



**Informe de Prácticas Profesionales como
Opción de Grado**



**ESTANDARIZACIÓN DE UN PROTOCOLO DE CRECIMIENTO CONTROLADO
Y CARACTERIZACIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA RADICAL DE
PALMA DE ACEITE EN LOS CULTIVARES Deli x La Mé & Coari x La Mé BAJO
CONDICIONES OPTIMAS Y DEFICIENTES DE NITROGENO, EN VIVERO.**

LAURA ISABEL CASTRO ARZA

Código:

2017211008

MARLON DE LA PEÑA CUAO
Tutor de prácticas profesionales

RODRIGO RUIZ ROMERO
Jefe inmediato empresa

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ING. AGRONÓMICA

Fecha de entrega: 12/07/2022



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Contenido

1. PRESENTACIÓN.....	3
2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES.....	4
2.1. Objetivo General:.....	4
3. JUSTIFICACIÓN:.....	5
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA:.....	6
5. SITUACIÓN ACTUAL.....	12
7. DESARROLLO DE ACTIVIDADES:.....	17
8. CRONOGRAMA:.....	26
9. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	27
10. Bibliografía.....	30
ANEXOS	33
AGRADECIMIENTOS	36



1. PRESENTACIÓN

Elaeis guineensis, conocida como palma de aceite, es una planta que representa amplias perspectivas socioeconómicas a nivel mundial, debido a su gran flexibilidad para adaptarse a diferentes ambientes, en cuestión de clima, suelo y Fito sanidad. Asimismo, el elevado valor de los servicios asociados a la palma de aceite está impactando socialmente las economías regionales, debido a la demanda de mano de obra para su cultivo y proceso agroindustrial. Colombia se ha consolidado a nivel mundial como uno de los mayores productores de palma de aceite. A pesar de ser un cultivo extensivo, en Colombia la palma de aceite se ha establecido en su mayoría en zonas degradadas por la ganadería u otros cultivos, representado una alternativa de recuperación de tierras productivas y de la biodiversidad.

La fertilización nitrogenada en el cultivo de palma de aceite es uno de los elementos más importantes y mayor usados para dirigir la producción, en especial en el híbrido interespecífico OxG. No obstante, en la fase de vivero, cuando la planta no se encuentra en producción, el uso eficiente del nitrógeno es muy bajo (Rincón et al., 2012; Pardon et al., 2016). Lo anterior puede deberse a un bajo crecimiento y desarrollo del sistema radicular, al cual poca atención se le ha dado por la dificultad de extraer la raíz del suelo.

Por lo tanto, en el presente trabajo se establece una metodología de crecimiento de plántulas de palma de aceite que permita extraer la raíz del sustrato para su fenotipado y evaluar los aportes de nitrógeno, sobre el crecimiento de la planta. Para ello se estableció un diseños experimental de bloques completamente aleatorizado en el que las dos principales especies cultivadas *Elaeis guineensis* DxP y el híbrido interespecífico *Elaeis oleífera x Elaeis guineensis* OxG crecieron bajo condiciones de deficiencia y óptimo de nitrógeno en un sustrato inerte de perlita:vermiculita (relación 1.5L:1.5L). El objetivo de este experimento era conocer si el sustrato permitía el normal crecimiento de las plántulas, la fácil extracción de la raíz para su fenotipado y el aporte controlado de los nutrientes, específicamente nitrógeno, para evaluar el efecto de concentración de nutriente sobre el crecimiento de la planta.

Conocedores de esta situación, este proyecto es interesante para la empresa CENIPALMA, en primer lugar, porque está dentro de su misión institucional generar investigación concerniente a la palma de aceite. En segundo lugar, porque con este



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



tipo de investigaciones, se generará el conocimiento básico para establecer un medio de crecimiento óptimo y controlado que permita evaluar concentraciones de nutrientes sobre la planta y en especial en el sistema radicular que es el órgano menos estudiado. Por último, permitirá conocer las exigencias de nitrógeno de las dos principales especies de palma de aceite en fase de vivero y la importancia de fertilizar en esta etapa sobre el vigor de las plántulas.

2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES

2.1. Objetivo General:

Caracterizar la arquitectura de la raíz en dos cultivares de palma de aceite bajo condiciones óptimas y de deficiencia de nitrógeno

Objetivos Específicos:

Estandarizar las condiciones de crecimiento en plántulas de palma de aceite que permita estudiar la raíz y el efecto de la fertilización.

Determinar caracteres en la arquitectura de dos cultivares de palma de aceite asociado a condiciones de óptimas y deficiencia de nitrógeno.

2.2. Funciones del practicante en la organización:

Funciones que aparecen en el contrato:

- 1- Aplicaciones de fuentes y concentraciones de nitrógeno
- 2- Mediciones de tasa de intercambio de gases
- 3- Preparación de soluciones nutritivas
- 4- Determinación de materia seca parte área raíz
- 5- Elaboración de informes mensuales, cada 25 de cada mes, retroalimentación de informe Final.



3. JUSTIFICACIÓN:

Debido a su alta frecuencia de producción, la palma de aceite demanda altas cantidades de fertilizantes químicos. En este aspecto, los fertilizantes constituyen un alto grado de inversión en la producción de palma de aceite, del 38% de los costos variables del cultivo (Mosquera y García, 2005). Específicamente, los fertilizantes nitrogenados se posicionan como los más usados debido a que el nitrógeno es un elemento bastante limitante para los sistemas de producción agrícola (Andreu et al. 2006). Sin embargo, los requerimientos de nitrógeno en la fase improductiva de vivero no se le ha prestado la debida atención. De hecho, bajos usos eficientes de nitrógeno se han reportado en diferentes viveros de palma de aceite en Colombia (Rincon et al 2012). Posiblemente, esto se deba al desconocimiento de las capacidades de las raíces para tomar el nitrógeno durante esta etapa, dando como resultado fertilizaciones en tiempos o lugares innecesario que la plántula pueda que no aproveche y se pierda. Por lo tanto, es necesario conocer la distribución de la raíz y las necesidades de nitrógeno que tiene la planta durante los primeros meses de vivero para hacer una mejor dosificación, colocación y frecuencia de fertilización, en caso de que sea necesario. Cabe resaltar que la raíz es primer órgano en percibir las condiciones del suelo. En suelos de pocos recursos, la planta modifica el reparto de biomasa y arquitectura de la raíz, permitiendo cambios en la morfología y distribución espacial que ayudan a una mejor captura de agua y nutrientes. En palma de aceite, el sistema radical es fasciculado. Está compuesto por raíces primarias y secundaria durante los primeros meses de vivero. Conocer la arquitectura de la raíz en esta fase permitirá tener un mejor entendimiento en el funcionamiento de la raíz y de su plasticidad a factores ambientales. Recientemente se han desarrollado softwares computacionales que permiten un fácil y detallado análisis del fenotipado de la arquitectura de la raíz, por ejemplo, DIRT, REST, GiARoots y RhizoVision Explorer. Sin embargo, muy pocos estudios profundizan sobre el efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de raíces en fase de vivero de palma de aceite, y mucho menos se ha usado este tipo de softwares para realizar el fenotipado. Lo anterior, debido probablemente a lo dispendioso y al desconocimiento de metodologías que valoren parámetros alométricos asociados a esos cambios en el tipo de raíces. Teniendo en cuenta esto, se planteó este estudio para estudiar el grado de asociación que tiene la fuente de fertilización nítrica sobre el crecimiento,



