	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	

MONITOREO DE LOS EFECTOS DE LA POLINIZACIÓN ASISTIDA Y ARTIFICIAL SOBRE EL POTENCIAL DE ACEITE EN HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS OxG EN EL MUNICIPIO DE ZONA BANANERA, MAGDALENA

PRESENTADO POR:

ARÉVALO MUÑOZ XILENA PATRICIA

CÓDIGO:

2017111002

PRESENTADO A:

MARLON DE LA PEÑA CUAO, Ph. D
Tutor de prácticas profesionales

RODRIGO RUIZ ROMERO, Ph. D
Jefe inmediato empresa

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA

Fecha de entrega: 14/02/2023

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN 3
2. **OBJETIVOS Y/O FUNCIONES** 5
   2.1. Objetivo General 5
   2.2. Objetivos Específicos 5
   2.3. Funciones del practicante en la organización 5
3. **JUSTIFICACIÓN** 6
4. **GENERALIDADES DE LA EMPRESA** 7
   4.1. Informacion General 7
   4.2. Reseña Historica 7
   4.3. Ubicación 8
   4.4. Misión 9
   4.5. Visión 9
   4.6. Valores Instucionales 9
   4.7. Oferta de valor 9
   4.8. Objetivos Estratégicos 9
   4.9. Estrategia Organizacional 10
   4.10. Propósito Superior 10
5. **SITUACIÓN ACTUAL** 11
6. **BASES TEÓRICAS RELACIONADAS** 13
7. **DESARROLLO DE ACTIVIDADES** 15
   7.1. Descripción de actividades 15
8. **CRONOGRAMA** 20
9. **CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS** 21
10. **BIBLIOGRAFÍA** 22
11. **ANEXOS** 25

1. PRESENTACIÓN

La agricultura es una base fundamental para el desarrollo y estabilidad de la sociedad humana (Vinchira & Moreno, 2019). Desde hace tiempo, se ha visto como un medio para mejorar la seguridad alimentaria, lo que ha llevado a la transformación de ecosistemas naturales en agroecosistemas (Odum, 1984). Por ejemplo, la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) se ha establecido como un cultivo agroindustrial con gran capacidad para producir productos valiosos para la industria alimentaria (SAGARPA, 2017). Además, este cultivo también ha añadido valor al agroecosistema, ya que puede prosperar en suelos degradados por otros cultivos o la ganadería.

La palma de aceite del género *Elaeis*, pertenece a la familia de las Aceráceas y es originaria de África Occidental (Vallejo, 1978). Esta es reconocida como uno de los mejores cultivos oleaginosos del mundo, ya que es el cuarto en términos de producción y rendimiento. Colombia es considerado el primer país de América en cuanto a países productores (Fedepalma & Sispa, 2021). La palma de aceite contribuye significativamente a la economía del país, al generar aproximadamente 1.67 millones de toneladas de producto, específicamente aceite. Esta producción representa alrededor del 12% del PIB generado por la industria agrícola en el país (Sergieieva, 2022). Sin embargo, este cultivo está siendo afectado por una enfermedad llamada Pudrición del cogollo (PC) que viene devastando plantaciones en todo América. Por lo tanto, los híbridos interespecíficos OxG están surgiendo como una posible solución para mitigar el problema de PC.

Desde hace varios años, Cenipalma trabaja para fortalecer la industria de la palma de aceite y mejorar el manejo agronómico de los híbridos OxG. En 2019, iniciaron un proyecto para evaluar el uso del ácido naftalenacético (ANA) en la producción de racimos en estos híbridos. Cabe resaltar que la formación de frutos de forma natural de los híbridos es muy baja, por lo tanto, se hace necesario la aplicación de hormonas sintéticas como el ANA para inducir la formación de frutos, o alternativamente, aplicar polen de forma asistida a los racimos.

En este contexto, el presente informe tiene como objetivo monitorear los efectos de diferentes tratamientos de polinización sobre el potencial de aceite en híbridos interespecíficos OxG. La metodología incluyó los siguientes pasos:

1. Se monitoreó periódicamente un lote de palmas adultas (lote 10) y se seleccionaron al azar aquellas con inflorescencias en el estadio 603 (preantesis) según la escala BBCH.
2. Las inflorescencias se aislaron con bolsas y se aplicó insecticida en la base para evitar la entrada de insectos.
3. Se determinó el momento en que las inflorescencias alcanzaron el estado de antesis (607) para aplicar los tratamientos. Los tratamientos consistieron en la combinación de polen y ANA en forma líquida o sólida, y su frecuencia de aplicación varió entre

2 días para el polen y 7 o 14 días para el ANA líquido o sólido. Los tratamientos incluyeron:
Testigo (polen-polen-polen)
Tratamiento 1 (Polen-polen—ANA sólido 7 días)
Tratamiento 2 (Polen-polen—ANA sólido 14 días)
Tratamiento 3 (Polen-Polen—ANA líquido 7 días)
Tratamiento 4 (Polen-Polen—ANA líquido 14 días)
Tratamiento 5 (ANA-ANA-ANA con frecuencia confidencial).

Con este estudio, se espera brindar información valiosa a la industria palmera sobre estrategias más efectivas de polinización artificial y asistida, considerando factores como la frecuencia, el momento de aplicación y la presentación (sólido o líquido) del ANA. Además, se espera que los resultados proporcionen una comprensión profunda sobre los efectos de la polinización artificial y asistida en la formación de frutos y el potencial de aceite de los híbridos OxG.

2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES

2.1.Objetivo General

Monitorear los efectos de la polinización artificial y asistida en diferentes formas de aplicación sobre el potencial de aceite en híbridos interespecíficos OxG de la palma de aceite.

2.2.Objetivos Específicos

- Estimar la eficiencia de la aplicación de polen y ácido naftalenacético sobre el contenido de aceite en racimo.
- Determinar el comportamiento de los tratamientos en sus diferentes ciclos basados en el punto óptimo de cosecha.
- Conocer las ventajas y desventajas de realizar aplicaciones de los diferentes tratamientos en cuanto al contenido de aceite en racimo.

2.3.Funciones del practicante en la organización

Como estudiante pasante de este centro de investigación en el área de biología y mejoramiento mis funciones fueron las siguientes:

- Determinación de potenciales de aceite
- Aplicación del regulador de crecimiento (ácido naftalenacético, ANA)
- Seguimiento a la producción de racimos de fruta fresca según densidad y cultivar
- Elaboración de informes mensuales
- Análisis de información
- Retroalimentación

3. JUSTIFICACIÓN

La Agroindustria palmera es una de las actividades agrícolas más promisoria para conseguir el acrecentamiento de la economía nacional (Fedepalma, s. f.). Su principal contribución es la producción de aceite y sus derivados que permiten incorporar valor agregado a toda una red de desarrollo agroindustrial. Cabe señalar que los derivados de la palma representan el 56% del total de grasas y aceites en la dieta de los colombianos (Mosquera et.al., 2009).

