



CENTRO DE INVESTIGACION EN PALMA DE ACEITE CENIPALMA CAMPO

**IDENTIFICACIÓN DE LOS GENOTIPOS DE *Elaeis guineensis* (ARECACEAE)
DE LA COLECCIÓN BIOLÓGICA DE CAMERÚN RESISTENTES A *Phytophthora
palmivora* MEDIANTE INOCULACIONES CONTROLADAS EN ETAPA DE
VIVERO**

Experimental palmar de la Vizcaína – CEPV

Por: Joulina Eliana Duarte Moreno

Iván Mauricio Ayala Díaz

PhD Líder en Mejoramiento Genético

Andrés Alejandro Tupas Vera

Ingeniero Agrónomo

Director externo

Tutor interno: Diego Alexander Hernández Contreras

Msc.

Colaboradores Universidad Cundinamarca: Carlos Alberto Gómez Gómez

Químico Msc ciencias Agrarias- fisiología, Auditor HSEQ

Eric Giovanni Osorio Olea

Docente Ingeniería Agronómica

Programa de Biología y mejoramiento de la palma de aceite, cenipalma

Universidad Cundinamarca

Programa de Ingeniería Agronómica

Extensión Facatativá

2019

Tabla de contenido

Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción	3
Objetivos	4
Objetivos generales.....	4.1
Objetivos específicos	4.2
Marco teórico	5
Marco Conceptual.....	6
Diseño Metodológico.....	7
Metodología	8
Resultados	9
Cybertracker	9.1
Análisis de resultados	10
Conclusiones	11
Glosario	12
Recomendaciones	13
Referencias Bibliográficos.....	14
Anexos.....	15

FIGURAS	
Figura 1: Mapa de la republica de Camerún.....	14
Figura 2: Fase de pre- vivero densidad de población	15
Figura 3: Codigo QR.....	16
Figura 4: Transplante a bolsas de bolsas del vivero	16
Figura 5: Transplante completo	16
Figura 6: Establecimiento del Umbráculo	17
Figura 7: Distribución de plántulas dentro del Umbráculo.....	18
Figura 8: Distribución del sistema de ferti- riego	19
Figura 9: Descripción de la caseta con sistema de ferti - riego.....	19
Figura 10: Campo Experimental la vizcaína.....	26
Figura11: Componentes del Umbráculo.....	35
Figura 12: Registro fotográfico de las anomalías de los cruzamientos	44
Figura 13: Elaboración de formularios Cybertracker.....	45

TABLAS	
Tabla 1: Pérdidas de cultivares por la PC.....	4
Tabla 2: Descripción plan de fertirriego etapa 1	20
Tabla 3: Resiembra en el Umbráculo	41
Tabla 4: Censo de anomalías de la colección biológica Camerún	43
Tabla 5: Porcentaje de afectación en anomalías	2744
GRAFICOS	
Gafrico 1: Temperatura del Umbráculo del mes de agosto	37
Grafico 2: Humedad Relativa del mes de agosto	38
Grafico 3: Temperatura del mes de octubre	39
Gafico 4: Humedad Relativo mes de octubre	39
Grafico 5: Porcentaje de pérdidas de cada uno de los consecutticos de las palmas	40
Grafico 6: Resiembra de la colección biológica camerún	42
Grafico 7: Censo de anomalías.....	43
Grafico 8: Numero de la palma sana y enferma en cada uno de los tratamientos.....	50
Grafico 9: Tamaño de la lesión (cm) en las flechas inoculadas	51
Grafico 10: PH del agua del Umbráculo.....	54

IMAGÉNES	
Imagen 1: P.Infestans	11
Imagen 2: P.Cinnamomi	11
Imagen 3: P.Palmivora	12
Imagen 4: Reproducción del patógeno	13
Imagen 5: Datos copilados por las mediciones correspondientes al Umbráculo	46
Imagen 6: Cybertracker datos tomados del sistema movil	47
Imagen 7: Parametros que interpretan el avance de la enfermedad a lo largo de la flecha y hojas continuas	48
Imagen 8: Distribución de los bloques establecidos en el Umbráculo.....	48
Imagen 5: Ficha tecnica de la <i>PHYTOPHTHORA PALMIVORA</i>	49

1. Resumen

La palma de aceite (*ELAEIS GUINEENSIS JACQ*) es primordial fuente de aceites vegetales del mundo para el uso humano y la industria (oleoquímica, cosméticos, biodiesel, etc.) debido a que es un cultivo oleaginoso con mayor rendimiento en aceite por unidad de área. Adicionalmente a pesar de cubrir grandes extensiones de tierra es estimado un cultivo extenso debido a la alta demanda de mano de obra que genera, sin embargo, la principal amenaza que afecta la sostenibilidad del cultivo en Colombia y Ecuador es la enfermedad Pudrición de Cogollo (PC) causada por el *OOMYCETE PHYTOPHTHORA PALMIVORA*. Cuando la enfermedad alcanza altas incidencias se puede volver epidémica causando devastaciones. Las únicas fuentes de resistencia probadas provienen de los híbridos interespecíficos entre *ELAEIS OLEÍFERA* y *ELAEIS GUINEENSIS* (OxG), sin embargo, no existen fuentes de resistencia probada en *E. GUINEENSIS* (Palma Africana). Para este proyecto se pretenden identificar fuentes de resistencia en la colección biológica de Camerún (*E. GUINEENSIS*) mediante inoculaciones controladas de *PHYTOPHTHORA PALMIVORA* en etapa de vivero. En las primeras etapas de este proyecto se inició con la adecuación de la infraestructura del umbráculo los cruzamientos en su primera fase bajo un diseño completamente al azar. Adicionalmente, se realizó evaluaciones del bioensayo para determinar la metodología de inoculaciones con *P. PALMIVORA*. (Incidencia), sin embargo, la mejor metodología fue la que permitió clasificar los cruzamientos por su incidencia y los diferentes grados de resistencia. Finalmente, con dicha evaluación se inició la estandarización de la metodología apropiada para las inoculaciones donde se evaluaron cuatro metodologías. Tales como plog sin herida, plog con herida, folíolos, y los controles. Posteriormente durante el periodo reportado se continúa con el uso de códigos QR y manejo de la información sistematizada, obteniendo así la trazabilidad de las etapas de cada uno de los cruzamientos.

Palabra clave: *Arecaceae*, Cenipalma, Fedepalma, Palmas

2. Abstract

The oil palm (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ) is the main source of vegetable oils in the world for human use and industry (oleochemistry, cosmetics, biodiesel, etc). because it is an oleaginous crop with higher oil per unit area. Additionally, despite covering large tracts of land, an extensive crop is estimated due to the high demand for labor that generates, however, the main threat that affects the sustainability of the crop in Colombia and Ecuador is the disease Bud Rot (pudrición de cogollo PC) caused by the *OOMYCETE PHYTOPHTHORA PALMIVORA* when the disease reaches high incidences it can become epidemic causing devastation. The only proven sources of resistance come from the interspecific hybrids between *ELAEIS OLEÍFERA* and *ELAEIS GUINEENSIS* (OXG), however, there are no proven sources of resistance in *E. GUINEENSIS* (African palm). For this project, we intend to identify sources of resistance in the biological collection of Cameroon (*E. GUINEENSIS*) through controlled inoculations of *PHYTOPHTHORA PALMIVORA* in the nursery stage. In the first stages of this project, it was started with the adaptation of the infrastructure of the umbracle, under a completely random design. Additionally, evaluations of the bioassay were carried out to determine the inoculation methodology with *P. PALMIVORA* (incidence), however, the best methodology was the one that was allowed to classify the crosses because of their incidence and the different degrees of resistance. Finally, with this evaluation, the standardization of the appropriate methodology for appropriate methodology for inoculations was started, where four methodologies were evaluated such as plug without wound, plug with wound, leaflets, and controls. Later, during the reporting period, the use of QR codes and systematized information management was continued, obtaining the traceability of the stages of each of the crosses

Keywords: Arecaceae Cenipalma, Fedepalma, Palm

**IDENTIFICACIÓN DE LOS GENOTIPOS DE *ELAEIS GUINEENSIS*
(ARECACEAE) DE LA COLECCIÓN BIOLÓGICA DE CAMERÚN
RESISTENTES A *PHYTOPHTHORA PALMIVORA* MEDIANTE
INOCULACIONES CONTROLADAS EN ETAPA DE VIVERO**

3. Introducción

A nivel mundial, el cultivo de palma ha generado grandes oportunidades de negocios, generalmente al palmicultor. Su desarrollo a medida del tiempo reforma aquellos principios con los cuales se dieron origen a las investigaciones para perfeccionar las cualidades de este cultivo. Los grandes exponentes en el mercado, tales como: Malasia e Indonesia, promueven una mayor investigación evaluando adecuadamente la problemática que aqueja el desarrollo de esta planta; no obstante, el mercado y la búsqueda de respuestas a encontrar un cultivo eficiente con mayor productividad y sin la pudrición del cogollo (PC) en la palma de aceite ya que es una de las enfermedades que elimina por completo un cultivo. (Hasan 2016).

