalenacético) beneficia el cultivo de palma aceitera e híbrido OxG 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 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.

RECOMENDACIONES

- Las metodologías que se están evaluando en la actualidad para ajustar la polinización artificial continúan proporcionando nuevos resultados para el peso del racimo y contenido de aceite, por ende, es de vital importancia continuar realizando trabajos de titulación que guarden relación con los temas abordados en esta investigación, con sus respectivas pruebas en campo para identificar los beneficios y rendimientos que estos conllevan en su aplicación.
- Realizar el proceso de polinización ANA+POLEN de acuerdo al tipo de resultados que se deseen obtener en plantaciones de híbridos, ya sea con relación al potencial de aceite o desarrollo del fruto.
- Ejecutar evaluaciones comerciales, para valorar la relación costo – beneficio de los operarios polinizadores con la metodología propuesta y su rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2019). *Polinización en el cultivo de palma aceitera*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/palma/polinizacion.pdf>
- AgroSavia. (2018). *Cultivar híbrido OxG Corpoica El Mira de palma de aceite*. Obtenido de <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/0067-h%C3%ADbrido-de-palma-de-aceite-oxg-corpoica-el-mira>
- Álvarez, E., Ceballos, G., & Gañán, L. (diciembre de 2014). *PRODUCCIÓN DE MATERIAL DE 'SIEMBRA' LIMPIO*. Obtenido de https://guzlop-editoras.com/web_des/agri01/fito/pld1668.pdf
- Amaya Cárdenas, S. (2015). Evaluación del proceso de recuperación de almendra. *Cenipalma*, 9.
- Araya, M. (2003). *Situación actual del manejo de nematodos en banano*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5338/1/7008501.2011.pdf>
- Arines, J. (1991). Aspectos físicos-químicos de la fijación y movilización biológica en nutrientes en el suelo y su incidencia en la formación y efectos de la micorriza VA. En J. López, *Fijación y movilización biológica de nutrientes* (pág. 305). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Atehortua Villegas, C. P. (2018). Conformación de colección biológica en palma de aceite. *Cenipalma*, 83.
- Atehortua, C. P. (2020). *repositorio.unicordoba.edu.co*. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2911/Atehortua%20Villegas%20Claudia%20Patricia.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Barrer, S. E. (2009). EL USO DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES. *file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-*

ElUsoDeHongosMicorrizicosArbuscularesComoUnaAltern-6117947.pdf,
1 -2.

Bayona Rodriguez, C. J. (2020). *repositorio.unicordoba.edu.co*. Obtenido de Proyecto de trabajo de grado, opción práctica empresarial, como requisito parcial:

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2911/Atehortua%20Villegas%20Claudia%20Patricia.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Borja, J. M. (2013). *repositorio.puce.edu.ec/*. Obtenido de

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9366/FACTIBILIDAD%20FINANCIERA%20PARA%20EL%20ESTABLECIMIENTO%20DE%20UN%20VIVERO%20Y%20LA%20SIEMBRA%20DE%201000%20PLANTAS%20DE%20PALMA%20AFRICANA%20EN%20LA%20HACIENDA%20TERRANOVA.pdf?sequence=1&isAllowe>

Bravo, V. (6 de noviembre de 2020). Efecto del ácido naftalenacético en el potencial de aceite en racimo en híbrido OxG en palma aceitera. *EL PRODUCTOR - el periódico del campo*, págs. <https://elproductor.com/2020/11/efecto-del-acido-naftalenacetico-en-el-potencial-de-aceite-en-racimo-en-hibrido-oxg-en-palma-aceitera/>.

Bravo, V. (22 de septiembre de 2020). Polinización artificial en palma aceitera, Híbrido Oxg, con el uso de Ácido Naftalenacético. *El Productor*, pág. 4.

Centro de Biociencia Agrícola Internacional (CABI). (2020). *Palma Africana*. Obtenido de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/20295>

Coto, J. (octubre de 2009). Obtenido de http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf

Coto, J. (OCTUBRE de 2009). *GUIA PARA MULTIPLICACION DE PLATANO*. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf

- Cuenca, G. (2007). *EL USO DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES*.
Obtenido de EL USO DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES:
file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-
ElUsoDeHongosMicorrizicosArbuscularesComoUnaAltern-6117947.pdf
- Daza, E., Pardo Vargas , A., Urrego, N., M. Ayala, I., Ruiz, R., & M. Romero, H.
(2016). *Fedepalma*. Obtenido de
<https://web.fedepalma.org/bigdata/reunion2016/poster/5poster.pdf>
- Dominguez. (2004). Obtenido de Influencia de la micorrización con trufa negra
(*Tubermelanosporum*) en el crecimiento, intercambio gaseoso y nutrición
mineral de plántulas de *Pinus halepensis*: Domínguez, J.; Planelles R.;
Rodríguez, J.; Barreal, J.; y Saiz, A. 2004. Influencia de la micorrización con
trufa negra (*Tubermelanosporum*) en el crecimiento, intercambio gaseoso y
nutrición mineral de plántulas de *Pinus halepensis*. Invest. Agrar: Sist Re
- Elsen, A. (2002). . *Estudio de la interacción entre los hongos micorriza*. Obtenido
de
[https://www.google.com.ec/search?q=.+Elsen+A.+2002.+Estudio+de+la+i+nteracci%C3%B3n+entre+los+hongos+micorriza+arbusculares+y+nematos+fitopar%C3%A1sitos+en+Musa+spp.+INFOMUSA+11+\(1\)%3A+pg.+55.&dq=.+Elsen+A.+2002.+Estudio+de+la+interacci%C3%B3n+entre+los+](https://www.google.com.ec/search?q=.+Elsen+A.+2002.+Estudio+de+la+i+nteracci%C3%B3n+entre+los+hongos+micorriza+arbusculares+y+nematos+fitopar%C3%A1sitos+en+Musa+spp.+INFOMUSA+11+(1)%3A+pg.+55.&dq=.+Elsen+A.+2002.+Estudio+de+la+interacci%C3%B3n+entre+los+)
- Enríquez, F., & Bernal, G. (2014). Evaluación de la efectividad de cuatro dosis de
Micorrizas arbusculares bajo cuatro niveles de fósforo en vivero de palmito
(*Bactris gasipaes*, Hbk), en la zona de Santo Domingo,. *Eidos*, 42-47.
- Espinosa, D. C., & Martín, D. C. (2003). *El manejo eficiente de la simbiosis
micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible*. Obtenido de Instituto
Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).
- Extractora Rio Manso. (2015). *Variedad de Palma Africana*. Obtenido de
<http://www.exariomanso.com/index.php/es/variedad-de-palma-africana>
- FAO. (MARZO de 2009). *FAO. 2009. Faostat. Disponible en: http://faostat*.
Obtenido de FAO. 2009. Faostat. Disponible en: <http://faostat>.

- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FedePalma). (2015). *Contenido de aceite en el racimo y mesocarpio del fruto de la palma de aceite, y algunos de sus factores fisiológicos y agronómicos*. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1011/1011>
- Fernández, D. C. (2003). *El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible*.
- Garzón, L. P. (2016). *IMPORTANCIA DE LAS MICORRIZAS ARBUSCULARES (MA) PARA UN USO*. <http://www.redalyc.org/pdf/3217/321744162010.pdf> *REVISTA LUNA AZUL*.
- Guataquira, S., Fernando Caicedo, A., Urrego, N., Ayala, I. M., Daza, E. S., Ruíz Romero, R., & Romero, H. M. (2019). Respuesta de diferentes híbridos O×G a la polinización artificial (ANA-líquido) en la zona de Tumaco. *Cenipalma*, 5.
- INAMHI. (2016). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>
- INEC. (2016). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. Encuesta, Instituto Nacional de Estadística y Censo, Producción Agropecuaria, Quito. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- InfoAgro. (2016). *EL CULTIVO DE LA PALMA AFRICANA*. Obtenido de https://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_africana_aceitera_coroto_de_guinea_aabora.htm
- Isaza, C. J. (2008). *MULTIPLICACIÓN DE HONGOS MICORRIZA ARBUSCULAR (H.M.A)*.
- Jacome , M. A. (2015). <http://sired.udenar.edu.co/>. Obtenido de <http://sired.udenar.edu.co/434/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MARIO%20-%20ORIGINAL.pdf>