La rentabilidad de la palmicultura depende de la producción de racimos de frutos frescos para la extracción de aceite (Díaz-Oviedo, 2020). Estos racimos son el resultado de la fecundación de las inflorescencias femeninas, dando inicio a la conformación de frutos por medio de una sucesión de procesos bioquímicos que llevan a la biosíntesis y acumulación de triglicéridos (aceite). Sin embargo, la actividad se ha visto afectada por las enfermedades y el cambio climático, lo que se ha traducido en una disminución de producción de fruta.

A nivel nacional se ha observado una disminución en la calidad de los racimos de la palma de aceite, reflejada en el menor peso de racimo, baja formación y menor cantidad de frutos por racimo, dando como resultado bajas tasas de extracción de aceite (Corley & Tinker, 2003). Para mejorar la producción de racimo se realiza la aplicación de fitohormona, específicamente el ácido naftalenacético (ANA) que, contribuyendo al proceso de polinización asistida sin perder inflorescencia en el estado de post-antesis, aumenta el tamaño del fruto por racimos (Bravo et al., 2022).

No obstante, según análisis realizados por el grupo de investigación de Cenipalma sobre los efectos de este regulador de crecimiento, el uso combinado de la polinización artificial (ANA) y la polinización asistida resulta en un aumento del 4 a 11 por ciento en el potencial de aceite por racimo y del 5 a 6 por ciento en la eficiencia de extracción de aceite (TEA). (Hernández et al., 2020; Romero & Ayala, 2021, Sinisterra et al., 2021). En este sentido, la polinización artificial y asistida es una forma rentable debido a que se produce más aceite crudo por la formación de frutos partenocarpicos (sin semilla). Esto compensa la ausencia de aceite de palmiste obtenido de la semilla. Por esta razón, se ha promovido la implementación rápida de la polinización artificial y asistida, lo que ha mejorado el rendimiento de los cultivos en plantaciones que utilizan el híbrido inter-específico *E. oleifera x E. guineensis* (OxG). Esto, a su vez, ha reducido la cantidad de racimos mal formados y ha incrementado la cantidad de aceite en el mesocarpio (Munévar et al., 2022). La transferencia de estos conocimientos a las comunidades palmeras permitirá mejorar el adecuado manejo agronómico de estos híbridos para obtener un alto potencial de aceite.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1. Información básica

"La Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), es una corporación de carácter científico y técnico, sin fines de lucro, creada con el propósito de generar, adaptar, validar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y su consumo" (Fedepalma, s.f.a*). "A demás de brindar un acompañamiento en la implementación de tecnologías especializadas, viables e innovadoras, para atender oportunidades y retos de una palmicultura colombiana sostenible"* (Cenipalma, s.f.a).

Este centro de investigación colabora con los agricultores de palma para lograr mejores resultados y brindar los servicios necesarios en la industria agrícola, con el objetivo de mejorar la sanidad, la productividad y la sostenibilidad de esta industria a través de la investigación, la creación de insumos y la elaboración de directrices para la adopción de mejores prácticas. Por consiguiente, cuenta con un equipo de trabajo de aproximadamente 400 empleados donde el 5,75% son investigadores, el 13,75% contribuyen al soporte administrativo, un 57% están dedicados a apoyo actividades de investigación tanto en campo como en laboratorios y el 23% al fortalecimiento del crecimiento humano en ciencia e innovación que representa a aprendices y pasantes (Fedepalma, s.f.a).

"Ahora bien, con apoyo de este equipo de trabajo la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) junto con Fedepalma han logrado presentar, gestionar y ejecutar diferentes propuestas de apoyo a proyectos tales como el convenio 073/ 18 de cooperación entre Cenipalma-AGROSAVIA, aprobación del proyecto financiado por la RSPO" (Fedepalma, s.f.a).

4.2. Reseña histórica

"A finales de la década del ochenta, cuando Colombia contaba con cerca de 100.000 hectáreas sembradas de palma de aceite, comenzaron a agudizarse los problemas tecnológicos del cultivo especialmente en lo relacionado con la proliferación de múltiples plagas y la afección de enfermedades se hizo necesario que el país desarrollara su propia investigación en palma de aceite.

En consecuencia, el XVII Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite tomó la decisión de crear su propio centro gremial de investigación, y fue así como el 22 de septiembre de 1990 se gestó la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), que inició su vida jurídica el 1 de enero de 1991.

La entidad obtuvo su reconocimiento legal mediante la personería jurídica otorgada por la Alcaldía Mayor de Bogotá (Resolución N° 777) el 28 de octubre de 1991 y está inscrita en

la Cámara de Comercio de Bogotá bajo el número S0003490. Este centro se rige por los estatutos modificados en la sesión de la IX Sala General del 4 de junio de 1999.
Es el grupo de investigación 1A en palma de aceite, con el reconocimiento de Colciencias como centro de investigación, otorgado mediante la Resolución 859/11" (Fedepalma, s.f.b).

4.3. Ubicación

Cenipalma es un centro de investigación nacional que cuenta con seis localizaciones: las oficinas centrales en Bogotá y los Servicios Técnicos Especializados también en Bogotá, así como cuatro campos experimentales ubicados en las cuatro regiones palmeras del país (Palmar de la Vizcaína en Barrancabermeja, Santander, Palmar de la Sierra en la Zona Bananera, Magdalena, Palmar de las Corocoras en Paratebueno, Cundinamarca, y la Estación Experimental La Providencia en Tumaco, Nariño) (Figura 1.A).

Específicamente el lugar donde realizo mis practicas es en el Centro Experimental Palmar de la Sierra (Zona Norte), ubicada a 10°43'59.96"N y 74° 7'36.51"O exactamente en el Km. 64 Vía Santa Marta – Fundación, Troncal del Oriente en el municipio de Zona Bananera, Magdalena. En este Campo Cenipalma desarrolla sus investigaciones con un énfasis en el uso eficiente del recurso hídrico (Figura 1.B.).