Según Rubio (2010), Colombia ha sido exploradora en la siembra de Palma de aceite en América, pero este liderazgo puede verse amenazado por enfermedades invasivas que afectan el cultivo, como la enfermedad de la Pudrición del cogollo (PC), que incide directamente en pérdidas económicas a los productores, debido a su efecto directo sobre la producción y la rentabilidad del cultivo. El país cuenta con cuatro zonas principales dedicadas a la producción e investigación, la primera de estas es la Oriental (Paratebueno, Cundinamarca), la segunda es la Occidental (Tumaco, Nariño), la tercera es Norte (Santa Marta, Magdalena) y por último se encuentra la zona central que es (Barrancabermeja, Santander), la cual comprende el centro de investigación la Vizcaína donde se adelantan

investigaciones de materiales resistentes en variedades de Camerún a PC. (Ayala et al Romero 2017) Según Fedepalma y Cenipalma, para el año 2017 se contaban con aproximadamente 500.000 hectáreas sembradas en las cuatro zonas, lo cual quiere decir que su consumo y extensionismo han generado ganancias para el sector y para la calidad de vida de aquellas personas que hacen usos de sus beneficios primarios y secundarios Palma sana (2016).

La PC está presente en todas las zonas palmeras del país, y en la mayoría de los casos es responsable de las pérdidas totales como se muestra en la tabla 2. En Una intervención oportuna de la enfermedad por parte de los palmicultores, se convierte en la mejor estrategia de manejo; sin embargo, ésta debe ser establecida a nivel regional, para obtener mejores resultados de control y producción agrícola del cultivo (Rubio 2010)

Tabla 1: pérdidas de cultivares por la PC

Zonas	Area perdida por PC	Perdidas economicas
Central Barrancabermeja	37.900 ha	2,3 Billones
Norte Santa Marta	2.00 ha	141 Mil millones
Magdalena	700 ha	50 Mil millones
Oriental Llaneros	3.850 ha	272 Mil millones
Suroccidental Tumaco	35.200 ha	3.1 Billones

Revista palma sana 2016

Cenipalma, a lo largo de su historia, ha generado estudios basados en las principales afecciones que llega a tener los cultivos de palma en Colombia, ya sean de nivel Entomológico, Fitopatológico o Biológico. Cenipalma y Fedepalma ha realizado estudios que demuestran que las mejores posibilidades de tener buenos resultados en el manejo de la enfermedad se inician con el reconocimiento temprano de sus síntomas. En palmas de vivero y en las recién trasplantadas al sitio definitivo se debe poner en práctica la evaluación de la flecha más joven con más de 30 cm de largo, para verificar su sanidad o evaluar el grado de severidad de la PC (Ariza et al., 2008; Martínez, 2008a; Martínez y Torres, 2007, 2008; Sarria et al., 2008b), toda vez que, de este grado de severidad dependen las medidas a implementar. A medida que las palmas alcanzan una mayor altura es necesario identificar los síntomas que se presentan en las hojas más jóvenes, que se

caracterizan por la necrosis de los ápices de los folíolos afectados, cuando la lesión es muy reciente, o por el llamado “mordisco”, que corresponde a la ausencia de estos ápices, porque el tejido ya se ha desprendido. Cuando se observa este síntoma se justifica examinar las flechas de la palma afectada, para determinar el grado de severidad en la flecha más joven, siguiendo el procedimiento utilizado en las palmas jóvenes (Martínez, 2008). La cartilla técnica Manejo integrado de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite, (Martínez; et al; Grency A – 2009 año) brinda un material didáctico con instrucciones precisas para interpretar adecuadamente la información disponible sobre la PC y de esta manera permite al personal capacitado tomar decisiones de diagnóstico y tratamiento más acertadas. Se considera a *Phytophthora palmivora* como el agente causante de las lesiones iniciales (Sarria et al, 2008a, Sarria, et al, 2008b), posteriormente los tejidos son colonizados por hongos y bacterias que continúan con el proceso de descomposición y pudrición de los tejidos en el cogollo de la palma (Vélez, et al, 2008). El objetivo de esta investigación es determinar fuentes de Resistencia en la colección biológica de Camerún a través de diferentes metodologías mediante evaluaciones de incidencia y severidad de estos y analizar su comportamiento según el porcentaje de daño que estas lleguen a presentar.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Identificar genotipos de palma de aceite *ELAEIS GUINEENSIS* de la colección biológica de Camerún resistentes a *PHYTOPHTHORA PALMIVORA* agente causal de la pudrición de cogollo (PC)

4.2 Objetivo específico

- Validar la técnica de inoculación y de diagnóstico molecular de *P. PALMIVORA* en palmas de vivero pertenecientes a la colección biológica de Camerún.
- Realizar un Tamizaje de genotipos de la colección biológica de Camerún (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ)
- Describir el conjunto de actividades complementarias realizadas en la ejecución del objetivo general

5. Marco teórico

Fenología y Fisiología de la palma

El ciclo de vida de los individuos en una población consiste en una serie de estadios morfológicamente reconocibles, producidos en forma cronológica hasta la muerte y caracterizados por la adquisición o pérdida de ciertas estructuras propiedades, algunos cambios morfológicos, anatómicos, fisiológicos y bioquímicos que ocurren durante su desarrollo. (Fedepalma, 2016)

Las palmas se desarrollan en las áreas tropicales y subtropicales, presentando un crecimiento continuo e ininterrumpido con diferentes tasas de crecimiento de acuerdo con las condiciones ambientales (Drasfiendl &Uhl, 1998; Diana hernández, 2012)

El ciclo de vida comienza con el desarrollo del embrión, el rompimiento de la dormancia y germinación de la semilla; posteriormente, los cambios entre una fase y otra involucran variaciones en el tamaño, forma del tallo y de las hojas y finalmente, la producción sucesiva de inflorescencias y frutos. (Corley & Tinker, 2003)

En la fase del establecimiento, que empieza desde la plúmula, los entrenudos gradualmente incrementan su diámetro; en cuanto a la longitud, al inicio estos son cortos y luego, se alargan dando una apariencia de cono invertido a la base del tallo y al final, se establece el tamaño en la etapa de maduración del individuo. (Corley & Tinker, 2003)

A diferencia de la mayoría de las monocotiledóneas, las palmas presentan un crecimiento secundario difuso que les permite incrementar el diámetro del tallo mediante un aumento en el tamaño o el número de las células de parénquima y los haces vasculares, lo que hace que tenga un aspecto fibroso. (Corley & Tinker, 2003)

Condiciones edafoclimatológicas de la Palma de Aceite

Las mejores condiciones para su desarrollo se encuentran en regiones con clima tropical húmedo, también tiene buena adaptación en regiones del trópico subhúmedo con el auxilio de riego. Las condiciones óptimas se encuentran cerca del ecuador con un límite a 17° de latitud norte, sin embargo, existen plantaciones a los 18° de latitud norte con rendimientos de 20 toneladas de RFF (Racimo de Fruto Fresco) por hectárea (Fedepalma, 2016).

Precipitación

Se requiere de más de 1,800 milímetros de lluvia bien distribuida durante el año, con al menos 150 milímetros cada mes. En la medida que la temporada de seca se prolongue, la producción disminuye y la distribución mensual se hace irregular (Fedepalma, 2016).

Suelos

Los suelos deben ser planos o ligeramente ondulados, ya que pendientes mayores al 12 por ciento exponen el suelo a erosión y los costos de producción se incrementan por requerir más caminos, terrazas o curvas de nivel, y se dificulta el manejo. El suelo debe ser fértil, con un horizonte superficial de 80 a 120 centímetros, de textura franca y un subsuelo arcilloso no pesado que retenga humedad. Los suelos con estas características pueden abastecer de agua y nutrimentos al cultivo, pero los suelos someros, poco profundos o con drenaje deficiente, reducen la capacidad de producción de la palma. Los suelos arenosos (texturas gruesas) no son recomendados, ni los extremadamente arcillosos. Para la siembra de palma se recomiendan los suelos tropicales de mayor fertilidad como los aluviales jóvenes asociados a vega de río. Sin embargo, también se pueden utilizar los abundantes suelos ácidos, antiguos, de menor fertilidad, donde la aplicación de fertilizantes químicos es una práctica necesaria. (Fedepalma, 2016).

Morfología de la palma de aceite

La palma de aceite tiene un solo punto de crecimiento o meristemo apical del cual se origina una secesión continua de yemas foliares (Henry, 1955; Diana hernández, 2012). El desarrollo de las hoja inicialmente es muy lento, por lo general, toma de dos a tres años desde la iniciación hasta que se abren los foliolos en el centro de la corona. Si las condiciones ambientales son favorables estas hojas se abren y otra, llamada flecha, se elongada y toma su lugar. (Corley & Tinker, 2003 ; Diana hernández, 2012)

Las principal característica de la palma de aceite es que posee un tallo único de tipo pleonástico, lo que significa que las inflorescencias aparecen en las axilas de las hojas y se producen a medida que la planta continua con su crecimiento vegetativo (Adam, 2005; Diana hernández, 2012) El estúpite es erecto y en el permanecen las bases peciolares de las hojas hasta la etapa adulta, estas, al caer, dejan al descubierto cicatrices amplias que permiten apreciar los entrenudos (Dransfield, 2008).