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



especialmente de raíces, en los cultivares OxG (Coari x La Mé) y DxP (Deli x La Mé).

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA:

De acuerdo con la página web de CENIPALMA (Cenipalma,2019), encontramos las siguientes generalidades:

La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) existe para apoyar a los palmicultores en la defensa de sus intereses y el logro de la competitividad de una agroindustria oleaginosa que transforma la calidad de vida de las comunidades que la acogen y promueve el progreso y el bienestar. Representa fielmente los intereses de sus asociados como es su papel irrenunciable, y está destinada a satisfacer sus necesidades inclusive más allá de sus expectativas.

Creada en 1962, Fedepalma está conformada por pequeños, medianos y grandes cultivadores de palma de aceite, quienes operan a escala empresarial, asociativa incluyendo alianzas estratégicas, o individual, al igual que por extractores de aceite de palma.

Como organización que agrupa y representa a la mayoría de la palmicultura colombiana, Fedepalma brinda interesantes oportunidades de interacción gremial, información económica y comercial actualizada, gestión ambiental y social, promoción de proyectos de valor agregado, y fomento de la asistencia técnica para sus afiliados, entre otros. Además de trabajar por la competitividad y la sostenibilidad del sector palmero colombiano, Fedepalma administra los fondos parafiscales palmeros (Fondo de Fomento Palmero y Fondo de Estabilización de Precios para el Palmiste, el Aceite de Palma y sus Fracciones), promueve el desarrollo económico y social en las zonas de influencia y promociona la imagen del sector. Fruto de todo ello ha sido el destacado posicionamiento alcanzado por la agroindustria en el concierto



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



productivo y empresarial de Colombia, acompañado de un especial interés gubernamental por impulsar y apoyar su desarrollo.

La Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite – **Cenipalma**, es una corporación de carácter científico y técnico, sin fines de lucro, creada a raíz de las decisiones de XVIII Congreso Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite el 21 de septiembre 1990.

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. está definida como: Con ciencia, tecnología e innovación impulsamos el desarrollo sostenible de la agroindustria y el bienestar de los palmicultores colombianos

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.”

Ubicación

Según Fedepalma (2016), El centro de investigación Cenipalma consta de 3 sedes principales y 4 regionales.

Las sedes principales se encuentran ubicadas en BOGOTÁ, COLOMBIA:

- Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Carrera 10ª No. 67 A – 44.
- Cenipalma (Unidad de Servicios Compartidos), Calle 20 A No. 43 a – 50, Pisos 2 y 4.
- Sede Laboratorios, Calle 21 o Calle 21 No. 42 – 55.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



El centro de investigación cenipalma hace presencia regional en las 4 zonas palmeras del País

- Centro Experimental Palmar de la Vizcaína (Zona Central) ubicada en el Km. 32 Vía la Lizama, Corregimiento Peroles, Troncal del Magdalena Medio.
- Centro Experimental Palmar de Las Corocoras (Zona Oriental) Km. 5 Vía Paratebueno – Cabuyaro, Municipio de Paratebueno, Cundinamarca.
- Centro Experimental Suroccidental, Finca La Providencia o Ubicada a 4 kilómetros desde Tangareal, en la vía Tumaco - Pasto por la carretera hacia Imbili Río Mira.
- Centro Experimental El Palmar de la Sierra (Zona Norte), ubicada en Km. 66 Vía Santa Marta – Fundación, Troncal del Oriente en el municipio de Zona Bananera, Magdalena. Fecha de adquisición: junio de 2010 (Alquería 2), diciembre de 2010 (Santa Rosa) y julio de 2012 (Alquería 1). Ubicación: Zona Bananera, Magdalena. Área: 417 hectáreas. Ver Figura 1.” (Fedepalma 2016)



Fig 1. Mapa de ubicación de Centro Experimental El Palmar de la Sierra (Zona Norte), Fuente: Fedepalma (2013) p.96.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Hallazgos y divulgaciones

Todos los resultados de investigaciones de Cenipalma son divulgados en diferentes medios, tanto en publicaciones científicas, como en las de difusión y divulgación. Los logros y avances se han registrado en: 194 Ceniavances, 443 artículos científicos y más de 720 títulos entre libros, capítulos de libros, guías metodológicas, guías de bolsillo, boletines técnicos, cartillas, manuales, afiches, infografías, entre otros. (Cenipalma 2020, p48) A través del portal web <http://cidpalmero.fedepalma.org/> se puede encontrar y hacer uso de los anteriores recursos de información.