- Jaizme, M. C., Rodríguez, A., & Piñero, M. (2004). *Potential use of rhizobacteria from the Bacillus genus to stimulate the plant growth of micropropagated banana*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000400003
- Jaizme-Vega, & Rodríguez-Romero. (2004). *Uso de micorrizas en banano y platanó*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?q=Jaizme-Vega%2C+M.C.+y+A.+S.+Rodr%C3%ADguez-Romero%2C+2004.+Uso+de+micorrizas+en+banano%3A+logros+y+perspectivas.+En%3A+Memorias+XVI+REUNI%C3%93N+INTERNACIONAL+ACORBAT+2004.+Oaxaca%2C+M%C3%A9xico.+Pp.+143-160&oq=Jaizme-Ve>
- Jiménez, F., & Agramonte, D. (2012). *Uso de humus de lombriz en la formulación de sustratos*. Obtenido de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_3/cag083121865.pdf
- La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma). (2015). *Comportamiento del híbrido interespecífico*. Obtenido de https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/M+1_4_4+Comportamiento+del+h%C3%ADbrido+intrespecifico+OxG+-+Enrique+Torres_compressed.pdf
- Ley, J., Sánchez, J., Ricardo, N., & Collazo, E. (2015). Efecto de cuatro especies de hongos micorrizógenos arbusculares en la producción de frutos de tomate. *Agronomía Costarricense*, 39(1), 47-59.
- Lioussanne, L. (2010). *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA)*. Obtenido de [file:///C:/Users/Personal/Downloads/Micorrizas%20vs%20Patogenos%20Suelo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Personal/Downloads/Micorrizas%20vs%20Patogenos%20Suelo%20(1).pdf)
- Llive, C. A. (2012). *repositorio.puce.edu.ec*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10844/2.77.001841.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

MAGAP. (2013). *SINAGAP*. Obtenido de <http://sinagap.agricultura.gob.ec>

Martínez, A. (2001). *Martínez, A. (2001). El cultivo del plátano en los llanos orientales. Bucaramanga, Colombia: CORPOICA. Recuperado el 7 de Agosto de 2016, de http://agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127152826_El%20cultivo%20del%20platano%20llanos.pdf*. Obtenido de Martínez, A. (2001). El cultivo del plátano en los llanos orientales. Bucaramanga, Colombia: CORPOICA. Recuperado el 7 de Agosto de 2016, de http://agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127152826_El%20cultivo%20del%20platano%20llanos.pdf

Martínez, S. D. (2014). *dspace.uce.edu.ec*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2582/1/T-UCE-0004-82.pdf>

Mathews, J. (2015). *CID Palmero*. Obtenido de Contenido de aceite en el racimo y mesocarpio del fruto de la palma de aceite y algunos de sus factores fisiológicos y agronómicos: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1011>

Melado, Á. (2008). *oa.upm.es*. Obtenido de http://oa.upm.es/1671/1/PFC_ANGELA_MELADO_HERREROS.pdf

Mongabay Latam. (9 de Julio de 2020). *Mongabay Latam*. Obtenido de Cinco claves sobre el cultivo de palma africana en América Latina: <https://es.mongabay.com/2020/07/cinco-claves-palma-africana-america-latina/>

Noda, Y. (2009). . Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica. <http://www.redalyc.org/pdf/3217/321744162010.pdf>.

Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo de platano. Bucaramanga, Colombia: CORPOICA -CORPOBOYACA*. Obtenido de Obtenido de

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/AVA-2014.2/303022._Entorno_conocimiento_2014-2/Cultivodelplatano_1_.pdf

Peng , S., Yong , W., Dapeng , Z., Yin Min , H., & Osayande , L. (2019). *Analysis on Fruit Oil Content and Evaluation on Germplasm in Oil Palm*. Obtenido de <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/54/8/article-p1275.xml>

Perez, V., & Pérez, M. (2003). *Epidemiología de la Sigatoka negra*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/search?q=Perez+VL.%2C+P%C3%A9rez.+M.+2003.+Epidemiolog%C3%ADa+de+la+Sigatoka+negra+\(Mycosphaerella+afijiensis+Morelet\)+en+clones+h%C3%ADbridos+de+la+FHIA+con+resistencia+parcial.+En%3A+Rivas%2C+G.%2C+Rosales%2C+F+\(eds\).+Manejo+conve](https://www.google.com.ec/search?q=Perez+VL.%2C+P%C3%A9rez.+M.+2003.+Epidemiolog%C3%ADa+de+la+Sigatoka+negra+(Mycosphaerella+afijiensis+Morelet)+en+clones+h%C3%ADbridos+de+la+FHIA+con+resistencia+parcial.+En%3A+Rivas%2C+G.%2C+Rosales%2C+F+(eds).+Manejo+conve)

Petruzzello, M. (2020). *Biblioteca Birtánica*. Obtenido de Aceite de Palma.

PROECUADOR. (2015). *ANALISIS SECTORIAL DEL PLATANO*. Obtenido de ESPAC, INEC. 2013.