Esta especie produce inflorescencias femeninas y masculinas en la misma planta en ciclos alternados, con una variable, dependiendo de las condiciones genéticas y ambientales. El Desarrollo inicial de una inflorescencia toma de dos a tres años tiempo en el cual esta se encuentra totalmente cubierta por hojas (Diana hernández, 2012).

La antesis de la inflorescencia femenina ocurre en la hoja 17-20 y el desarrollo del racimo hasta la etapa de madurez puede tomar de 4.5 a 6 meses. El racimo maduro puede alcanzar más de 50 cm de largo y 35 cm de ancho, está constituido por los tallos de las espiguillas donde se insertan los frutos y espigas (Corley & Tinker, 2003)

El fruto

En el ovario de la flore femenina solo uno de los óvulos de los tres carpelos es fecundado mientras que los otros desaparecen, en este momento se produce la doble fertilización y se da inicio a la formación del fruto y, posteriormente, a la semilla. (Corley & Tinker, 2003)

El fruto de la palma de aceite es una drupa sésil cuya forma puede ser esférica, ovoide o alargada y algo abultada en el ápice; en longitud varía alrededor de 2 a 5 cm o más (Corley & Tinker,

2003), cuyo mesocarpio es excepcionalmente rico en aceite (80% de masa seca), haciendo de esta especie la de mayor rendimiento de aceite en el mundo (Diana Hernández, 2012).

El fruto es una drupa sésil que tiene forma esférica, ovoide o alargado. El pericarpio está conformado por el exocarpio, mesocarpio y endocarpio, este último rodeado a la almendra (Diana Hernández, 2012). La paraciencia externa de los frutos varía considerablemente durante el proceso de desarrollo, la coloración más común es violeta oscuro en el ápice y verde amarillento en la base antes de la maduración y se denominan (Nigrescentes); otro tipo menos común es aquel en que los frutos tienen tonalidades verdes antes de la maduración (Virescentes). De acuerdo al grosor del cuesco se clasifican en Dura (grosso), Tenera (delgado) Pilífera (sin cuesco) (figura 6) (Corley & Tinker, 2003)

El fruto está conformado por el pericarpio, que consta del exocarpio o epidermis el cual es liso, duro y brillante. El mesocarpio o pulpa es de color amarillo-anaranjado, cuyo parénquima es rico en aceite, el endocarpio o cuesco que protege la almendra, es duro, esclerificado de color marrón oscuro a negro, su consistencia y grosor es una característica varietal y, finalmente se encuentra el endospermo que ocupa toda la cavidad del endocarpio. (Corley & Tinker, 2003)

El endospermo está compuesto por el tegumento, albumen y el embrión. El tegumento es delgado y adherido al albumen, que es cartilaginoso y rico en aceite “aceite de palmiste”, en cuyo centro hay una hendidura a cavidad central. El embrión es lineal de 4 a 5 milímetros de longitud, alojado en una pequeña cavidad del albumen. (Corley & Tinker, 2003).

Variedades

Con base en las características del fruto se distinguen tres grupos de variedades.

Dura: Se caracteriza por tener frutos con una semilla de cáscara gruesa, y poco mesocarpio o tejido aceitoso. Con estas variedades se establecieron las primeras plantaciones en el mundo. (Dransfield, 2008)

Pisíferas: Este grupo produce frutos que no forman semilla y generalmente no alcanzan la madurez, pero son altas productoras de polen para realizar cruces. (Dransfield, 2008)

Tenera: Son híbridos producto de la cruce de Dura x Pisíferas (D x P), que producen frutos con una semilla de cáscara con grosor intermedio y abundante producción de mesocarpio. Actualmente, las variedades Tenera son universalmente usadas en las plantaciones comerciales. (Dransfield, 2008)

Colección biológica de Angola

Cenipalma en convenio con el Instituto Nacional del Café (INCA) de la república de Angola, hicieron colectas en zonas contrastantes y representativas en donde la palma de aceite se encuentra en forma espontánea. Con el fin de obtener gran parte de la variabilidad genética de este país para mejorar la base genética de las poblaciones actuales que confieren mayor estabilidad ante factores adversos. Esta colección está distribuida en 20 poblaciones, 38 familias y 4876 entradas.

Este germoplasma fue establecido en sitio definitivo en el año 2006.

Colección biológica de Camerún

Se identificaron cuatro zonas agroecológicas con 21 localidades en donde se colectaron 74 accesiones de las cuales 78% correspondió a frutos tipo Dura, 22% a frutos tipo Ténera; 88% de color de fruto Nigrescens y 12 Virescens.

Con base en las condiciones climáticas, la vegetación, los suelos y la altitud, Camerún se divide en cinco zonas agroecológicas en donde se realizaron las colectas en campo. De cada racimo (accesión) se seleccionaron 300 semillas las cuales se despulparon y se trataron con una muestra de fungicida – insecticida. Cenipalma obtuvo 100 semillas de cada accesión para un total de 7400 semillas (Marcela, Moreno, Daza, & Jaramillo, 2011).

Generalidades de *Phytophthora spp*

Este patógeno pertenece al reino Straminipila (Cromista) y posiblemente tiene su origen en el trópico americano. Temperaturas entre 27 y 30 grados centígrados, alta humedad relativa y baja radiación solar favorecen su desarrollo. En las diferentes zonas palmeras de Colombia la enfermedad ha devastado miles de hectáreas. Sin embargo, la incidencia y la severidad non es la misma en todas ellas y existen claras evidencias de nuevas emisiones de hojas y recuperación de las palmas enfermas, en algunos casos. (Ayala 2018)

El control de la Pudrición del cogollo (PC) se inicia con la adopción de buenas prácticas de manejo agronómico y con el diagnóstico temprano, desde la etapa de vivero, evaluando los síntomas en la flecha más joven, utilizando la Escala de Severidad desarrollada por Cenipalma en 2008 y continúa con el tratamiento oportuno de las plantas enfermas, la erradicación de las palmas en estados más avanzados de la PC y la prevención del ataque de *Rhynchophorus palmarum* y otros insectos, que pueden estar actuando como diseminadores del agente causal de la enfermedad.

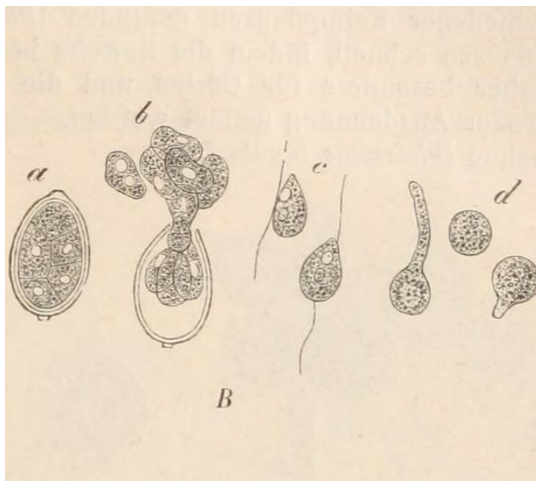


Imagen 1: *P. Infestans*

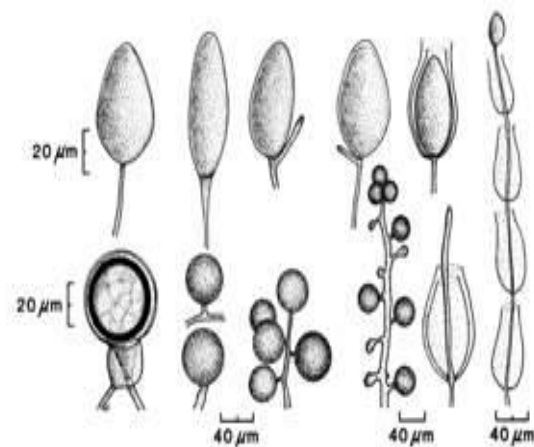


Imagen 2: *P. cinnamomi*

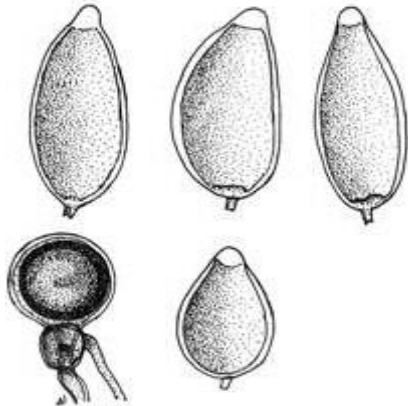


Imagen 3: *P. palmivora*

Tomado

de: <http://www.phytophthoradb.org/species.php?a=dv&id=10353&p=1&l=200&sv=&sf=&opt=0>