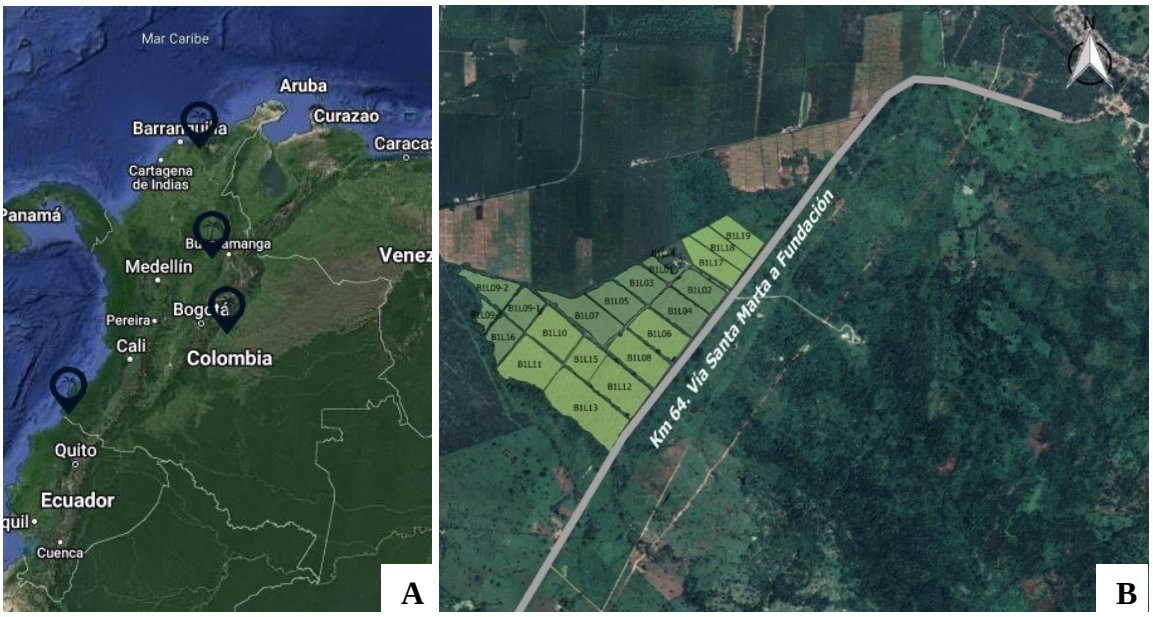


Figura 1. Ubicación satelital de la corporación Centro de Investigación en Palma de aceite- CENIPALMA ***A***. Ubicación de los 4 campos experimentales (Cenipalma, 2018). ***B.*** Ubicación del campo experimental Palmar de la Sierra.

4.4. *Misión*

"Generar, adaptar, validar y transferir conocimientos y tecnologías que contribuyan a la sanidad del cultivo y a la productividad, sostenibilidad y competitividad de la agroindustria de la palma de aceite" (Fedepalma, s.f.a).

4.5. *Visión*

"Cenipalma es un centro de investigación líder, de excelencia, reconocido nacional e internacionalmente, con enfoque estratégico y prospectivo, dedicado a la generación y transferencia de tecnologías, procesos y productos de interés para el sector palmero colombiano" (Fedepalma, s.f.a).

4.6. *Valores institucionales*

- ***Servicio:*** *Satisfacemos con calidad y amabilidad necesidades y expectativas de nuestros clientes con una oferta de valor pertinente.*
- ***Excelencia****: Mejoramos constantemente con calidad y creatividad, para asegurar los más altos estándares en nuestro quehacer.*
- ***Liderazgo:*** *Influimos en los distintos grupos de interés, con motivación, orientación y persuasión, para alcanzar los objetivos estratégicos de la Federación.*
- ***Compromiso:*** *Cumplimos con entrega e integridad las actividades y metas trazadas para alcanzar los propósitos de la Federación.*
- ***Respeto:*** *Reconocemos y valoramos la dignidad propia y la de los demás con tolerancia, comprensión y consideración.* (Fedepalma, s.f.a).

4.7. Oferta de valor

"Desarrollamos, apropiamos, transferimos, capacitamos y acompañamos en la implementación y adopción de tecnologías especializadas, viables e innovadoras, para atender oportunidades y retos de una palmicultura colombiana sostenible" (Fedepalma, s.f.a).

4.8. Objetivos Estratégicos

- *"Mejorar el estatus sanitario sectorial y superar la problemática sanitaria.*
- *Incrementar la productividad.*

- *Optimizar la rentabilidad palmera.*
- *Aprovechar oportunidades y mitigar riesgos del negocio.*
- *Fortalecer institucionalidad para el sector de la palma de aceite."* (Fedepalma, s.f.a).

4.9. Estructura organizacional

La Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) como toda organización se encuentra estructurada de forma jerárquica partiendo desde los órganos de dirección sectorial hasta las diferentes líneas de investigación y administración (Figura 2).

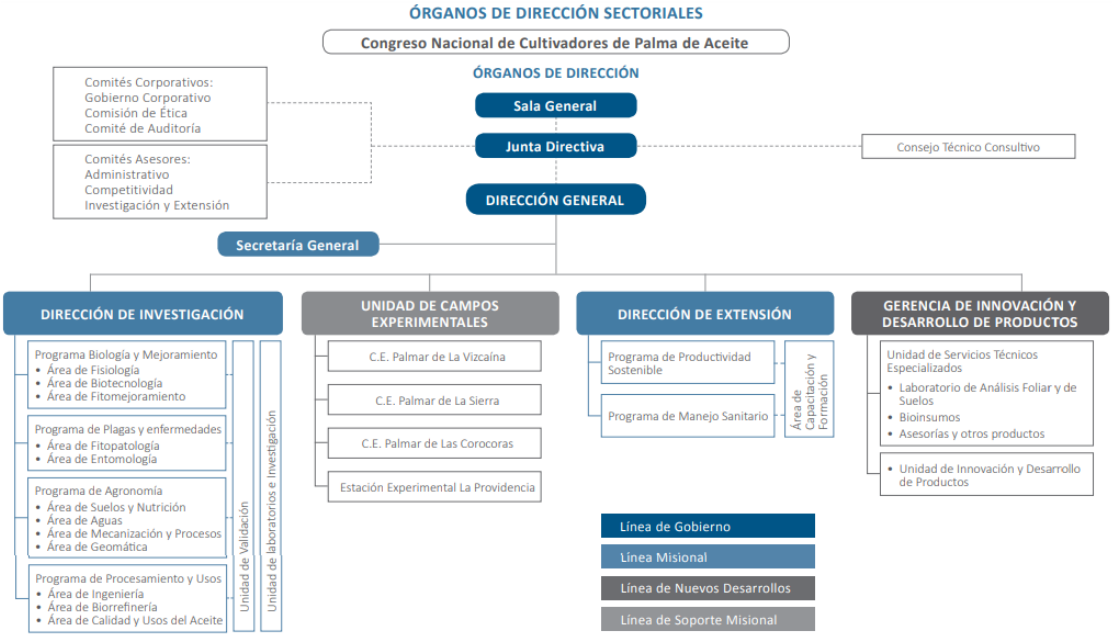


Figura 2. Estructura organizacional de Cenipalma (Fedepalma, 2018).