Organigrama

Según CENIPALMA (2019), Para el desarrollo de las actividades de investigación, validación, extensión y servicios técnicos especializados, la Corporación recibe recursos del Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, principal fuente de financiación. Las necesidades y prioridades del sector definen también la estructura y forma de trabajo del Centro, como muestra la Figura 2. Actualmente genera más de 320 empleos directos. Con Especialidades en Investigación, Palma de Aceite, Productividad, Extensión en Palma de Aceite, Fitosanitario, Productividad de la Palma de Aceite, Fitopatología, Sostenibilidad del Sector Palmero, Usos del Aceite, Servicios Técnicos y Variedades Mejorada.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado

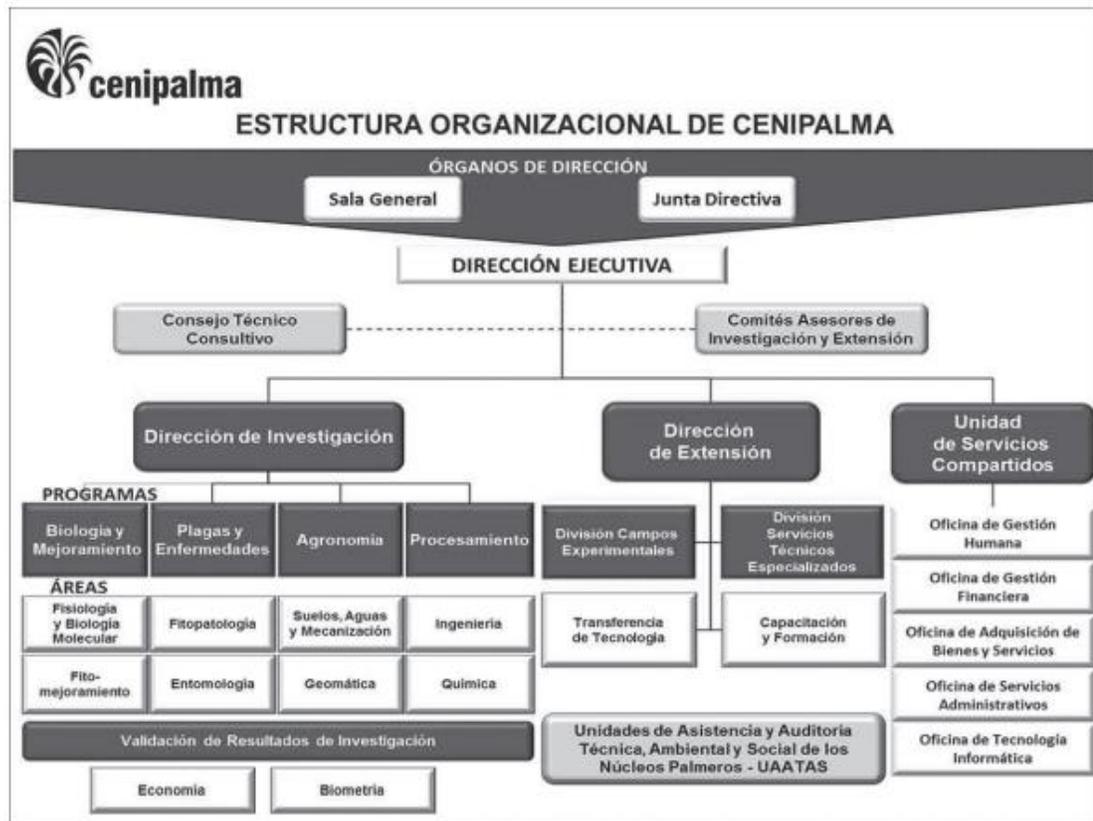


Fig 2. Estructura organizacional de cenipalma. Fuente: (ceniplama 2019). Pg 20

Oferta de valor

Cenipalma ofrece a los palmicultores colombianos:

- Soluciones tecnológicas para el manejo integral y aprovechamiento de los productos y derivados de la palma de aceite, orientadas a propiciar la sanidad del cultivo, y la productividad, sostenibilidad y competitividad de la agroindustria. Ver figura 3.
- Tecnologías, metodologías, procesos y productos, que responden a las necesidades del sector palmicultor.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



- Espacios permanentes, de alto nivel científico, para la reflexión, discusión y aprendizaje mutuo en temas técnicos y científicos de interés para el sector.
- Programas y espacios de capacitación y actualización de conocimiento para las personas vinculadas a la agroindustria.
- Referenciación competitiva y orientación tecnológica para el desarrollo y modernización de la agroindustria de la palma de aceite.
- Servicios tecnológicos especializados y estratégicos que responden a las necesidades del sector.

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:** Influímos 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.

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

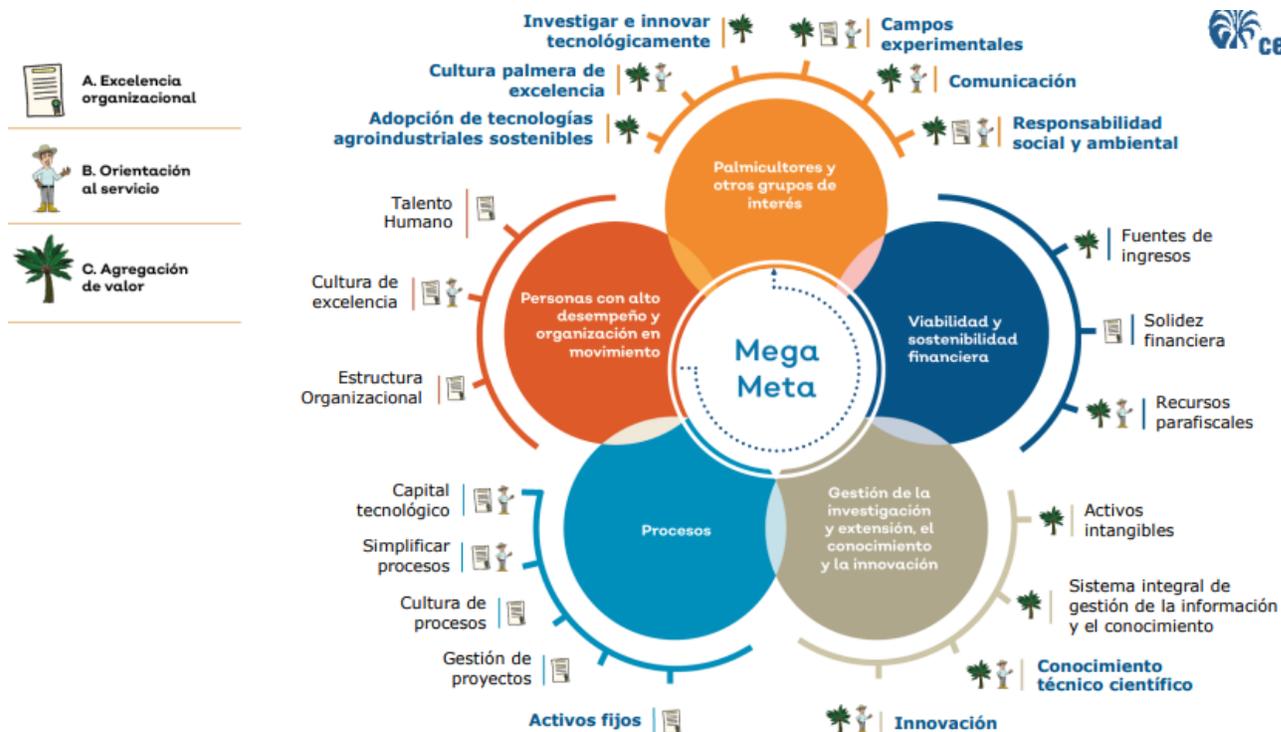


Figura. 3 mapa estratégico. fuente: CENIPALMA. (2019)