Kurd Lamour, 2013

Clasificación Taxonómica

Dominio: Eucarya

Reino: Chromista

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Peronosporaceae

Género: Phytophthora

Especie: *P. Palmivora*

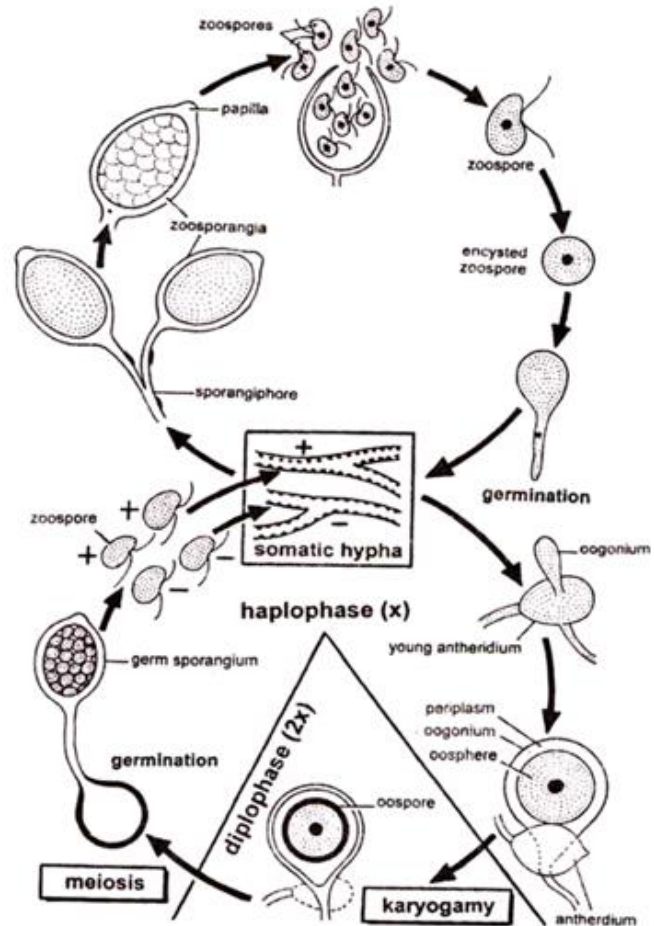


Imagen 4: Reproducción del patógeno

Tomado de: <http://www.biologydiscussion.com/fungi/phytophthora-habitat-symptoms-and-reproduction-mastigomycotina/23932>

➤ **Material vegetal**

El material vegetal utilizado para este estudio proviene de cruzamientos realizados en parte de la colección ex situ de Camerún, ubicado en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaína (Barrancabermeja, Santander, Colombia).



Figura 1. Mapa de la República de Camerún donde se muestra la localización de las seis regiones geográficas donde las semillas de palma de aceite fueron colectadas. (a) Abong-Mbang, (b) Edea, (c) Obala, (d) Ebolowa, (e) Bafang y (f) Mankim.

Los cruzamientos generados tienen como objetivo evaluar las diferentes familias que conforman la colección de Camerún en búsqueda de fuentes de resistencia a la enfermedad Pudrición de Cogollo (PC), el plan de cruzamientos se inició a partir de junio de 2016. El registro y trazabilidad de los cruzamientos se realiza mediante el software Geopalma®, para el seguimiento, los racimos y la semilla se marcaron con etiquetas con códigos QR generadas con impresora láser tipo Zebra ®. Se utiliza los códigos QR como una herramienta en el programa de mejoramiento de Cenipalma para la sistematización de los procesos, donde la legitimidad de los cruzamientos, la confiabilidad de los datos y el seguimiento al desarrollo de los materiales mejoran sustancialmente.

Para este proyecto se pretenden buscar fuentes de resistencia en la colección biológica de Camerún (*E. GUINEENSIS*) mediante inoculaciones controladas de *Phytophthora palmivora* en etapa de vivero.

Fase de pre-vivero:

Para llegar a la etapa de pre-vivero, las plantas deben pasar por varias fases fenológicas de crecimiento que van desde el desarrollo de plúmula y radícula (estadio 001), hasta el desarrollo de hojas lanceoladas sin abrir (estadio 100).

El área del pre-vivero está cubierta por una polisombra del 80% para facilitar el proceso de adaptación a las condiciones ambientales. Las plántulas se dispusieron en camas de 1,2 m de ancho por 10,5 m de largo (12,6 m²) con lo que se tendrá una densidad de 84 plántulas por metro cuadrado. Entre las camas se dejaron calles de 0,6 m de ancho. Cada cruzamiento necesitará 1,2 m² para el arreglo de 100 palmas.



Figura 2: Fase de pre-vivero, riego manual y densidad de población Duarte. 2018

Fase umbráculo:

El diseño experimental propuesto es en bloques completos al azar donde se van a evaluar 45 tratamientos (Camerún x Tester), distribuidos en tres bloques, la unidad experimental fue de 10 palmas. Acompañado de un bloque de 2 unidades experimentales por tratamiento que servirá como testigo lo que da un total de 1874 plantas en etapa de vivero. A continuación, se representa el esquema bajo el cual se trabaja.



Figura 3. Código QR impreso para identificación de material vegetal Duarte 2018

Trasplante desde pre-vivero a umbráculo:

Posterior a la etapa de pre-vivero, bajo el cuidado necesario con polisombra, riego y nutrición, las palmas se establecieron a orilla del umbráculo para organizarlas de manera correcta siguiendo los parámetros del diseño experimental.



Figura 4.Trasplante a bolsas de vivero. Duarte 2018



Figura 5. Transplante completado Duarte 2018

Fase de establecimiento:

Para el total de 1874 plantas se dividió el umbráculo por naves (180 plantas/nave) conforme a la estructura pre-establecida para organizar el diseño experimental de forma adecuada marcada con los códigos QR de cada repetición de cada uno de los tratamientos.



Figura 6: Establecimiento del proyecto finalizado en fase de umbráculo. Duarte 2018

Las condiciones ambientales del umbráculo para favorecer la presencia del patógeno y desarrollo de la planta son de alta humedad relativa la cual debe permanecer por encima del 80%, por tal motivo existe un sistema automatizado de nebulizadores (154) con un potencial de presión de 60 psi que se activan cuando la humedad relativa está por debajo del 80% y/o la temperatura supera los 36°, un sistema de riego por goteo con capacidad de

90 goteros por surco a una estimación de 2 L/hora/gotero, se enciende con una frecuencia cada 12 horas (6 a.m. y 6 p.m.) durante 15 minutos

Descripción de manejo del cultivo:

Dentro del umbráculo hay hileras de plantas de 150 cm de longitud, que se ubican a unas distancias de 0,50 m entre plantas para un total de 30 plantas por cada surco y como se utilizó+ surco triple, pues da una totalidad de 40m para un total de 20 surcos triple pues da una totalidad de 90 plantas por nave. Una distancia entre surcos de 2m en un ancho total de umbráculo de 40m para un total de 20 surcos triples y una capacidad de 1874 plantas en un área de 648 m²

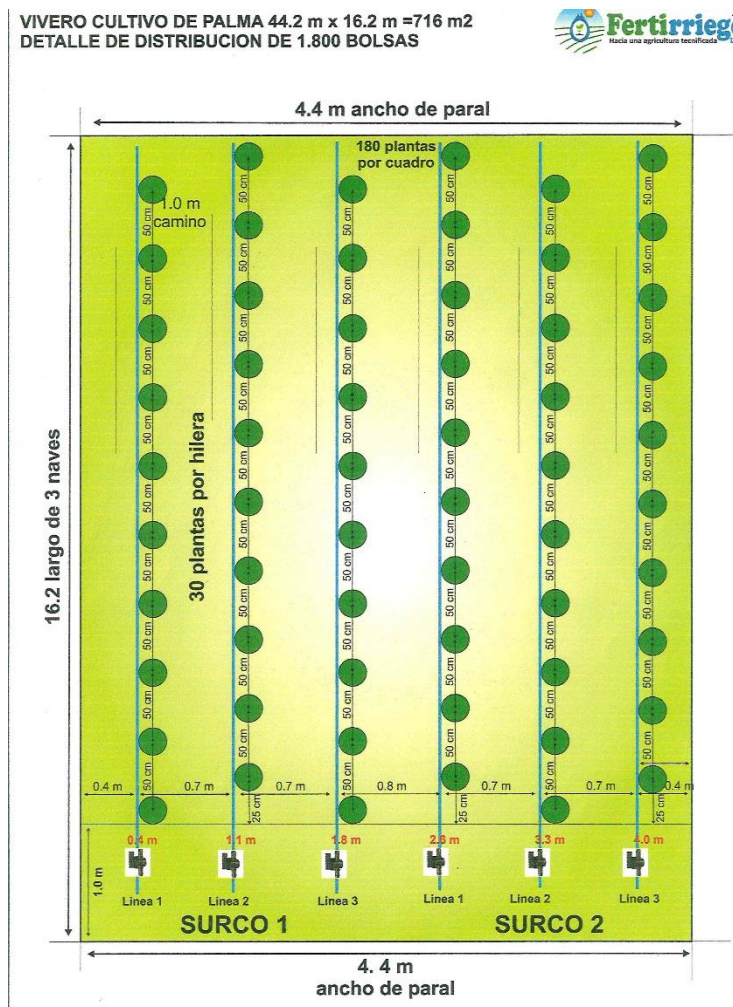


Figura 7. Distribución de plántulas dentro del umbráculo. Cristian Bayona 2018

Incluyendo el sistema de riego por microgotas de nebulización, hay una distancia entre líneas de nebulización de 2,7cm y una distancia entre nebulizadores de 2cm, es decir que en total hay 23 nebulizadores/línea.

En 7 líneas hay un total de 154 nebulizadores que cubren la totalidad del umbráculo y un caudal de riego con potencial de 3542 litros/hora.