Quintero, j. (2017). *Agronomía Fitotecnia y Mas* . Obtenido de https://agrofitoymas/?hc_ref=ARTw_norDplsVPXCrw4-q7y2M6ArO6sx4sM2QODukiQx_bbJsFFAhFUBQ633qY-BPek

Ramírez, M., Pérez, M., & Collado, R. (2012). *Uso de humus de lombriz en la formulación de sustratos*. Obtenido de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_3/cag083121865.pdf

Requena, N. (2007). *Plant signals and fungal perceptions during arbuscular mycorrhizal establishment*. Obtenido de [Plant signals and fungal perceptions during arbuscular mycorrhizal establishment.: file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-ElUsoDeHongosMicorrizicosArbuscularesComoUnaAltern-6117947.pdf](file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-ElUsoDeHongosMicorrizicosArbuscularesComoUnaAltern-6117947.pdf)

Reyes, C. (2015). *Panorama Agro*. Obtenido de <https://panorama-agro.com/?p=730>

- Rivera, R., Ruiz, L., Fernández, F., Sánchez, C., Riera, M., Hernández, A., . . . Planas, R. (2006). LA SIMBIOSIS MICORRÍZICA EFECTIVA Y EL SISTEMA SUELO-PLANTAFERTILIZANTE. *VI Congreso Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo* (pág. 13). La Habana: Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo.
- Riveros, A., Rosales, F., Romero, J., Romero, C., Jiménez, M., Jiménez, R., . . . Tabora, P. (2006). Efecto de la interacción de Hongos Micorrícicos Arbusculares.
- Rodriguez, Chavarría, & Morales. (1985). *Producción de platano*. Obtenido de Rodriguez G, M., Morales Ch, J., & Chavarría C, J. (1985). Producción de platano. Turrialba. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=_NkOAQAIAAJ&pg=PA4&lpg=PA4&dq=El+eje+de+la+inflorescencia+es+la+continuaci%C3%B3n+del+tallo+floral.+En+este+las+
- Romero, M., Caicedo, A., & Ayala, L. (21 de Abril de 2020). *El Palmicultor*. Obtenido de Utilización de ácido 1-naftalenacético (ANA) para incrementar la producción de aceite en palma africana (*Elaeis guineensis jacq*): <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/issue/view/1473>
- 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.
- Ruíz Romero, 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*, 47.

- Sánchez , E. E. (2012). *repositorio.puce.edu.ec*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5560/T-PUCE-5791.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Saray, S., & Hernández, M. (diciembre de 2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942011000400001&script=sci_arttext&tlng=pt
- Science Direct. (2019). *Aceite de palma*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/palm-oils>
- Sieverding, E. (JUNIO de 2009). *El papel de las micorrizas en la agricultura. Suelos Ecuatoriales*. Obtenido de <file:///C:/Users/Personal/Downloads/Dialnet-ElUsoDeHongosMicorrizicosArbuscularesComoUnaAltern-6117947.pdf>
- Sierra de la Ossa, J. (2015). *Universidad Industrial de Santander*. Obtenido de <https://franciscodelgado.tripod.com/potencialaceite.pdf>
- SOMILEC. (2014). *Origen y expansión de la palma africana*. Obtenido de <https://www.solimec.com.co/origen-y-expansion-de-la-palma-africana/>
- Traina , R. (10 de marzo de 2014). *Universidad de los Andes*. Obtenido de Plagas y Enfermedades de la Palma de Aceite en el Sureste Asiático: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2014/03/10/plagas-y-enfermedades-de-la-palma-de-aceite-en-el-sureste-asiatico/>
- Vegas, A., Ortega, D., Gualoto, W., Paredes , E., Rebolledo, E., Quitero , L., & Ortega , J. (2016). Respuesta de la palma africana híbrido INIAP-Tenera cultivada in vitro según el tipo de explante y niveles de Ácido Naftalenacético. *Bioagro*, 28.
- Verdejo, R. (mayo de 2008). *Lombricultura intensiva*. Obtenido de http://www.trazaysen.cl/detalle_noticia.php?id=23

ANEXOS

Anexo A. Solicitud de aceptación.

Anexo B. Certificación ANCUPA.

Anexo C. Certificado URKUND.

Anexo D. Análisis de la varianza diámetro de frutos.

➤ Frutos Normales

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 98,615 | 7 | 14,088 | 5,718 | 0,003 | ** |
| Bloque | 0,828 | 2 | 0,414 | 0,168 | 0,847 | |
| Error | 34,495 | 14 | 2,464 | | | |
| CV: | 2,8% | | | | | |
| Media | 19,372 | | | | | |

➤ Frutos Partenocárpicos

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 60,625 | 7 | 2,635 | 1,469 | 0,255 | ns |
| Bloque | 1,398 | 2 | 0,580 | 0,323 | 0,729 | |
| Error | 32,485 | 14 | 1,794 | | | |
| CV: | 12,0% | | | | | |
| Media | 11,114 | | | | | |

➤ Frutos Estenopermocárpico

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 61,863 | 7 | 8,838 | 3,707 | 0,018 | ns |
| Bloque | 2,390 | 2 | 1,195 | 0,501 | 0,616 | |
| Error | 33,374 | 14 | 2,384 | | | |
| CV: | 10,6% | | | | | |
| Media | 14,549 | | | | | |

Anexo E. Análisis de la varianza largo de frutos.