5. SITUACIÓN ACTUAL

En la búsqueda de comprender mejor el sistema radical de la palma de aceite, Reyes et al., (1997) encontraron que la edad de la palma influye significativamente en la ramificación y biomasa de raíces. En palma adulta en condiciones óptimas de humedad y nutrientes, la raíz crece hasta 1 m de profundidad, pero en condiciones de deficiencias alcanza más de 5 m (Safitri et al., 2018). En plántulas de palma de aceite de 3-4 meses de vivero el sistema radicular está compuesto por una raíz primaria llamada radícula, desde la cual se emiten raíces laterales horizontales. Esta característica se asemeja mucho al de las dicotiledóneas. No obstante, la radícula no es perenne y se auto poda a los 3-4 meses de edad (Jourdan y Reyes, 1997).

El uso de nutrientes se puede determinar a partir de los aportes en fertilización, la producción de materia seca y la asimilación de los nutrientes en los tejidos. Estos



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



parámetros se utilizaron en diferentes trabajos de investigación en palma de aceite (*Elaeis guineensis*) y más recientemente en híbridos (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*, OxG) (Rincón et al., 2012; Rosero et al., 2013; Santacruz et al., 2011). De acuerdo con estos estudios el nitrógeno es el elemento más requerido para la producción de materia seca en los diferentes tejidos de la planta, a excepción del raquis donde el potasio es el elemento predominante. Resultado similar se ha visto en soya, donde el uso y transporte del nitrógeno está directamente relacionado con el crecimiento y producción en el cultivo (Li et al., (2021). Sin embargo, el nitrógeno es bastante escaso y la fertilización nitrogenada se pierde con facilidad al medio ambiente. Esto se debe a que el N se encuentra principalmente en forma de NO_3^- en la mayoría de los suelos agrícolas y al ser un anión, es repelido por la carga negativa del suelo, siendo fácilmente transportado por el agua. En este sentido, el NUE se puede mejorar de varias formas, ya sea: 1) combinando fertilizantes nitrogenados con compuestos que permitan al N permanecer mayor tiempo en suelo, 2) con mejoramiento de prácticas agrícolas como el tiempo, la dosis, el modo y el sitio de fertilización que permitan un mejor aprovechamiento de fertilizante y 3) con el mejoramiento de los caracteres morfológicos y mecanismos fisiológicos que permitan a la planta hacer un mejor uso eficiente del nitrógeno. En este tercer punto, la raíz ha sido el órgano menos estudiado debido a la dificultad para fenotipar, pero podría tener grandes recompensas explotar la variabilidad de la arquitectura de la raíz.

A pesar de todos estos avances en la caracterización de la raíz en palma de aceite, la mayoría se ha enfocado en palmas adultas, lo cual crea lagunas sobre el proceso de desarrollo radical y el manejo en fase de vivero. En este contexto, el estudio radicular en plántula de palmas de aceite es necesario, teniendo en cuenta el muy bajo uso eficiente de nutriente en cultivares OxG en fase de vivero.

6. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS

En mi programa académico, el plan de estudio está constituido por un total de 176 Créditos de los cuales 164 créd. Son obligatorios + 12 optativos para un total de 114 materias. Cabe destacar que cada una de las materias fundan el mencionado plan de estudio me brindaron las herramientas necesarias para la toma de decisiones y realizar trabajos innovadores y de excelente calidad, por lo tanto, fueron, es y

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

seguirán siendo siempre útil para mí aun después de lograr mi título profesional, sobre todo en mi carrera como ingeniera agrónoma.

Las siguientes asignaturas fueron relevantes desde distintos puntos de vista; En primer lugar, las materias de cada curso fomentaron mi formación integral. Cada materia está formada por un temario integrado por distintos módulos. Los conocimientos adquiridos no solo tuvieron una aplicación potencial en el ámbito laboral permitiéndome aplicar lo que he aprendido para realizar de manera correcta trabajos de investigación, sino que tuvieron un alcance práctico en el marco de la vida diaria.

Los conocimientos adquiridos en el componente de química me ayudaron a realizar cálculos de concentración en términos de molaridad, porcentaje, dilución etc, de elementos como Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Magnesio, entre otros.

Área		CIENCIAS BASICAS		
Componente		QUIMICA		
CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.	
021105	QUIMICA GENERAL	5	S	
021106	QUIMICA ORGANICA	4	S	
021107	BIOQUIMICA	4	S	
Total, asignaturas: 3		Total créditos: 13		

Los conocimientos adquiridos en el componente de estadística me ayudaron a realizar diseños y análisis estadístico de bloque completamente al azar con un arreglo factorial, anovas, medias, errores estándar y analizar los resultados obtenidos.

Área		CIENCIAS BASICAS DE INGENIERIA		
Componente		ESTADISTICA		



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.
021108	ESTADISTICA II	3	S
011104	ESTADISTICA I	3	S
Total asignaturas: 2		Total créditos: 6	

Desde el establecimiento del proyecto se efectuó un manejo holístico que permitiera prevenir enfermedades y plagas, desde la selección de la semilla certificada. En un momento específico en el proyecto estas materias me ayudaron a reconocer en campo los signos y síntomas de una enfermedad, así mismo a reconocer el daño causado por plagas, posteriormente evaluar el estado fitosanitario del proyecto.