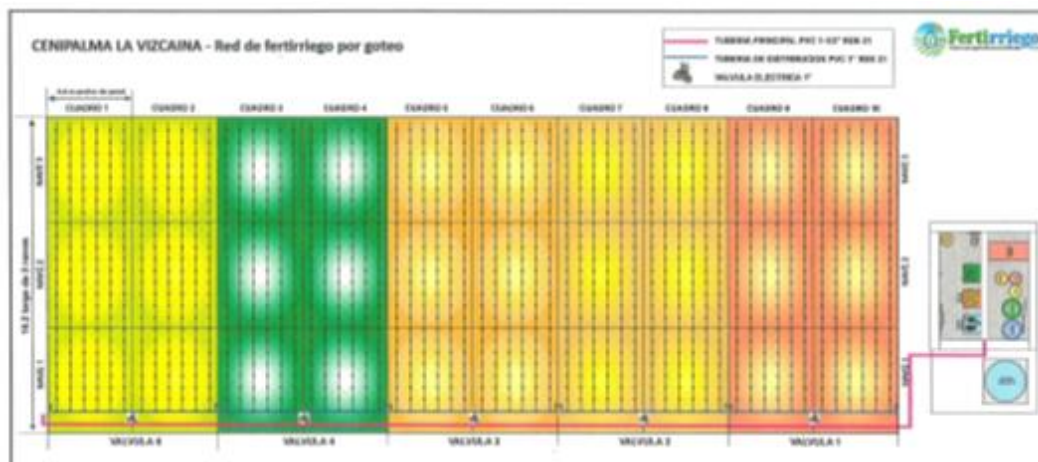


Figura 8: Distribución del sistema de ferti riego. Cristian Bayona 2018

El sistema de riego va alimentado desde una caseta de 2 tanques con capacidad de 1000 litros c/u (Tanque A y tanque B), 3 tanques para preparado de ferti riego con capacidad de 250 litros c/u (Tanques A, B y C) un sistema de filtrado para impurezas macro, un sistema de bombeo con capacidad de 3600 litros/hora y un tanque de reserva de 15000 litros.

CENIPALMA LA VIZCAINA
Distribución de equipos en Caseta sistema de riego

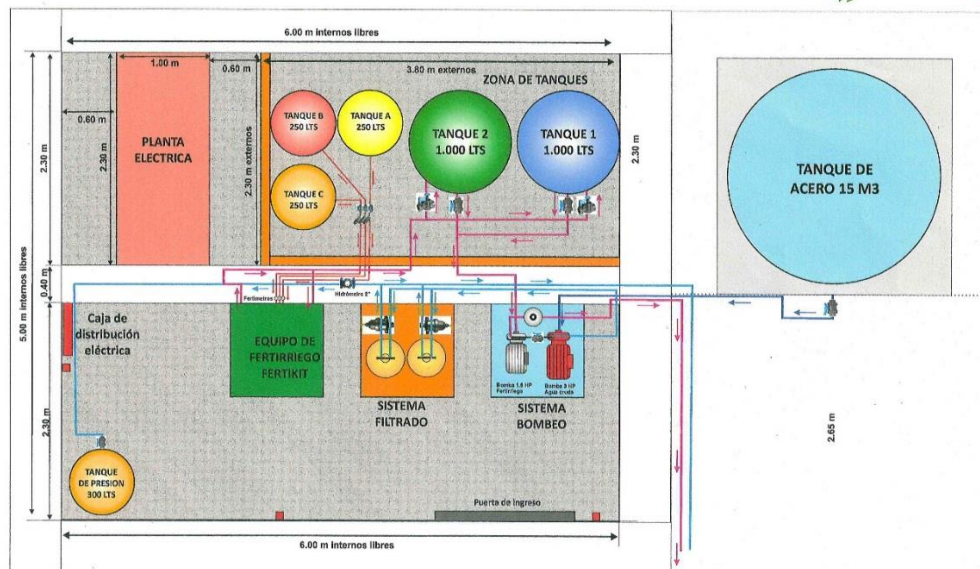


Figura 9: Descripción de caseta con sistema de ferti riego. Cristian Bayona 2018

Para la etapa 1 en la que se encuentra el cultivo se tiene determinado un plan de fertilización que se muestra a continuación, aplicado en los tanques A, B y C con capacidad de 250 litros c/

Tabla 2. Descripción de plan de ferti riego en etapa 1.

	Fertilizante	Cantidad a aplicar en tanque (Kg)
	Nitrato de calcio + Magnesio	16,57
	Sulfato de Magnesio técnico	15,15
	Phosplant 0-52-34	15,15
Tanque A	Multi N-P-K Nitrato de potasio	2,00
	Urea agrícola	10,15
	Cosmoquel Fe	1,04
	Cosmoquel Mn	0,52

	Cosmoquel Cu	0,31
	Cosmo ion Boro	0,16
	Cosmoquel Zn	0,31
	Sulfato de Magnesio técnico	15,15
	Phosplant 0-52-34	15,15
	Urea agrícola con Azufre 6%	10,15
Tanque B	Cosmoquel Fe	1,04
	Cosmoquel Mn	0,52
	Cosmoquel Cu	0,31
	Cosmo ion Boro	0,16
	Cosmoquel Zn	0,31
Tanque C	Ácido fosfórico	1,00

Condiciones climáticas: De acuerdo al registro de la zona, las temperaturas más altas se encontraron en el rango de los 37 °C y más bajas con 23 °C, lo que da un diferencial de temperatura de 14 °C entre día y noche o primeras horas de la mañana, y tal comportamiento se refleja en estrés de plantas a plena exposición sobre todo en el mes de febrero que la nubosidad fue muy baja y tuvo las mayores temperaturas para incidir directamente en el establecimiento de las plántulas dentro del umbráculo.

Hora adecuada para inocular las palmas

Para tener en cuenta al momento adecuado de realizar la inoculación con el patógeno, que en este caso arroja un momento oportuno entre 7:30 p.m. y 6:00 a.m. El hospedante (susceptible), el patógeno (virulento) y favoreciendo las condiciones ambientales que deben permanecer juntos en el tiempo suficiente para que se cumplan los requisitos del tetraedro de la epidemia y cause daño. (Castaño Zapata, 2002) .

Fase de inoculación del patógeno:

Para la inoculación hasta el momento existen pruebas piloto en otras plantas experimentales para medir la presencia de la infección por distintos métodos, por ende, es necesario revisar las condiciones apropiadas para que la enfermedad exprese todo el potencial patogénico: Medio ambiente (Favorable), hospedante (susceptible) y patógeno (Virulento).

Una de las características más distintivas es la producción de zoosporas producidas en esporangios. El flagelo anterior de una zoospora es de tipo pincel, mientras que el flagelo posterior es de tipo látigo.

A pesar de la carencia de pared celular, las zoosporas mantienen consistencia y flexibilidad en su forma. Las zoosporas se encuentran inmersas en películas de agua en la superficie de las hojas, en agua en el suelo, en medios hidropónicos y en cuerpos naturales de agua (Fry et al Grünwald, 2010).

De acuerdo a lo anterior, las condiciones climáticas dentro del umbráculo deben mantener el medio ambiente favorable para el patógeno donde la humedad relativa mantenga por encima del 80% y la temperatura no sobrepase los 36°C.

Los síntomas de la pudrición de cogollo son variables según las condiciones de clima y suelo, la resistencia genética de la palma y posiblemente por el patógeno involucrado. Los síntomas externos más comunes son: pudrición de flechas, clorosis, moteado, amarillamiento, hoja quebrada y hoja pequeña o corta. No existe un síntoma inicial ni una secuencia u ordenamiento en la aparición de éstos; cada síntoma puede presentarse sólo o combinado con los demás y no todos inducen la pudrición del cogollo.(Nieto, 1993).

Estandarización de las inoculaciones en el Umbráculo

La preparación de *P. palmivora* para las pruebas de estandarización de la inoculación se lleva a cabo en el Campo Experimental Palma de la Vizcaína (CEPV) de la zona central palmera (Barrancabermeja), los aislamientos fueron desarrollados utilizando protocolos del grupo de Biología y mejoramiento de Cenipalma y posterior a ello elegir el que presente mayor escala de incidencia y severidad para la inoculación de los 45 códigos con sus respectivas repeticiones.

Toma de PH al sistema de riego del Umbráculo

La toma de agua presentó complicaciones en cuanto a pH y el agua utilizada para riego fue alta en concentraciones de sales, haciéndola agua dura y presento pH de 8,6 lo que no es adecuado para el crecimiento correcto de las plantas.

Se revisó que el agua proviene de pozos y acuíferos de la zona y debido a la temporada seca que hubo en febrero puede verse que las anomalías están todas ubicadas en aljibes y pozos poco profundos, situados en la zona de depósitos resientes del Río Magdalena. Se ve la fuerte relación que tiene la recarga del río en el comportamiento de los acuíferos superficiales: las concentraciones de Ca, Fe, Mn y la dureza son similares a los del río y su valor descende, cuando se extraen agua de pozos profundos. (VÉLEZ, 2001)

Lo anterior corresponde a la salinidad que se tuvo al principio y generó un daño importante en la población general de plantas, para lo que se utilizó un regulador de pH (Cosmo aguas) para disminuir el problema lo más rápido posible, pero no como solución definitiva.