➤ Frutos Normales

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 19,914 | 7 | 2,845 | 2,460 | 0,072 | ns |
| Bloque | 0,725 | 2 | 0,363 | 0,314 | 0,736 | |
| Error | 16,188 | 14 | 1,156 | | | |
| CV: | 3,4% | | | | | |
| Media | 31,367 | | | | | |

➤ Frutos Partenocárpico

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 28,959 | 7 | 4,137 | 2,417 | 0,076 | ns |
| Bloque | 0,394 | 2 | 0,197 | 0,115 | 0,892 | |
| Error | 23,962 | 14 | 1,712 | | | |
| CV: | 4,5% | | | | | |
| Media | 29,156 | | | | | |

➤ Frutos Estenopermocárpico

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 56,769 | 7 | 8.110 | 2,203 | 0,099 | ns |
| Bloque | 1,369 | 2 | 0.685 | 0,186 | 0,832 | |
| Error | 51,534 | 14 | 3,681 | | | |
| CV: | 6,0% | | | | | |
| Media | 32,090 | | | | | |

Anexo F. Análisis de la varianza recuperación de nuez.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 141,393 | 7 | 20,199 | 20,089 | 0,000 | ns |
| Bloque | 1,232 | 2 | 0,616 | 0,613 | 0,556 | |
| Error | 14,077 | 14 | 1,005 | | | |
| CV: | 9,0% | | | | | |
| Media | 11,417 | | | | | |

Anexo G. Análisis de la varianza contenido de aceite en mesocarpio seco.

➤ Frutos Normales

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 69,157 | 7 | 9,880 | 0,816 | 0,589 | Ns |
| Bloque | 22,385 | 2 | 11,193 | 0,924 | 0,420 | |
| Error | 169,542 | 14 | 12,110 | | | |
| CV: | 4,9% | | | | | |
| Media | 71,46 | | | | | |

➤ Frutos Partenocárpico

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 22,189 | 7 | 3,170 | 0,280 | 0,951 | ns |
| Bloque | 17,776 | 2 | 8,888 | 0,786 | 0,475 | |
| Error | 158,369 | 14 | 11,312 | | | |
| CV: | 4,8% | | | | | |
| Media | 69,828 | | | | | |

➤ Frutos Estenopermocárpico

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor | |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----|
| Tratamiento | 185,224 | 7 | 26,461 | 1,716 | 0,185 | ns |
| Bloque | 34,273 | 2 | 17,136 | 1,111 | 0,356 | |
| Error | 215,855 | 14 | 15,418 | | | |
| CV: | 5,4% | | | | | |
| Media | 72,997 | | | | | |

Anexo H. Análisis de la varianza potencial de aceite en racimo.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Tratamiento | 370,253 | 7 | 52,893 | 12,195 | 0,000 ns |
| Bloque | 26,397 | 2 | 13,189 | 3,043 | 0,080 |
| Error | 60,721 | 14 | 4,337 | | |
| CV: | 6,7% | | | | |
| Media | 30,930 | | | | |

Anexo I. Fotografías del proceso realizado en las distintas etapas del proyecto.



Ilustración 1. Mesocarpio seco de frutos Normales, Partenocárpico y estenopermocárpico.



Ilustración 2. Llenado de cápsulas con mesocarpio seco para la extracción de aceite.



Ilustración 3. Peso de cápsulas

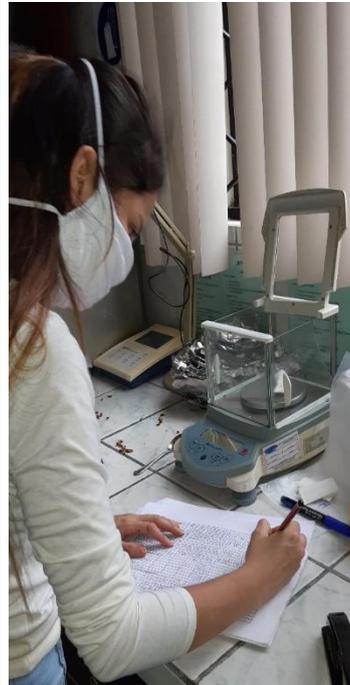


Ilustración 4. Registro de datos.



Ilustración 5. Extracción de aceite en el soxhlet.