Área		CIENCIAS BASICAS DE INGENIERIA	
Componente		SISTEMATICA- SANIDAD VEGETAL Y PROFUNDIZACION PROFESIOANL	
CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.
021109	MICROBIOLOGIA AGRICOLA	4	S
021110	ENTOMOLOGIA GENERAL	4	S
021130	ENTOMOLOGIA ECONOMICA	4	S
021131	FITOPATOLOGIA	4	S
OPT_0005	MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	3	N
OPT_0008	MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES MIE	3	N
OPT_0007	PROPAGACION DE PLANTAS	3	N
Total asignaturas: 7		Total créditos: 25	

El área de ciencias básicas en suelos fue utilizada a lo largo de todo el proyecto, utilizando bases teóricas como las medidas de retención de agua y pH, principales características químicas como: conductividad eléctrica, contenido de nutrimentos mayores y desde el punto de vista físico, las propiedades físicas que se evaluaron en el sustrato fueron: la densidad real y aparente, la distribución granulométrica, porosidad y, retención de agua.

Área	CIENCIAS BASICAS DE INGENIERIA Y APLICADA
------	---

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

Componente		INTRODUCCION A LOS SUELOS		
CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.	
021113	GENESIS Y FISICA DE SUELOS	3	S	
021114	QUIMICA DE SUELOS	3	S	
021121	FERTILIDAD DE SUELOS	2	S	
Total asignaturas: 3		Total créditos: 8		

Los conocimientos adquiridos en el componente de producción de cultivos me ayudaron a realizar tomas de datos en campo (fotosíntesis, fluorescencia, curvas de luz, biomasa).

Área		INGENIERIA APLICADA		
Componente		PRODUCCION DE CULTIVOS		
CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.	
021123	FISIOLOGIA VEGETAL	3	S	
021124	FISIOLOGIA DE LA PRODUCCION	3	S	
021126	CULTIVOS II	4	S	
Total asignaturas: 3		Total créditos: 10		

Mi aprovechamiento del área de formación en investigación fue positivo, estas asignaturas guardaban relación entre ellas; me permitieron consolidar todo mi conocimiento acerca de los temas que ya conocía, tales como, normas APA, los pasos para realizar una investigación, redacción de informes y artículos científicos etc.

Área		FORMACION EN INVESTIGACION		
Componente		FORMACION EN INVESTIGACION		
CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.	
021141	TEORIA Y FILOSOFIA DEL CONOCIMIENTO	2	S	

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.
021142	METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION	2	S
021143	SEMINARIO - TALLER APLICADO I	2	S
021144	SEMINARIO - TALLER APLICADO II	2	S
021145	SEMINARIO - TALLER APLICADO III	2	S
Total asignaturas: 5		Total créditos: 10	

El área de formación complementaria y general fue de gran utilidad para construirme como una gran profesional de mi carrera aplicando temas tales como: la ética profesional, oralidad, expresión oral, razonamiento matemático los pasos para realizar una investigación etc.

Área	FORMACION COMPLEMENTARIA Y FORMACION GENERAL		
Componente	ETICA Y FORMACION GENERAL		
CÓDIGO	ASIGNATURA	CRÉDS.	OBLIG.
021133	ETICA PROFESIONAL	2	S
021139	EXPRESION ORAL Y ARGUMENTACION	2	S
011106	PROCESOS LECTORES Y ESCRITURALES	2	S
011107	RAZONAMIENTO Y REPRESENTACION MATEMATICA	2	S
Total asignaturas: 4		Total créditos: 8	

7. DESARROLLO DE ACTIVIDADES:

ACTIVIDADES:

1. **Inducción:** Durante la primera semana se llevó a cabo una inducción a los nuevos integrantes de la empresa creando espacios para aprender a cerca de para inducción Corporativa de Gestión Humana, sistema de Salud y



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



Seguridad en el Trabajo, el Analista de CID Palmero, Seguridad Física, Sistema de Gestión Documental – ORFEO, SISPA Sistema de Información Estadística, Direccionamiento Estratégico y Calidad, Gestión de Riesgo Corporativo, Tecnopalma, Salud y Nutrición, Mercadeo Estratégico, Oficina de Tecnología e Información, Nómina, ente otras.

2. **Medidas vegetativas:** Se realizan medidas alométricas en las palmas y sustrato para el efecto de tres concentraciones de nitrógeno **5mM, 10mM y 15mM y dos fuentes sobre el crecimiento de 5 genotipos de palma de aceite**. Las medias fisiológicas evaluadas fueron fotosíntesis, curva de luz biomasa en peso fresco y peso seco de la parte aérea y raíz. Otras mediciones se hacían sobre el sustrato para mantener el grado de humedad óptimo para el crecimiento de las plántulas.
3. **Medición de daños fitopatógenos (incidencia y fotografías de síntomas para seguimiento):** Se realiza un manejo holístico, haciendo revisiones periódicas para detectar presencia de insecto y ver los síntomas en las hojas de hongos. Se registra y se grafica para saber que genotipo se ve más afectado o que tratamiento se ve más afectado. Luego de detectar la presencia se realiza aplicación química para su control.
4. **Preparación de soluciones:** Los tratamientos se deben preparar un día antes de la aplicación por el tiempo que requiere esta tarea. Esto se hace mediante cálculos previos de la cantidad exacta de los fertilizantes para que queden tanto la cantidad que se usa, como en la concentración de N deseada.
5. **Capacitación uso Li-cor 6800 Portable photosynthesis systems :** Esta capacitación se dictó al equipo de fisiología para capacitarnos y poder calibrar el equipo correctamente y hacer medidas precisas.
6. **Medición de fotosíntesis y Curva de luz:** Con ayuda del li-cor se tomó medidas de fotosíntesis a las 525 palmas para registrar y comparar como los tratamientos influyeron en dicha medida.
7. **Rotular bolsas para cosecha:** las bolsas de aluminio debían estar rotuladas para guardar dentro de ellas la unidad experimental, es decir 3 palmas que corresponden a un tratamiento y guardarlo en nitrógeno líquido para su conservación y posterior medición de metabolitos en laboratorio,
8. **Desmontar el experimento para la cosecha:** constaba de sacar las plantas cuidadosamente de las macetas, luego se tomaba registro fotográfico para



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



ser analizadas con software Rhizvision, posteriormente se cortó la parte de la raíz y la parte aérea, se pesaban en una balanza de precisión para registrar el peso en fresco, seguidamente se metían en nitrógeno líquido para conservarlas muestras,