6. Marco Conceptual

Apoptosis: Es un proceso molecular que se produce en el interior de las células y cuya finalidad es la muerte de la propia célula

Plog sin herida: Se coloca un disco de micelio de la caja Petri en la parte basal de la hoja flecha con la ayuda de una pipeta Este ensayo se realizó en seis repeticiones para el cruzamiento C y cinco repeticiones para el cruzamiento D, se empleó una palma control para cada uno de los cruzamientos, la metodología de inoculación fue plug sin herida de medio V8/Zanahoria

Plog con herida: Se realizó un corte horizontal a la hoja flecha en la parte basal extrayendo una pestaña de tejido con ayuda de una cuchilla, posteriormente con una pipeta se extrajo un disco de micelio de la caja Petri, el plog se colocó entre el corte y la pestaña de tejido de la flecha (hoja negativa no abierta) a inocular, finalmente se presiona el micelio para fijar el plug en la parte inferior de la flecha. Para este ensayo se realizó en seis repeticiones para cada cruzamiento C y D, se empleó una palma control para cada cruzamiento la cual se inoculó con el medio V8 / Zanahoria por medio del plug con herida (sin *P. palmivora*).

Foliolo: Se seleccionaron los folíolos de las hojas negativas de palmas de aceite, se cortaron fragmentos y se dejaron en cámaras húmedas, se realizó la inoculación de 20 µL de la solución de zoosporas a 2'000.000 zoosporas/mL, en la parte media del folíolo. Los folíolos inoculados se dejaron de 3-4 días en las cámaras húmedas, posteriormente para realizar la inoculación de las palmas del umbráculo, se tomaron dos folíolos colonizados por *P. palmivora* y se introdujeron entre la hoja flecha y la hoja uno hasta el fondo, dejando el inóculo lo más cercano al cogollo, finalmente las dos hojas se unieron con una cinta, esta se retiró en la primera revisión.

Tester: El cruzamiento es un polen resistente al PC

Tamizaje de genotipos: Mediante el tratamiento seleccionado de los tres métodos que se van a evaluar, el de mayor favorabilidad, busca analizar a cabalidad las variables que este pueda presentar mediante el tiempo de estudio, de acuerdo a los resultados anteriores que se tienen conocimiento en el centro de investigación la Vizcaína (CEPV)

Activación invitro: Permite propagar el patógeno *P. Palmivora*, mediante un cultivo invitro, a través de un medio catalogado como V8, ofreciendo la activación adecuada para reproducirse y multiplicarse. Y mantener vivo el patógeno

Censo de anomalías: Evaluar palma a palma que enfermedades, o desarrollo presenta la palma para cumplir su progreso

Cybertracker: es un software de una empresa sudafricana sin fines de lucro, Cybertracker, que desarrolla soluciones de captura de datos de mano. El software se desarrolló por primera vez como una forma de permitir que los rastreadores de animales analfabetos comuniquen sus observaciones ambientales.

Geomántica: Es una disciplina que engloba las Geociencias con la integración y aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Esta suma de Geociencias + TIC hace posible la captura, procesamiento, análisis, interpretación, almacenamiento, modelización, aplicación y difusión de información digital geoespacial o localizada, aplicable en los ámbitos de la ingeniería, el territorio y la sociedad.

Dispositivos móviles: Es un pequeño dispositivo de computación portátil que generalmente incluye una pantalla y un método de entrada (ya sea táctil o teclado en miniatura). Muchos dispositivos móviles tienen sistemas operativos que pueden ejecutar aplicaciones. Las aplicaciones hacen posible para los dispositivos móviles y teléfonos celulares se utilicen como dispositivos para juegos, reproductores multimedia, calculadoras, navegadores.

7. Diseño metodológico

El presente proyecto se está realizando en el campo experimental palmar de la vizcaína de la corporación centro de investigación de la palma de aceite – CENIPALMA, el cual se encuentra ubicado en el Km. 32 Vía la Lizama, Corregimiento Peroles, Troncal del Magdalena Medio con coordenadas de latitud 6°59'1.76"N y longitud 73°42'21.31"O. El lugar cuenta con una precipitación anual de 2693 mm, una temperatura promedio de 29.3° C, un brillo solar de 2027 horas año y una humedad relativa del 72 al 77% (Fedepalma, 2008).



Figura 10. Campo Experimental la vizcaína

- Altura: 102 msnm
- Precipitación promedio por año: 26.93 mm
- Temperatura promedio: 29.3°C
- Brillo Solar: 2027 horas/ año
- Humedad Relativa: 72% y 77% (Fedepalma et al Ángel 2008)

Vivero

1. Propagación

Para la selección de material de propagación en palma, es súper importante contar con una buena calidad, y con altos rendimientos en aceite, de tal modo que se convierta el cultivo rentable, si se llega a utilizar semilla esta debe ser debidamente certificada, y cumpliendo con las siguientes características:

- ❖ Alto grado de pureza (mayor al 95%)
- ❖ Porcentaje de germinación superior al 85%
- ❖ Alta productividad en racimos
- ❖ Alta tasa de extracción de aceite del orden del 25%

2. Pre-vivero

El pre-vivero es el lugar donde se reciben semillas germinadas y posteriormente se siembran, por lo general en bolsas pequeñas y a la sombra. Es recomendable mantenerlas por un periodo de 70 a 90 días. En su primera etapa de germinación de las palmas se busca proporcionarles protección posible, a los menores costos, tener mejor facilidad de manejo, efectiva evaluación sanitaria, la fertilización, el riego y el impacto de los factores climáticos extremos que se puedan presentar. De igual forma se busca evitar llevar semillas defectuosas o fallidas al vivero y minimizar la inversión en dichas plántulas, que el pre-vivero muestren características fenotípicas y genotípicas poco deseables. Las bolsas que se utilizan son de color negro y están perforadas con pequeños orificios de 0.5 cm de diámetro. De alto es de 15 a 18 cm de alto aproximadamente de 13 a 16cm de ancho tiene un calibre de 0.01 cm.

Se han identificado genotipos resistentes de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq de la colección biológica de Camerún a *Phytophthora palmivora* agente causal de la pudrición de cogollo (PC) mediante inoculaciones controladas en etapa de vivero”.

Material de inoculación: *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*

Se utilizó el cultivo del aislamiento de *Phytophthora. Palmivora* PCZc145 (IAVH - CPPhZC-05) colectado en Puerto Wilches (Santander), reportado ante el Instituto Alexander von Humboldt, en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas. El aislamiento se mantiene en medio V8 clarificado.

Diseño del experimento

Se emplearon las siguientes metodologías:

1. Foliolos, donde se pone entre la flecha más joven un trozo de folíolo infectado de *Phytophthora palmivora* y se amarra con cinta la flecha que está al frente para que el patógeno ingrese a la palma a comer tejido joven hasta infectar la palma y ocasionar PC. (pudrición del cogollo).
2. Plog sin herida, se trata de poner un bocado o disco que está compuesto de V8 en medio de la flecha más joven de la palma, y con un palillo se esparza para que el patógeno inicie a infectar la palma.
3. Plog con herida, se realiza una inquisición o herida a la flecha más joven se pone el disco o bocado, infectado con V8 que es el medio donde se mantiene el patógeno, y con los días se va a observar si afecto o no la palma

Marcación del umbráculo

Previo a la inoculación, se realizó la marcación de las palmas, empleando una codificación, para lograr identificar qué tipo de técnica se empleaba en cada uno de los cruzamientos existentes en el Umbráculo. Siendo así se ataron cintas plásticas de colores a cada palma para saber con qué metodología se está trabajando en dicha palma para posterior evaluación. Cada color de la cinta representa

- El color rosado representó el tratamiento aspersión de zoosporas con herida,
- El azul para aspersión de esporangios con herida,
- El blanco para aspersión de zoosporas sin herida,
- El verde para aspersión de esporangios con herida (debido a que el patógeno no alcanzó para inocular las palmas se omitió este tratamiento).
- El color Naranja identifica que se usó para la inyección de zoosporas, el morado como inyección con esporangios, amarillo plog con herida
- Y finalmente el color verde aguamarina para plog sin herida.