4.10. Propósito superior

"Consolidamos una agroindustria palmera competitiva y sostenible, congregando, orientando, representando y defendiendo a los palmicultores colombianos en sus intereses sectoriales, para contribuir al bienestar de sus comunidades y al progreso del país" (Fedepalma, s.f.a).

5. SITUACIÓN ACTUAL

Un objetivo central de la política económica global es lograr un crecimiento sostenible, mejorando así la calidad de vida de sus habitantes. En este sentido, la agricultura juega un papel importante. Parte del crecimiento se debe a aumentos en la tierra cultivable y la productividad de cultivos en algunos países, que se basan en alto rendimiento como resultado de hibridación o paquetes técnicos de semillas y variedades mejoradas (González-Cárdenas, 2016).

En Colombia hay un aproximado de 68,000 hectárea sembradas con cultivares híbridos OxG (Romero, 2018) que presenta una particularidad de gran valor agronómico que es la resistencia parcial a la Pudrición del cogollo. Sin embargo, en termino de polinización natural el llenado de frutos y la formación de racimos es mínima, lo que da como resultado un bajo rendimiento de potencial de aceite (Romero, 2018). Estas limitaciones pueden deberse al polen con baja viabilidad y germinabilidad (Meléndez & Ponce, 2016) sumado a mínima interacción con polinizadores (Romero et al., 2021) y la presencia de brácteas pedunculares gruesas.

Ahora bien, debido a las limitaciones que presentan este cultivar, se hace necesaria la utilización de estrategias tecnológicas como la polinización asistida, la cual consiste en la aplicación regulada de polen de *E. guineensis* hacia las inflorescencias femeninas en antesis. Esta actividad se debe realizar bajo estrictos criterios de calidad para que sea efectiva y eficiente, debido a que, si la técnica de aplicación del polen no se hace de forma adecuada, se obtendrán altas perdidas de racimos por absorción, malogros y pudriciones, lo que a su vez puede llevar a tasas bajas de extracción y hacer inviable el negocio (Romero, 2018). Por otro lado está la polinización artificial, la cual consiste en el suministro del regulador de crecimiento ácido 1-naftalenacético (ANA) a inflorescencia en antesis. Esta estrategia tiene la ventaja de inducir llenado de frutos hasta 14 días después de antesis, razón por la que ha tenido gran aceptación en la industria palmera (Romero, 2018).

En este contexto, las nuevas técnicas de polinización buscan de forma general el incremento sustancial en el contenido de aceite de los racimos. Como ejemplo, en pruebas comerciales realizadas en plantaciones en Ecuador, se han obtenido tasas de extracción de aceite (TEA) del 25% cuando se aplica ANA en polvo mezclado con talco y polen, y hasta un 28% cuando se utilizan soluciones acuosas de ANA (Romero, 2018).

Dicho lo anterior y como consecuencia de muchas investigaciones es importante mencionar que, con un adecuado manejo agronómico e implementación de nuevas técnicas de polinización se puede alcázar o superar niveles de producción de 8 $t/ha^{-1}/año^{-1}$. Por lo tanto, el Centro de investigación en palma de aceite (Cenipalma) busca con cada ensayo mejorar el conocimiento del manejo agronómico del hibrido OxG y potencializar el cultivar dicha variedad mostrando así sus ventajas y desventajas.

Si bien, tanto la polinización artificial y asistida han sido técnicas que presentan características muy ventajosas y se han obtenido resultados positivos, aún existe un desconocimiento de los efectos o el impacto que este pueda tener en la producción de las plantas y en el ambiente a través del tiempo. Por tal motivo continúan realizando ensayos para monitorear la eficiencia de las aplicaciones de dichas técnicas y evaluar el comportamiento de aplicaciones de polen y ANA en estado líquido u sólido por separados en diferentes ciclos.

6. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS

La ingeniería agronómica estudia diversos factores de producción, agrupando con ella múltiples conocimientos con la finalidad de contribuir al establecimiento y transformación de los sistemas productivos. Es debido a esto que este programa busca con su plan de estudio fomentar en nosotros el valor del agrónomo en la sociedad y por ende proporcionar las herramientas y el conocimiento para ser agrónomos de calidad.

Actualmente, el programa de ingeniería agronómica de la universidad del Magdalena cuenta con aproximadamente 176 créditos, de los cuales 164 son obligatorios y 12 son optativas y estas componen un total de 115 materias, que fueron fundamentales para crecer tanto académicamente como persona. Cada una de ellas contribuyó a mi formación y desarrollo durante toda esta trayectoria como estudiante pasante de investigación.

Las siguientes áreas temáticas fueron las más relevantes al momento de ejercer mis funciones en este centro experimental:

1. ***Área de formación complementaria***
   1.1. Ética profesional

El componente de ética enmarca uno de los factores más importante como profesional. Es aquí donde se relaciona la esencia de los valores como personas integra ante la corporación. Gran parte esta materia me permitió establecer principios, normas y valores ante determinas situaciones y la forma correcta de resolverlas.

2. ***Área de ingeniería aplicada***
   2.1.Producción de cultivos

Esta área está constituida por ciertas materias tales como: Fisiología vegetal, fisiología de la producción, cultivo I y Cultivo II. Que en conjunto fortalecieron mi conocimiento desde la parte interna y externa de la planta hasta el comportamiento una vez establecido el cultivo.
Fisiología vegetal*, "e*s *aquella ciencia que analiza el desarrollo vegetal basada en el ciclo vital de la planta las sustancias y mecanismos que controlan este proceso, enfatizada en todos esos procesos como el metabolismo vegetal, metabolismo energético, respiración, fotosíntesis*" (Bidwell, 1983). Todos estos conocimientos que aporta la fisiología fueron de gran ayuda al momento de realizar muchas actividades que se realizaban en el campo. ***Fisiología de producción***, me permitió reconocer el funcionamiento de las plantas como población puesto que esta materia proporciona las bases para entender los sistemas productivos. ***Cultivo I*** y ***II*** son materias que permiten conocer los diferentes manejos agronómicos que se les da a los sistemas productivos desde la fisiología de la planta hasta las prácticas en campo.