- 9. Tabular datos, calcular ganancia de masa peso fresco:** Luego de registrar los pesos frescos, se analizaban en Excel para calcular ganancias del peso de los tratamientos con respecto al testigo absoluto.
- 10. Análisis de imágenes de raíces con el software Rhizvision:** Mediante este software se pudo comparar las modificaciones de las raíces por efecto de los tratamientos.
- 11. Sacar muestras vegetales congeladas y ponerlas a hielo seco:** realizado para ser transportadas desde la universidad del Magdalena hasta zona central para los laboratorios donde fue analizadas. Mantener congelada las muestras permite que los metabolitos del material vegetal no se degraden y se puedan medir en laboratorio.
- 12. Análisis de datos y graficas con R:** Los tratamientos de nitrato 10 mM y Amonio 10 mM se les realizo estadística con R, la estadística consistió en análisis exploratorios a través de cajas y pivotes para la identificación de datos atipicos y conocer la distribución de los datos. Luego se realizó análisis invariados a través de contrastes ortogonales.
- 13. Entrega de informe mensual:** Cada 25 de cada mes se iba avanzando en el informe de practica hasta terminarlo.
- 14. Escribir el cenivances:** es un objetivo escribir y publicar avances científicos, el cenivance se plasma un protocolo para estandarizar condiciones de crecimiento para palmas de aceite en etapa de vivero.
- 15. Envío de muestras de sustrato a laboratorio:** Al finalizar el ensayo, se tomó una muestra del sustrato de cada tratamiento para analizar cuantos nutrientes quedan residual después de su lavado.
- 16. Medir humedad proyecto estrés hídrico:** Se registro la medida de la humedad del sustrato de la prueba piloto para conocer los días en que tarda la maceta sin regar en llegar a condiciones de estrés hídrico de -1MPa
- 17. Cotizar Techo plástico para la enramada:** Al final del ensayo de uso eficiente del nitrógeno el techo se dañó debido a lluvias y vientos, era necesario conseguir un techo nuevo para los dos nuevos ensayos que estaban próximos a montarse.
- 18. Colocar el techo:** Una vez comprado el plástico, con la ayuda de todo el equipo de fisiología se colocó el techo y se arregló.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



19. Diseño montaje de experimento con aplicaciones de ácido naftalenacético (ANA) en raíces: Para la evaluación de ANA se tienen dos progenies, bajo dos tratamientos, Ana líquido y Ana sólido, para comprar si su aplicación modifica la raíz de las palmas de aceite.

Tabla x. Descripción detallada en forma cronológica de todas las actividades realizadas durante el periodo de práctica que comprendido desde el 1 de febrero hasta el 31 de julio.

N ^o	Semana	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	01 de febrero del 2022 al 4 de febrero del 2022		Inducción virtual	Inducción virtual	Inducción virtual	Inducción virtual
2	07 de febrero de 2022 al 11 de febrero de 2022	Fecha de inicio de la práctica, Inducción,	Inducción de medidas vegetativas	Inducción, medidas vegetativas	Inducción medidas vegetativas	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio.
3	14 de febrero de 2022 al 18 de febrero de 2022	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio.	Medición de daños fitopatógenos (incidencia y fotografías de síntomas para seguimiento)	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio. Preparación de soluciones	Medición de fotosíntesis, ver anexo 1 (a)	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio. , Uso eficiente del Nitrógeno



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



4	21 de febrero de 2022 al 25 de febrero de 2022	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio. - calibración de equipo	Medición de fotosíntesis, Preparación de fertilizantes	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio. , Medición de fotosíntesis	Preparación de fertilizantes y medición de fotosíntesis	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio. , Preparación de fertilizantes y medición de fotosíntesis, Entrega de informe mensual
5	28 de febrero de 2022 al 07 de marzo de 2022	Fertilización y preparación de medios nutritivos, medición de pH de los medios.	Capacitación uso Li-6800 Portable photosynthesis systems	Fertilización, Medición de Curva de luz en bloque 1	Medición de fotosíntesis ver anexo 1 (f)	Fertilización, Toma de fotografías a todas las palmas
6	07 de marzo de 2022 al 11 de marzo de 2022	Fertilización y preparación de medios nutritivos	Preparación de medios	Fertilización, Medicación de Curva de luz	Medición de Curva de luz ver anexo 1 (c)	Fertilización, medición de Curva de luz, realización del protocolo de li-cor



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



7	14 de marzo de 2022 al 18 de marzo de 2022	Fertilización, rotular bolsas para cosecha. ver anexo 1 (e)	Preparación de medios nutritivos, rotular bolsas para cosecha	Fertilización, rotular bolsas para cosecha	preparación de medios nutritivos, rotular bolsas para cosecha	Fertilización, rotular bolsas para cosecha
8	21 de marzo de 2022 al 25 de marzo de 2022	Festivo	Desmontar el experimento para la cosecha bloque 3 Medición de Curva de luz	Cosecha, meter muestras vegetales en nitrógeno líquido	Cosecha, tabular datos, calcular ganancia de masa peso fresco	Cosecha, meter muestras vegetales en nitrógeno líquido, Entrega de informe mensual
9	28 de marzo de 2022 al 01 de abril de 2022	Análisis de datos	Análisis de datos	Análisis de imágenes de raíces con el software Rhizvision	Gráficas y estadística con R	Estadística, Análisis de datos con R
10	04 de abril de 2022 al 08 de abril de 2022	Proyecto de estrés hídrico, tomar medidas de humedad, curvas de retención de humedad	Hacer libro de productos químicos del laboratorio de fisiología	Hacer libro de productos químicos del laboratorio de fisiología	Procesar fotos de taces bloque 3 con Rhizvision	Análisis de datos con R Escribir informe y análisis de datos
11	11 de abril de 2022 al 15 de abril de 2022	Sustentación estadística	Análisis de imágenes de raíces con el software Rhizvision	Etiquetas productos raíces materia seca	Análisis de imágenes de raíces con el software Rhizvision	Estadística y raíces