Finalmente al ver los resultados de los anteriores métodos tales como aspersión de zoosporas con herida, esporangios con herida, zoosporas sin herida, inyección de zoosporas, inyección con esporangios, plog con herida, y plog sin herida, dichos tratamientos no fueron efectivos se decidió hacer una nueva inoculación pero solo con tres metodologías que son Plog sin herida plog con herida y Folíolo

- El color blanco en esta evaluación son los Controles,
- El color amarillo represento la metodología del folíolo,

● El color azul para Plog sin herida,

● El color rojo fue Plog con herida

En el momento de analizar los datos tomados durante la evaluación de resistentes o susceptibles, a los ejemplares Camerún y Angola. El método que mejor resultado dio en la inoculación fue con Folíolo infectado con *P. palmivora* en los tejidos más tiernos y causando enfermedad en la palma, ya que con este método no se hace un corte a la hoja flecha en la parte basal con una cuchilla, por tal motivo es que se decide infectar las 1874 palmas entre Angolas y Camerún, garantizando así que si se infecten con *Phytophthora palmivora*. Este método es conocido porque se ha venido realizando casi en 11 inoculaciones, y el Plog sin herida no fue seleccionado, porque en el análisis no se mantuvo constantemente las lesiones en la palma, algunas veces aparecía sana, y en la siguiente inoculación con el mismo método “Plog sin herida” estaba enferma esto fue lo que impidió seleccionar dicho método. Mientras que el Folíolo mantenía las lesiones de las palmas y con zona de avance, sin hacerle algún daño externo a la palma

Material vegetal

En el umbráculo del CEPV (Campo Experimental Palmar de la Vizcaína) se estimuló un N de 560 palmas, entre Cirad y Angola x Tester, los cuales se encuentran ubicados en 12 cruzamientos cada uno con 30 palmas. Con un total de 360 Angolas, y 200 Cirad, en el momento de evaluar palma por palma se detectaron 140 palmas para eliminar, porque se encontraron muertas algunas por falta de riego y otras porque *Phytophthora Palmivora*. Ha Causado la pudrición del cogollo en la palma, quedando 60 palmas de Cirad que serán utilizadas en la nueva inoculación con referente a Resistencia del PC, con un único código 1001, y 45 palmas de Camerún cada uno con 10 palmas por repetición para un total de 1860 palmas en el Umbráculo

8. Metodología

Durante el primer año del proyecto se inició con la adecuación de la infraestructura del umbráculo en donde se realizarán las inoculaciones con *P. palmivora*. Se realizaron los cruzamientos Camerún x Tester y Angola x Tester para ser inoculados en la fase 1 del proyecto, se inició la estandarización del crecimiento de *Phytophthora palmivora* para poder suplir una cantidad suficiente de inóculo en las diferentes fases del proyecto. Finalmente, durante este periodo se inició la estandarización de la metodología apropiada para las inoculaciones donde se evaluaron tres metodologías diferentes

- **Plog sin herida,**
- **Plog con herida,**
- **Folío**

Como parte del trabajo de pasantía se desarrollará la estandarización de la metodología de inoculación, adecuada para realizar tamizajes de genotipos de palma procedentes de cruzamientos Camerún x Tester, de la misma forma se trabajará en la validación de una metodología molecular de diagnóstico de la enfermedad.

Procedimiento para la activación de *PHYTOPHTHORA PALMIVORA* en cogollo de la palma in vitro (clones de palma)

➤ **Materiales**

- ❖ Cámara húmeda previamente esterilizada
- ❖ Pinzas largas y medianas
- ❖ Bactoincinerador
- ❖ Clones invitro
- ❖ Aislamientos de *Phytophthora palmivora*
- Limpiar la cabina de flujo laminar con etanol al 70%, Tego al 2% o Timsen 2g/L.
- Con una pinza estéril sacar con cuidado la plántula y colocarla sobre una caja Petri estéril
- Cortar la raíz dejando la base de la plántula limpia (sin dejar residuos radiculares), y las hojas largas y secas de la planta. Dejar el tallo de aproximadamente 5- 10 cm.

- Realizar un corte superficial al cultivo del aislamiento de *Phytophthora palmivora*, tomando un poco de micelio y colocándolo en la base del tallo de la planta invitro, presionar el gel con el micelio sobre la base.
- Opcional: se puede realizar cortes superficiales a la base de la plántula, para permitir más fácilmente la entrada de *Phytophthora palmivora*.
- Colocar el tallo dentro de la cámara húmeda con ayuda de unas pinzas largas, tapar y dejar incubado a temperatura ambiente, durante aproximadamente 4 a 5 días.
- Observar el avance o infección de *Phytophthora palmivora* sobre el tejido y recuperar posteriormente el medio V8.

Procedimiento para la recuperación de aislamiento de *PHYTOPHTHORA PALMIVORA* actividades en cogollo de palma invitro (clones de palma)

➤ **Materiales**

- Cámara húmeda, con cogollo infectado por *Phytophthora palmivora*
 - Pinzas largas y medianas
 - Escarpelo
 - Bactoincinerador
- ✓ Recuperación después de 4 a 5 días de activación de *Phytophthora palmivora* en cogollo de palma invitro
 - ✓ Previamente preparar medio V8 mas antibióticos
 - ✓ Limpiar la cabina con etanol al 70%, Tego al 2%, Timsen 2g/L
 - ✓ Sacar el tallo de la cámara húmeda y colocarlo en una caja Petri estéril
 - ✓ Cortar los extremos del tejido y descartar las zonas foliares (ya que posiblemente *Phytophthora palmivora* no ha llegado a infectar esta parte del tejido) y a base del tallo (el tejido puede estar en estado de necrosis)
 - ✓ Realizar de 3 _ 4 cortes del tallo en la zona de avance de *Phytophthora palmivora*
 - ✓ Tomar cada sección del tallo y sembrar en medio V8
 - ✓ Sellar la caja Petri con parafilm antes de sacarla de la cabina de flujo
 - ✓ Incubar los cultivos de *Phytophthora palmivora* a temperatura ambiente

Nota: tener en cuenta los antibióticos de acuerdo a los diferentes tipos de aislamientos

➤ **Fase de pre-vivero y vivero:**

Una vez germinadas las semillas se sembraron en bolsas de pre-vivero, 50 plántulas por cruzamiento evaluado. El área del pre-vivero fue cubierta por una polisombra del 80% para facilitar el proceso de adaptación a las condiciones ambientales.

➤ **Fase de Umbráculo:**

El diseño arquitectónico del umbráculo consta de 716m², dando como posibilidad la implementación de un Fertirriego cuya eficiencia es alta debido al equipo que se está utilizando.

La densidad de siembra es de 50cm entre palma y 70cm entre las líneas de riego, la cantidad de palmas que se pueden ubicar en los espacios establecidos son 30 por cada hilera y tendrán su respectiva manguera con gotero. Teniendo como totalidad de plantas establecidas en dicho lugar son de 1874

Este espacio está dividido por naves y bloques que cuenta con su línea independiente de riego para no someter la planta a ningún tipo de estrés hídrico, el riego escogido es por goteo.

Se instalaron nebulizadores para reforzar el sistema mencionado anteriormente, cada hilera se compone de 23 dispositivos que serán activados por medio de las condiciones del ambiente, es decir si la temperatura y la humedad relativa son muy altas. Se encargan de regular las condiciones adecuadas para poder sobrevivir el patógeno impuesto a cada palma. Y cuenta con un total de 154 nebulizadores en todo el umbráculo

- **Diseño experimental**

El diseño experimental fue de bloques completos al azar donde se van a evaluar 45 tratamientos (cruzamiento Camerún x Tester), distribuidos en tres bloques, la unidad experimental fue de 10 palmas. Adicionalmente, se realizó un segundo montaje corresponde a 45 tratamientos al azar cada uno con 2 palmas por unidad experimental, este segundo montaje será inoculado con agua y servirá de referencia en la cuantificación de las lesiones presentadas una vez se inoculen las palmas, cada unidad experimental fue marcada

con etiquetas y códigos QR para realizar el seguimiento de las variables de respuesta. Además, los códigos QR permiten la trazabilidad de los cruzamientos y la identificación de los parentales, entre otros.

Las condiciones del umbráculo son de alta humedad relativa la cual debe permanecer por encima del 80%, para mantener esta humedad dentro del umbráculo están dispuestos nebulizadores que se activan cuando la humedad relativa está por debajo del 80% y/o la temperatura del umbráculo por encima de 36°C, esto con el fin de generar condiciones óptimas de inoculación y desarrollo de la enfermedad. En la fase de umbráculo se realizarán las actividades que permitirán cumplir con los objetivos del proyecto.

➤ **Estandarización de las metodologías de inoculación y crecimiento de *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*.**

La preparación del inóculo de *P. palmivora* para las pruebas de estandarización se llevó a cabo en el Centro Experimental Palmar de la Vizcaína (CEPV) de la zona central palmera (Barrancabermeja), los aislamientos fueron desarrollados utilizando protocolos del grupo de Biología y mejoramiento de Cenipalma. Se realizó la estandarización de la técnica de inoculación de *P. palmivora*, se realizaron bioensayos en palmas de vivero evaluando dos metodologías de inoculación. La inoculación se realizó en el estadio fenológico 110 según la escala BBCH (Hormaza et ál., 2010) y es cuando las palmas dejan de emitir hojas lobuladas y producen hojas bipinnadas, las inoculaciones se realizan en las hojas flecha. Con tejido más joven

➤ **Tamizaje de genotipos de la colección biológica de Camerún (*ELAEIS GUINEENSIS*) según las zonas geográficas de donde provienen por su resistencia a *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*.**

Mediante el tratamiento seleccionado de los tres métodos que se van a evaluar, el de mayor favorabilidad, busca analizar a cabalidad las variables que este pueda presentar mediante el tiempo de estudio, de acuerdo a los resultados anteriores que se tienen conocimiento en el centro de investigación la Vizcaína (CEPV).

Los análisis de resultados resaltarán la importancia y el porcentaje de severidad de cada uno de los tratamientos de acuerdo a la curva de nivel que estos tengan según el comportamiento presentado en el tiempo de evaluación estipulado. La resistencia se compara de acuerdo al ensayo realizado en el umbráculo, para descartar el material que no tenga futuro mediante las inoculaciones previas para su posterior análisis.