Este componente de producción de cultivo fue de gran importancia me ayudo a identificar cada uno de los procesos internos y externos que presentan las plantas, el mejor manejo

agronómico que se le debe otorgar a las plantas sin que estas puedan verse afectadas. El paso por este campo experimental me permitió fortalecer cada uno de estos conceptos de forma práctica y el objetivo central de conservar las plantas en óptimas condiciones.

3. Área de ciencias básica de ingeniería

3.1. Introducción a los suelos

El componte de introducción a los suelos está constituido por: Química de suelos y Génesis y física del suelo. Son materias de gran relevancia debido que en estas se aprende la constitución o formación del suelo. Ambas poseen diferentes funcionalidades, ***Química del suelo*** es la encargada de estudiar todo lo concerniente a la constitución, propiedades y reacciones químicas que posee el suelo tales como el pH, materia orgánica, conductividad eléctrica. ***Génesis y física del suelo*** es aquella que estudia todas las características de formación del suelo como lo es estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración y entre otros.

Por consiguiente, todo este aprendizaje adquirido en el componente de introducción a los suelos me permitió comprender la importancia que tienen los suelos al momento de realizar ensayos en campo, aplicaciones correctas de productos y a realizar actividades de medida de pH y humedad. Debido a que así podría conocerse la movilidad de las raíces y la disponibilidad de agua, entre otros.

4. Área de ingeniería aplicada

4.1. Manejo de suelos

El componente de manejo de suelos esta agrupado por: Manejo y conservación de suelos y fertilidad de suelos. Este grupo de materia enmarca relevancia debido a que están proporcionan conocimiento sobre el estado del suelo, la calidad del mismo para determinado uso y por tanto el comportamiento del sistema de producción en él establecido. Tener conocimiento sobre ***fertilidad de suelos*** permite analizar los contenidos de nutrientes en el suelo, planes de fertilización, la forma y dosis correcta de aplicación. ***Manejo y conservación de suelo*** es una materia que permite concientizar o proporcionar técnicas que mitiguen el daño a los suelos. Estos soportes fueron esenciales porque me posibilitaron realizar actividades de aplicación de macro y microelementos, de brindar información para posteriores análisis foliares.

5. Área de ingeniería aplicada

5.1. Mejoramiento vegetal

El área de ingeniería aplicada en su componente de mejoramiento vegetal se encuentra conformado por 3 materias las cuales son: Genética vegetal, Genética Molecular y fitomejoramiento. Responsables del estudio de los efectos fenotípicos del material genético, es decir, la influencia en las características de las plantas a nivel celular, con el fin de mejorarlas y generar calidad en los productos. Estas materias me permitieron conocer las diferencias genéticas en expresiones fenotípicas que poseen los diversos cultivares del

campo, a identificar conceptos esenciales del mejoramiento y comprender la importancia de evaluar y generar nuevos materiales genéticos con características importantes para conservar en este caso la industria palmera.

6. Ciencias básicas de ingeniería

6.1. Estadística

El componente de estadística de la cual está conformada por ***Estadística I y II*** son bases fundamentales en la parte de tabulación de datos, puesto que estas son las encargadas de organizar y analizar datos numéricos aplicando medidas de tendencias centrales o modelos de probabilidad entre otros. Por lo tanto, este componente me posibilito realizar análisis de datos, graficas, tabulación de resultados e incluso usar programas estadísticos como lo fue statistix 10 trial, con la finalidad de comparar información y tomar las mejores decisiones.

7. Ciencias básicas de ingeniería

7.1. Sistemática

El componente de sistemática dentro del área de ciencias básicas está compuesto por microbiología agrícola y entomología general. Los fundamentos brindados en estas materias me permiten conocer aspectos sobre el papel de los microorganismos en las plantas y su control. ***Microbiología agrícola*** me permitió identificar signos y síntomas de enfermedades en las palmas adultas y en pre-vivero y asociarlos al agente causal. ***Entomología agrícola*** me posibilito identificar efectos dañinos de insectos y evaluar la forma correcta de darle un manejo.

7. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

7.1. Descripción de actividades

Inducción Virtual: Actividad realizada por parte de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite- CENIPALMA, la cual tuvo como objetivo crear espacios virtuales para brindar información sobre la organización, su funcionalidad y el manejo en toda el área administrativa y de bienestar. Dentro de esta inducción se trataron temas de:

- Sistema de Salud y Seguridad en el Trabajo
- Seguridad Física
- Sistema de Gestión Documental – ORFEO
- Direccionamiento Estratégico y Calidad
- Gestión de Riesgo Corporativo
- Tecnopalma
- Salud y Nutrición
- Mercadeo Estratégico
- Oficina de Tecnología e Información.

- CID palmero: centro de información y documentación palmero.

- ***Inducción presencial*:** Esta actividad fue dirigida por el grupo de trabajo del área de fisiología en el Centro Experimental Palmar de la Sierra- Zona norte, la cual tenía la finalidad de Mostrar el área de trabajo, laboratorios- Lotes (Sierra 2), las oficinas centrales (Sierra 3) y la casa malla pre-vivero (Sierra 1). Además, brindar las indicaciones de las funciones del cargo como estudiante pasante.

Nota. En esta actividad se realizó un recorrido por lotes del centro experimental en donde 11 de los 19 lotes del que está conformado este centro son de ensayos de investigación del área de fisiología (Figura 3.).

****** Los lotes de tonalidad verde más claro corresponden al área de fisiología.



Figura 3. Organización de los lotes del Campo experimental Palmar de la Sierra.

- ***Medidas de variables fotoquímicas:*** Toma de variables fotoquímicas (Fotosíntesis, fluorescencia, curvas de luz) a plántulas de pre-vivero en Sierra 1 a través del equipo LI-COR 6800 para registrar datos y comparar tratamientos.

- ***Medidas Vegetativas:*** Actividad que consistió en la toma de ciertos parámetros asociados a la productividad (Ancho y largo del peciolo, longitud del raquis, numero de foliolos, Numero de hojas funcionales, emisión de hojas, altura del estípite, ancho y largo de los foliolos) en los lotes 6, 8, 12 y 13 con la finalidad de tomar decisiones sobre ciertas prácticas agronómicas como podas y nutrición (Figura 4.).



Figura 4. Toma de medidas vegetativas en el lote 6

- ***Preparación de soluciones nutritivas:*** labor que consistió en el pesaje de reactivos de macro y microelementos para posteriormente realizar mezclas o preparar diversas soluciones nutritivas en bidones de 20L en las concentraciones y dosis estipuladas. Con el fin de proporcionar a la planta de ensayo un crecimiento adecuado o de acuerdo al proyecto.