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



12	18 de abril de 2022 al 22 de abril de 2022	Sacar muestras vegetales congeladas y ponerlas a hielo seco	Proyecto estrés hídrico, tomar medidas de humedad, Marcar y rotular macetas	Estadística	Escribir artículo	Escribir artículo, proyecto de estrés hídrico, tomar medidas de humedad
13	25 de abril de 2022 al 29 de abril de 2022	Entrega de informe mensual	Escribir el cenivances	Estadística, grafica compuesta en R	Envío de muestras de sustrato a laboratorio	Escribir el cenivances
14	02 de mayo de 2022 al 06 de mayo de 2022	Primera entrega del artículo de raíces, Estadística, Caracterización de raíces ver anexo 1 (d)	Escribir artículo y medir mV	Escribir artículos, proyecto de estrés hídrico, tomar medidas de humedad	Estadística y presentación	Medir mV proyecto estrés hídrico
15	09 de mayo de 2022 al 13 de mayo de 2022	Escribir artículo Arquitectura de raíz	Estadística, gestionar la compra de plástico para invernadero	Correcciones de artículos	Cotizar Techo, Estadística	Medir humedad proyecto estrés hídrico



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



16	16 de mayo de 2022 al 20 de mayo de 2022	Escribir artículo Arquitectura de raíz, proyecto de estrés hídrico, tomar medidas de humedad	Estadística	Correcciones de artículos	Techo, medir cantidades de sustratos para el proyecto	Medir humedad proyecto estrés hídrico
17	23 de mayo de 2022 al 27 de mayo de 2022	Diseño montaje de experimento con aplicaciones de ácido naftalenacético (ANA) en raíces	Pesar sustratos	Entrega de informe mensual	cosecha de experimento prueba piloto de estrés hídrico	procesar fotos de raíces por Rhizovision
18	31 de mayo de 2022 al 3 de junio de 2022	Festivo	Escribir artículo e informe de prácticas, Peso seco	Siembra	Capacitación en universidad del magdalena	
19	6 de junio de 2022 al 17 de junio de 2022	Taller manejo de datos geográficos con RStudio	, llenado de agua, riego	Cocer techo de enramada, llenado de agua	llenado de agua, riego	RIEGO
20	13 de junio de 2022 al 17 de junio de 2022	riego	Llenado de agua	Riego, parchar techo	ESCRIBIR ARTICULO	RIEGO
21	21 de junio de 2022 al 24 de	Festivo	Llenado de agua, revisión de plantas	revisión de plantas por ataque de	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



	junio de 2022		por ataque de insecto	insecto, riego		insecto, riego
22	28 de junio de 2022 al 1 de julio de 2022	Festivo	Entrega de informe mensual	revisión de plantas por ataque de insecto, riego	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto, riego
23	5 de julio de 2022 al 8 de julio de 2022	Festivo	Llenado de agua	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto
24	11 de julio de 2022 al 15 de julio de 2022	revisión de plantas por ataque de insecto, riego	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto, riego
25	18 de julio de 2022 al 22 de julio de 2022	revisión de plantas por ataque de insecto, riego	revisión de plantas por ataque de insecto	Festivo, trabajo en casa	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto, riego
26	25 de julio de 2022 al 29 de julio de 2022	Escribir artículo Arquitectura de raíz, entrega de informe final	participación taller	revisión de plantas por ataque de insecto, riego	revisión de plantas por ataque de insecto	revisión de plantas por ataque de insecto, riego



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



8. CRONOGRAMA:

De acuerdo con las funciones y las actividades realizadas fueron ubicadas a través de un diagrama de Gantt (ver diagrama 1)

N°	ACTIVIDAD	SEMANAS																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
I	Inducción																									
	Medidas vegetativas																									
	Preparación de soluciones nutritivas																									
	Medidas fitopatógenas (Incidencia)																									
	Fertilización de nutrimentos de 5mM, 10mM y 15mM de nitrato y amonio.																									
	Informe mensual																									
	Toma de medidas fisiológicas (Fotosíntesis y curva de luz)																									
	Cosecha																									
II	Análisis estadístico de datos con R																									
	Análisis de imágenes de raíces con el software Rhizvision																									
	Roturar macetas																									



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



2. Las características de la raíz, como la longitud, el diámetro, el área, el volumen y biomasa son fundamentales para comprender la plasticidad de la raíz a las condiciones ambientales.
3. Independiente del tratamiento las plantas del cultivar Coari x La Mé acumulan en promedio 40,2% de biomasa más que Delí x La Mé. La biomasa radical para las palmas que crecieron bajo el tratamiento con Nitrato 10 Mm en comparación con el testigo Coari x La Mé presentaron un alza de 406% de biomasa, mientras que Delí x La Mé incremento 178%.
4. La falta de nitrógeno si modifica la estructura de la raíz, para el híbrido significa un incremento de 4,6% en el ancho del diámetro, 3,8 % más profunda y 35% de agujeros más grandes. Para Delí x La Mé representa un aumento de 3,9% en el ancho del diámetro máximo de la raíz y 9,7% más profunda y con 20% de tamaño de agujeros más grande. Esto se debe a una respuesta de la deficiencia del elemento, provocando la necesidad de explorar y por consecuencia las raíces pierden solidez.
5. Con la mejora del estado nutricional en nivel de referencia, el sistema radical tendrá un mejor desempeño y una mejor expresión, por lo que se espera que las palmas muestren su potencial y sean menos susceptibles a enfermedades.
6. La arquitectura de la raíz de CxLM y DxLM se adaptan morfológica y espacialmente a la deficiencia de nitrógeno. Bajo estas condiciones seis características correspondientes a la profundidad de la raíz, el crecimiento de las raíces laterales, diámetro máximo de raíz, solidez, tamaño de agujeros y áreas convexa permiten distinguir ente las condiciones de N+ y N-. Se hace evidente que la deficiencia de nitrógeno afecta con mayor severidad a CxLM, haciendo estas características sean en mayor medida significativas para esta especie. Por otro lado, DxLM tiene una respuesta moderada a la deficiencia de nitrógeno relacionada con su menor afectación en biomasa y menores cambios en la plasticidad de la raíz. La falta de nitrógeno también modifica el reparto de los fitosasilados en la planta permitiendo una menor afectación de la parte radicular en comparación con la parte aérea. De esta forma la raíz se convierte en el órgano priorizado por la planta, y en especial las raíces de primer orden, para la búsqueda de N en el suelo.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



7. Como perspectiva futura, queda pendiente conocer el efecto en el tiempo de la nutrición nitrogenada sobre el crecimiento de raíz de los cultivares.
8. Finalmente, los aportes realizados con el presente proyecto permitirán estandarizar las condiciones para evaluar elementos diferentes al nitrógeno con el método de perlita: vermiculita como sustrato de crecimiento.