- ***Monitoreo fitosanitario:*** Labor que consistía en la revisión, seguimiento y registro fotográfico periódico de las plántulas de pre-vivero en sierra 1 específicamente en la parte foliar, con el objetivo de evitar o detectar daños por patógenos o insectos. Además, realizar un seguimiento y registro de muestras con ayuda del sensor de humedad para conocer el estado en que se encontraba el sustrato de la planta (Figura 5.).



Figura 5. Detección y seguimientos de daños a plántulas en pre-vivero.

- ***Análisis de racimo:*** actividad que se basa en cosechar racimos en punto óptimo o teniendo en cuenta que se cumplan dos de los tres criterios de cosechas establecidos (Opacidad, Cuarteamiento y desprendimiento de frutos) para luego realizar un procedimiento que consiste en pesar el racimo, desespigar, desfrutar y entre otros (Figura 6.). Esta actividad se realiza en el lote 10 del centro experimental con el objetivo de conocer el potencial de aceite, la formación de frutos partenocarpicos, normales y abortados en el hibrido interespecífico OxG.



Figura 6. Procedimiento para realizar análisis de racimo.

- ***Censo de producción:*** Esta labor de campo realizada en sierra 2 en los lotes de densidades 6, 8 y 12 consiste en realizar un recorrido por las palmas funcionales y llevar a cabo la identificación de los parámetros de producción (racimos formados y malogrados, inflorescencia femenina y masculina) con el objetivo de tener un registro para realizar estimativos de producción y potencial productivo del cultivo.

- ***Cosecha de plántulas pre-vivero:*** actividad que consistió en desmontar el ensayo realizado en sierra 1 realizando labores de registro fotográficos de las plantas completas una vez sacadas de las macetas, y de raíces seguidamente se le cortaba la parte aérea. Para luego pesarla y obtener el peso fresco y seguidamente guardarlas en nitrógeno para conservarlas y realizar un estudio de laboratorio y conocer los metabolitos que esta presentaba según el tratamiento.

- ***Análisis de raíces:*** Esta actividad se hizo una vez se obtuvo el registro fotográfico de las raíces luego de la cosecha de las plantas del ensayo realizado en sierra 1, consistió en descargar las imágenes de las raíces, luego identificarlas de acuerdo al número de la maceta y el tratamiento al que correspondía ***y*** finalmente procesarlas a través de un programa

llamado RhizoVision Explore. Con la finalidad de conocer si existían diferencias significativas entre tratamiento en cuento a la formación de las raíces.

- ***Mediciones de pH:*** Una vez culminado el ensayo realizado en sierra 1 se procedió a realizar mediciones de pH al sustrato de cada una de las plántulas que pertenecían al tratamiento de ANA, este consistió en aplicar 300 ml de agua al sustrato (Vermiculita y perlita) esperar a que este se percolara y con ayuda de peachimetro calibrado se tomaron mediciones para así conocer la condición de pH en que se encontraba el sustrato.

- ***Rotulación y empaquetado de muestras:*** Esta actividad consistió en tomar las muestras de raíces y hojas del ensayo y realizar un empaquetado con bolsas totalmente herméticas para su posterior identificación al momento de enviar al laboratorio. Esto se hace para enviar las muestras al laboratorio, la cual analizar los componentes nutricionales.

- ***Riego y Fertilización:*** Estas actividades eran realizadas a plántulas de pre-vivero ubicadas en sierra 1 que estaban organizadas por unidades experimentales y por tratamientos. Consistía en aplica riego con una dosis de 100 ml de solución nutritiva o fuentes nitrogenadas (Nitrato y Amonio) (Figura 7.) para identificar el impacto de estas sobre el crecimiento aéreo y de raíz.

- ***Polinización artificial (ANA):*** Esta actividad fue realizada en campo palmas jóvenes en el lote 10 (Sierra 2) y en pre-vivero (Sierra 1). Consistió en aplicar el regulador de crecimiento ANA (ácido naftalenacético) en presentaciones liquida y solidas de acuerdo a las cantidades y concentraciones establecidas (Figura 7.), con la finalidad de conocer el efecto de este regulador en la formación de frutos y por ende en el potencial de aceite y también sobre las raíces en plántulas de pre-vivero.

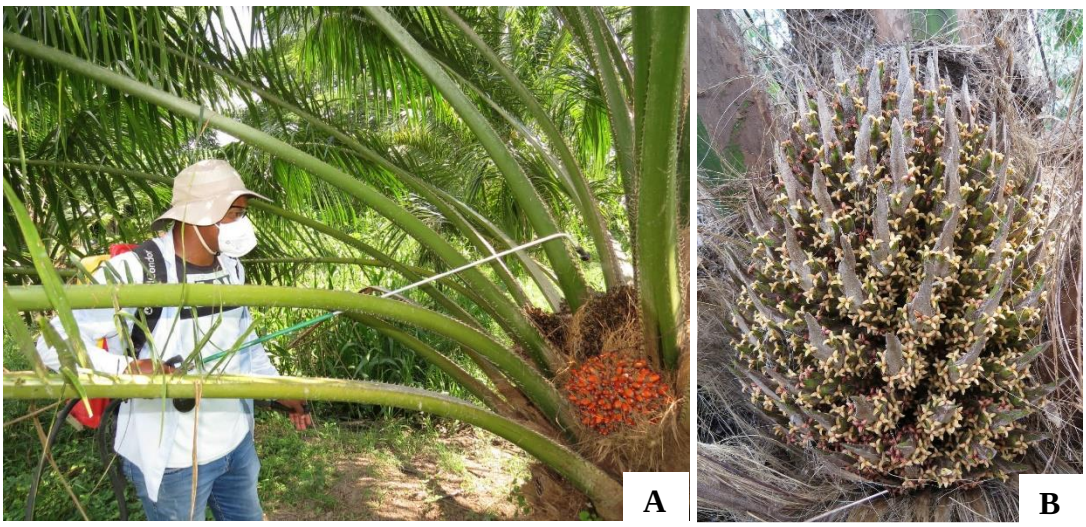


Figura 7. Polinización artificial. **A**. Aplicación a inflorescencia. **B.** Inflorescencia en antesis

8. CRONOGRAMA

Tabla 2. Cronograma de actividades establecidas por fase.

FASES	ACTIVIDAD		SEMANAS																									
			Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
FASE I Aprendizaje	Inducción virtual y presencial																											
	Recocimiento del campo experimental																											
	Inducción sobre los proyectos del área de fisiología (Densidades, ANA, Nitrógeno)																											
	Inducción sobre Actividades de campo (Mediciones de vegetativas)																											
FASE II Desarrollo	**Sierra 1** Ensayo Nitrógeno	Preparación sustancia Nutritivas: Pesaje y homogenización de reactivos																										
		Riego y fertilización																										
		Aplicación de ANA sólido y liquido																										
		Mediciones de humedad																										
		Medidas fotoquímicas																										
		Registro de datos y fotográficos (Cosecha)																										
	Sierra 2 Ensayo Densidades, ANA	Medidas vegetativas lote																										
		Censo de producción																										
		Polinización Artificial																										
		Análisis de racimo																										
FASE III Final	Reunión, Análisis socialización de datos procesados de los proyectos																											
	Seguimiento y Entrega informe final																											

9. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En este contexto, el centro de investigación en palma de aceite-Cenipalma en la realización de sus ensayos o experimento y a lo largo de mi pasantía ha llegado a las conclusiones que:

- Existe un alto porcentaje de efectividad en el llenado de frutos (Figura 8.B, D.) con la aplicación de polinización artificial del regulador de crecimiento ANA en los híbridos OxG aumentando por ende el potencial de aceite.

- En cuanto a la aplicación de la polinización artificial y asistida se logró evidenciar que si no se realiza un buen trabajo en el momento de la aplicación y en los tiempos determinado puede existir un gran porcentaje de malogros o pudriciones en los racimos (Figura 8. A) que afecta el contenido de aceite.

- Es posible evidenciar que, si se aplica polen y ANA al mismo o a diferentes tiempos, efectivamente el polen hará su efecto de fecundación, pero al hacer la aplicación de ANA esa fecundación se atrofia (aparentemente normales) (Figura 8. C).

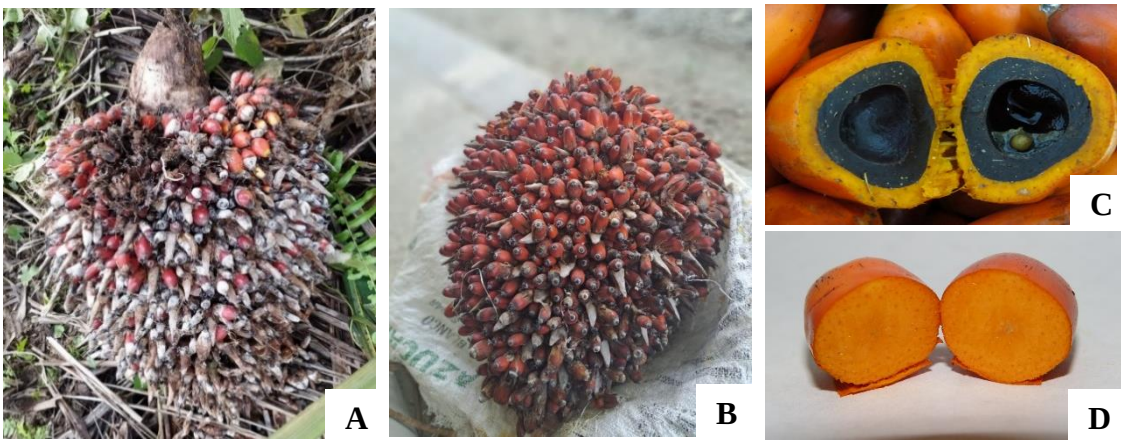


Figura 8. A. Malogro de racimos. **B.** Racimos con altos frutos partenocarpicos. **C.** Frutos con apariencia normal. **D.** Fruto partenocárpicos aceitoso.

Por otra parte, durante el transcurrir de mi trayectoria por este centro de investigación, siendo apoyo a varios proyectos de la línea de fisiología he logrado adquirir múltiples conocimientos enfocados hacia la palma de aceite gracias al aporte realizado tanto en literatura como en experiencia por parte de cada uno del equipo del área de biología y mejoramiento.

Asimismo, estandarice un protocolo sobre el uso del equipo de fotosíntesis LI-COR en base al manual de instrucciones desarrollado por el fundador de este equipo, el cual se encuentra

en las instalaciones del campo experimental palmar de la sierra con el objetivo de brindar apoyo e información a los futuros pasantes y colaboradores ante cualquier inquietud que tengan sobre el adecuado manejo del LI-COR. Finalmente, como líneas futuras queda el realizar investigaciones más afondo sobre el efecto tanto del ANA como del polen en la producción de racimos malogrados y además realizar inducciones al equipo de campo a la buena aplicación de polinización artificial y asistida.

10. BIBLIOGRAFÍA

Bravo, V., Solórzano, O., Calixto, B. & Bastidas, J. (2022). *Aplicación de polen y ácido α-naftalenacético en híbrido OxG en Ecuador. ¿Polinizar sin mezclarlos genera beneficios? Palmas*, 43(1), 10-20.

Bidwell, R.G., (1983). Fisiología vegetal.

Corporación Centro De Investigación En Palma de Aceite [Cenipalma] (s. f.). *Minciencias*. https://minciencias.gov.co/content/corporacion-centro-investigacion-en-palma-aceite

Corley, R.H.V.; Tinker, P.B. (2003). *The Oil Palm*, 4th ed.; Blacwell, S., Ed.; Blacwell Science: Oxford, UK; volumen 83, pp. 221-222

Díaz Oviedo, D. (2020). *Comparación de Estructura de Costos con Aplicación de Hormonas en la Conformación de Racimos en Palma de Aceite Comercial* (Var. Irho Cabaña) en la Plantación Agropecuaria Macolla S.A.S. Universidad de los Llanos.

Fedepalma (s. f.a). *Palma en Colombia*. https://web.fedepalma.org/palma-de-aceite-en-colombia.

Fedepalma (s. f.b). *¿Quiénes somos?* https://web.fedepalma.org/quienes-somos-cenipalma

Fedepalma (2018). *Desarrollo Institucional 1 de Cenipalma*. Recuperado 08 de enero de 2023, de https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/Informe-de-labores-2018/1-Desarrollo-Institucional-de-Cenipalma.pdf

Fedepalma & Sispa. (2021). *Áreas en desarrollo y producción*. Anuario estadístico 2020. Principales cifras de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia y el mundo.

González-Cárdenas, A. (2016). *La agroindustria de la palma de aceite en América*. Palmas, 37(Especial Tomo II), pp. 215-228.