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



10. Bibliografía

Andreu J., Betrán J., Delgado I., Espada J.L., Gil M., Gutiérrez M., Iguácel F., Isla R., Muñoz F., Orús F., Pérez M., Quílez D., Sin E., Yagüe M.R. (2006). Fertilización Nitrogenada, Guía de actualización. ISSN: 1137/1730. Pg 67. https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf

Cenipalma (2019). Corporación Centro De Investigación En Palma de Aceite. Recuperado de: <https://minciencias.gov.co/content/corporacion-centro-investigacion-en-palma-aceite#:~:text=La%20Corporaci%C3%B3n%20Centro%20de%20Investigaci%C3%B3n,el%2021%20de%20septiembre%201990.>

Cenipalma (2020). Tres décadas de investigación y extensión. <https://repositorio.fedepalma.org/bitstream/handle/123456789/141298/30%20an%cc%83os%20Cenipalma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cenipalma. (2019). Direccionamiento Estratégico Cenipalma. <https://www.cenipalma.org/wp-content/uploads/2019/08/Direccionamiento-Estrategico-Cenipalma-Web.pdf>

Fedepalma (2013). Mapa de ubicación de Centro Experimental El Palmar de la Sierra (Zona Norte), p.96. Recuperado de: <https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/InformeLaborCenipalma2013.pdf>

Fedepalma. (2016). Sedes y Horarios Fedepalma / Cenipalma. Recuperado de: https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/SEDES_HORARIOS.pdf

Chuncho, G., Chuncho, C., & Aguirre, Z. (2019). Anatomía y morfología vegetal. In Universidad Nacional de Loja (Vol. 1).



**Informe de Prácticas Profesionales como
Opción de Grado**



- Cristancho R., J. A., Munévar M., F., Acosta G., A., Santacruz, L., & Torres V., M. (2007). Relación de las características edáficas y el desarrollo del sistema de raíces de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq). 28(1), 21–29.
- Jourdan, C., Michaux-Ferrière, N., & Perbal, G. (2000). Root system architecture and gravitropism in the oil palm. *Annals of Botany*, 85(6), 861–868. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1148>
- Li, S., Xiao, F., Yang, D., Lyu, X., Ma, C., Dong, S., Yan, C., & Gong, Z. (2021). Nitrate Transport and Distribution in Soybean Plants With Dual-Root Systems. *Frontiers in Plant Science*, 12(3), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.661054>
- Mosquera, M., & García, A. (2005). Estudios de tiempos y movimientos para la agroindustria colombiana de la palma de aceite. Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma (Colombia). Volumen (No. A-), 1-4.
- Reyes, R., Bastidas, S., & Peña, E. A. (1997). Distribución del sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Tumaco, Colombia. *Revista Palmas*, 18(3), 49–55.
- Rincón, Á., Garzón, E., & Cristancho, J. Á. (2012). Contenidos de nutrimentos en diferentes estructuras de palmas híbridas OxG bajo condiciones comerciales de viveros. *Palmas*, 33(1), 11–21.
- Rodríguez J., Pinochet D., Matus F.J. (2001). Fertilización de los cultivos. Ed. LOM. Santiago Chile. 117 pág ISBN 9562888800. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=sl7OAAAACAAJ>
- Rosero, G., Santacruz, L., & Cristancho, J. Á. (2013). Caracterización de las variables de crecimiento, niveles foliares y de rendimiento en dos materiales genéticos de palma OxG y DxP en diferentes edades de desarrollo de la plantación Guaicaramo S.A. *Palmas*, 34(4), 99–108.
- Safitri, L., Suryanti, S., Kautsar, V., Kurniawan, A., & Santiabudi, F. (2018). Study of oil palm root architecture with variation of crop stage and soil type vulnerable to

 The logo of Universidad del Magdalena features a circular emblem with a globe in the center, a cross, and the text 'UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA' and '1967'.	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	 The logo for cenipalma consists of a stylized palm tree icon followed by the text 'cenipalma' in a blue, lowercase sans-serif font.
--	--	---

drought. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 141(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/141/1/012031>

Santacruz, L., Rosero, G., & Cristancho, J. Á. (2011). Contraste de los contenidos y reservas de la palma comercial (DxP) y del híbrido (OxG) alto oleíco. In *Palmas* (Vol. 32, Issue 4, pp. 62–68).



ANEXOS

los anexos que sustentan el informe, evidencias relacionadas con el desarrollo de la practica.

N°	Relación de Anexos
a	Medicion de Fotosintesis
b	Medicion de Fotosintesis
c	Medicion de curva de luz
d	sustentacion de articulo
e	magen de cosecha
f	Calibracion del Li-cor para medidas de fotosintesis
g	Equipo de trabajo



Informe de Prácticas Profesionales como
Opción de Grado





**Informe de Prácticas Profesionales como
Opción de Grado**





Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



AGRADECIMIENTOS

A través de estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que con su soporte científico y humano han colaborado en la realización de mis prácticas en esta pasantía investigación.

“A mis docentes y en especial a Andres Quintero un mentor en mi formación, A mi tutor Rodrigo Ruiz por el tiempo dedicado, los conocimientos brindados, por la acertada orientación y discusión crítica que me permite un buen aprovechamiento del trabajo realizado. A mi tutor Marlon quien me ha guiado con su ayuda, paciencia y dedicación, por su valioso aporte para la pasantía de investigación. Al equipo de fisiología (Sara, Harol, Ariel, Herney, Nicol) por todo su apoyo y colaboración durante el transcurso de mis prácticas.

Mi profundo agradecimiento a la fundación Prodeco, por confiar en mí, abrirme las puertas y otorgarme la beca con la que curse mi carrera profesional.

Agradecerle también a mi hermana Maria Camila, y a mi mamá Ruby y mi abuela Elsa que me acompaña desde el cielo.

Finalmente, a mis amigos de la vida y de la facultad, por el apoyo diario.”

DEDICATORIA:

“Siempre estás en mi corazón y te recuerdo a todo momento, por eso te dedico mi trabajo. Gracias abuelita por estar siempre conmigo durante este proceso tan largo, nunca podré pagarte todo tu sacrificio”.