Hernández, D., Rodríguez, J., Daza, E., Lemus, L., & Mosquera, M. (2020). *Punto óptimo de cosecha de racimos para híbridos interespecíficos OxG* (Coari x La Mé) *asperjados con reguladores de crecimiento*. Boletín El Palmicultor, (580 Junio), 16-17. Recuperado a partir de https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmicultor/article/view/13154

Meléndez, M.R. y Ponce, W.P. (2016). *Pollination in the oil palms Elaeis guineensis*, *E. oleifera and their hybrids* (OxG), in tropical America. Pesqui. Agropecuária Trop. 46, 102– 110.

Mosquera Montoya, M., Bernal Hernández, P., & Silva Carreño, Á. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena de oleaginosas, grasas y aceites en Colombia con énfasis en oleína roja*.

Munévar-M., D. E., Ruiz-A., E., Villareal, F., Dueñas, E., Sinisterra-O., K., Pabón, J. G. & Mosquera-Montoya, M. (2022). *Experiencia en la implementación de la polinización artificial en palma de aceite joven en una plantación de la Zona Central colombiana*. Palmas, 43(2), 10-24.

Odum (1984) *Properties of agroecosystems*. In: Lowrance R, BR Stinner & GJ House (Eds) 1984. Agricultural Ecosystem: Unifying concepts. J Willey & Sons. New York:5-11

Romero, H. M. (2018). *Polinización artificial de híbridos OxG para la obtención de frutos partenocárpicos y la producción de aceite (Elaeis oleifera Cortés x Elaeis guineensis Jacq*.). Boletín El Palmicultor, (558 agosto), 15-18.

Romero, H. M. & Ayala, I. M. (2021). *Cómo alcanzar 10 toneladas de aceite por hectárea: tecnologías de manejo de los híbridos interespecíficos OxG hacia una producción altamente eficiente*. Palmas, 42(1), 55-64

Romero, H.M.; Daza, E.; Ayala Díaz, I.; Ruiz Romero, R. (2021). *High-Oleic Palm Oil (HOPO) Production from Parthenocarpic Fruits in Oil Palm Interspecific Hybrids Using Naphthalene Acetic Acid*. Agronomy, 11, 290. https://doi.org/10.3390/agronomy11020290

SAGARPA. (2017). *Palma de aceite mexicana*. Planeación agrícola nacional 2017-2030. Ciudad de México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Sergieieva, K. (2022, 23 diciembre). *Cultivo De Palma De Aceite: Gestión Y Consejos*. EOS Data Analytics. https://eos.com/es/blog/cultivo-de-palma-de-aceite/

Sinisterra, K., Camperos, J., Cortés, I., Caicedo A., Castilla, C., Ceballos, D. & Mosquera-Montoya, M. (2021). *Validación a escala comercial del punto óptimo de cosecha para el cultivar híbrido interespecífico* OxG Cereté x Deli. Palmas, 42(3), 17-25

Vallejo, G. (1978). *Botánica.* Recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.12324/23462.

Vinchira-Villarraga, D. M., & Moreno-Sarmiento, N. (2019). *Control biológico: Camino a la agricultura moderna.* Revista Colombiana de Biotecnología, 21(1), 2-5.

11.ANEXOS



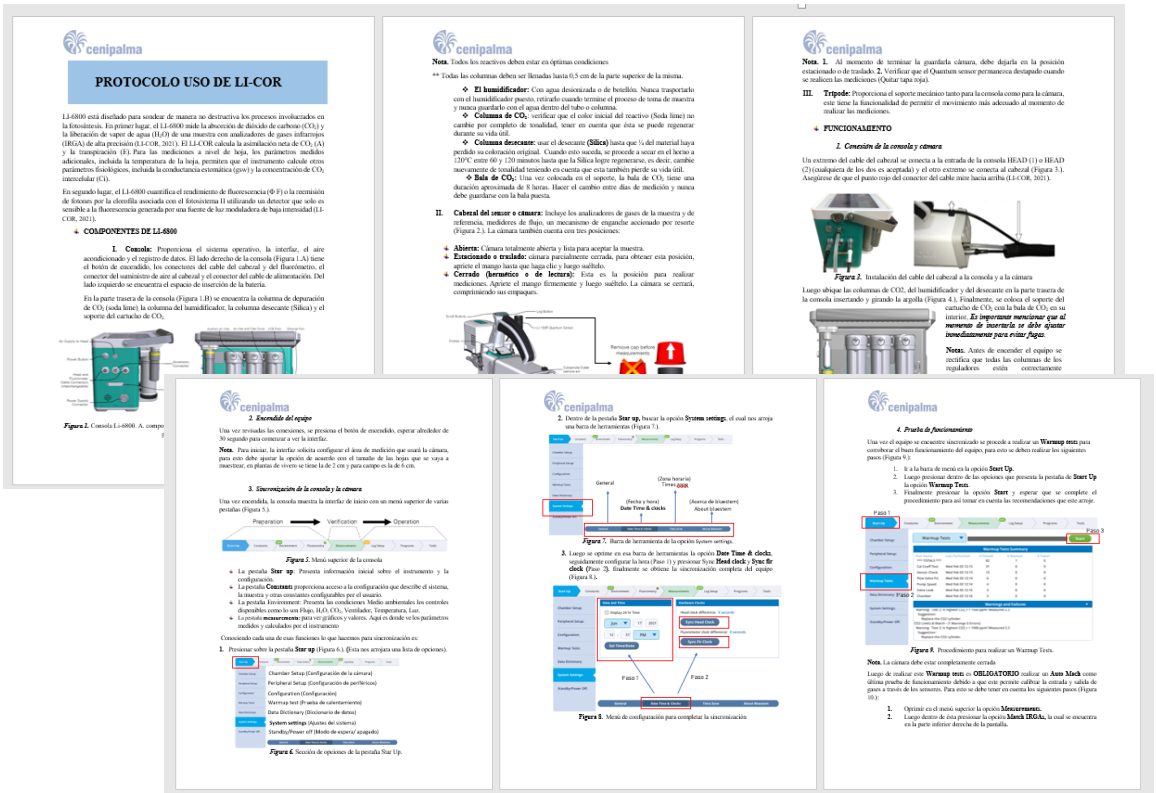
Anexo 1. Equipo de trabajo del área de fisiología en el Campo Experimental Palmar de la Sierra, zona norte.



Anexo 2. Censo de producción***. A.*** Toma de datos de producción. **B.** Conteo de variables de producción (Racimos, inflorescencias). C. Inflorescencias masculinas en la palma de aceite.



Anexo 3. Empaque y rotulado de Muestras. **A.** Actividad de etiquetado. **B.** Resultado final del empaquetado de muestras. **C.** Etiquetado de muestras.



Anexo 4. Realización de un protocolo sobre el uso del equipo de fotosíntesis LI-COR 6800 (https://www.licor.com/)