Los detalles metodológicos son propiedad intelectual de Cenipalma, por lo tanto, existe confiabilidad de cierta información que solo le compete a dicha empresa y no es permitido divulgar.

Almacenamiento a través de códigos QR

Los códigos QR o códigos de respuesta rápida son utilizados como un método de almacenamiento seguro en base de datos (Romero & H.M, 2010), el código es leído o escaneado por el dispositivo móvil mediante una aplicación específica y de forma inmediata la información es relacionada con la base de datos, esta metodología es implementada en la creación de formularios digitales para minimizar los riesgos de error en el ingreso de la información.

9. Resultados

El umbráculo o vivero como bien se le puede llamar, es la estructura encargada de almacenar los materiales vegetativos de palma cuyos procedimientos serán las inoculaciones programadas para lograr determinar cuál es la metodología apropiada para seleccionar el componente más resistente. La implementación de un Fertirriego cuya eficiencia es alta debido al equipo fertikit que se está utilizando. Los Genotipos Guinness de origen Camerún y Angola y un cultivar comercial Cirad, que se encuentran en la zona de trabajo, lo que da un total de 560 esta es la cantidad que se utiliza para la estandarización de la metodología de inoculación en cuenta las modificaciones que se realizaron en los inicios del proyecto y en el desarrollo actual del ensayo. Luego de seleccionar el método de inoculación de los tres métodos utilizados anteriormente era: plog sin herida, plog con herida y foliolo, y después del resultado obtenido se tomó la decisión que el foliolo era quien más infectaba las palmas por tal motivo se infectaron 1874 palmas con el método de Foliolo infectado de *Phytophthora Palmivora*



Figura 11. Componentes del umbráculo. A: ubicación, B: Sistema de riego por goteo y nebulización,. Fotografías tomadas por Eliana Duarte 2019

Manejo agronómico y desarrollo de las plantas del Umbráculo

Para el óptimo desarrollo de las plantas se deben realizar unas labores agronómicas para cada etapa de crecimiento. Contando con una logística previamente establecida donde se encuentran las labores o actividades que garantice el crecimiento adecuado de cada palma que se encuentra ubicada en el Umbráculo o vivero.

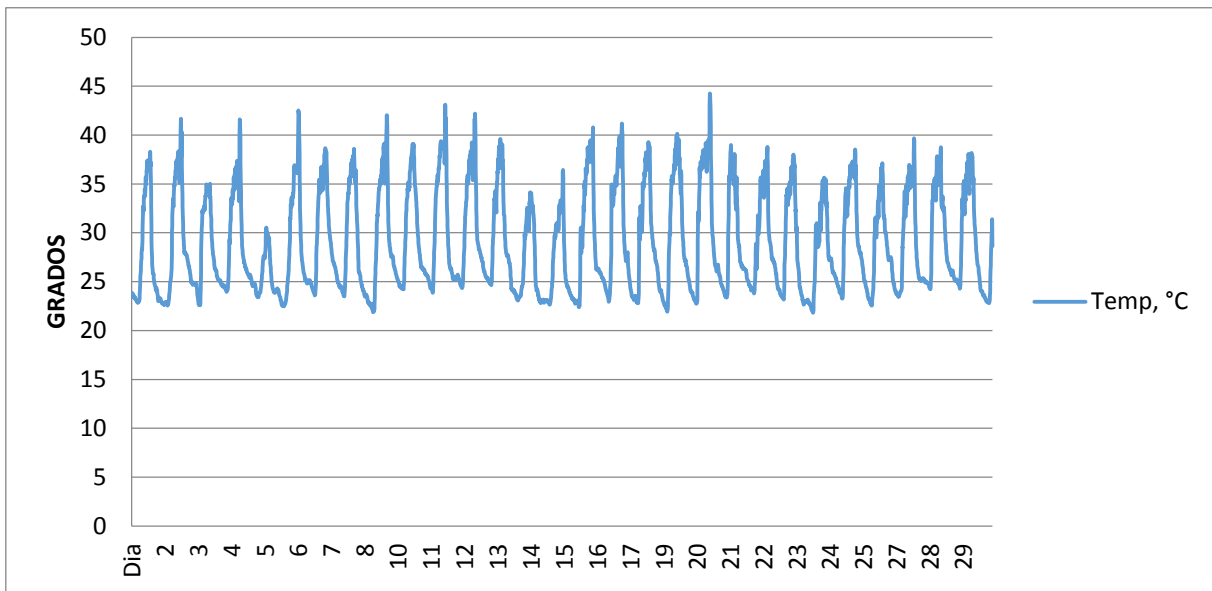
A partir de las inoculaciones que se realizan, se toman las medidas sobre el avance que va teniendo la enfermedad en la planta y se documenta en el programa Cybertracker. La ventaja de utilizar programas de georreferenciación y herramientas como Cybertracker y dispositivos móviles es que la información es más confiable, está en tiempo real y permite tomar decisiones más acertadas y evita transmitir errores al pasar la información a la matriz establecida para analizar datos y tener una respuesta adecuada a los datos obtenidos. (Rincón et al Molina 2015)

Manejo Agronómico son actividades que se realizan para el óptimo desarrollo y crecimiento de las palmas, haciendo control y revisión sanitaria con monitoreos de plagas y enfermedades, palma a palma donde se hace una aplicación preventiva de fungicidas acaricidas y herbicidas para evitar algún tipo de infestación.

Las podas programadas son de vital importancia, por tal razón, se programa la poda para todo el umbráculo ya que por protocolo la orden es que las palmas cumplan cierta altura al momento de inocular, y poder abrir hojas y flechas y así lograr poner el plog, o el folíolo según el método escogido en el lugar adecuado, se debe poner en la parte más joven de la flecha, ya que es el alimento preferido por la *P. Palmivora*, lo más profundo posible sin llegar a tocar el meristemo si no la planta muere. Y así lograr identificar que genotipo es altamente resistente medianamente resistente o definitivamente no resiste la enfermedad;

Según la gráfica, la temperatura oscila entre los 45 grados como máxima y 24 grados como mínima. La máxima temperatura pudo causar el golpe de sol llevando varias palmas a sufrir un estrés por carencia de agua, no obstante, se pudo promover nuevos ciclos biológicos de enfermedades que aquejen este cultivo para acelerar daños que se tenían en el material vegetal. En dicha comparación con la literatura, y lo que se tiene en el Umbráculo es la temperatura óptima para el desarrollo del patógeno

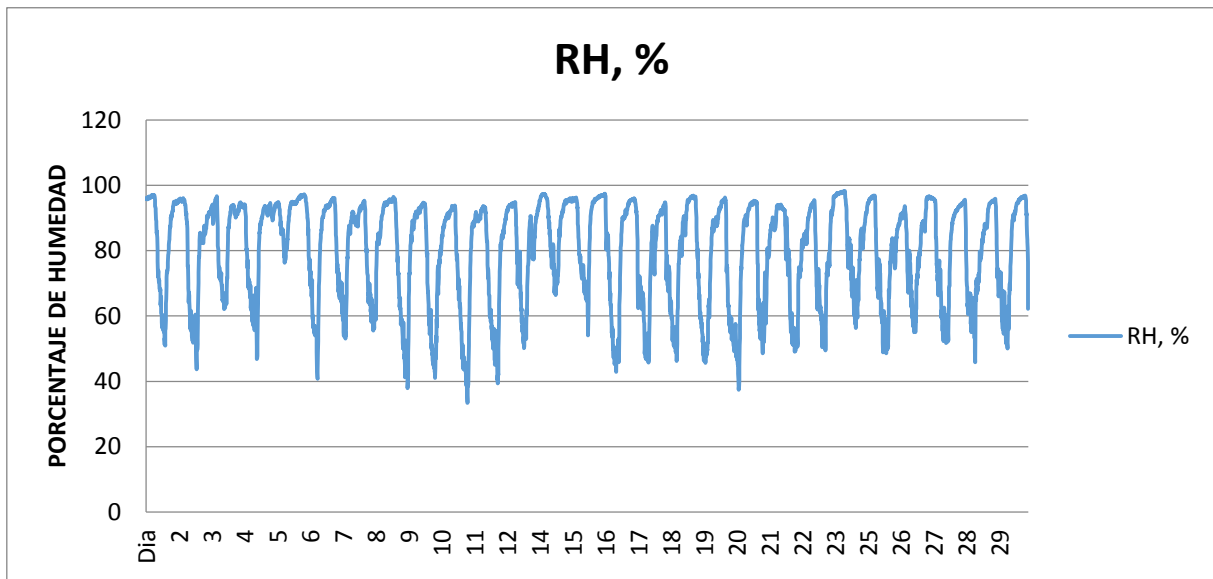
Temperatura mes de agosto 2018



Grafica 1: Temperatura del umbráculo en el mes de agosto

La grafica de Humedad Relativa muestra que sus porcentajes llegan hasta el 90%, indicando que el problema que se tenía de la temperatura más la humedad tan alta puede favorecer el desarrollo de muchos microorganismos bajo las condiciones perfectas. Los datos son del mes de agosto. La suma de estas dos problemáticas no solo afecta las plantas, también cumplen un efecto nocivo en las personas que mantienen diariamente en este lugar, causando mareos y vértigos o incluso hasta un desmayo.

Humedad Relativa agosto 2018

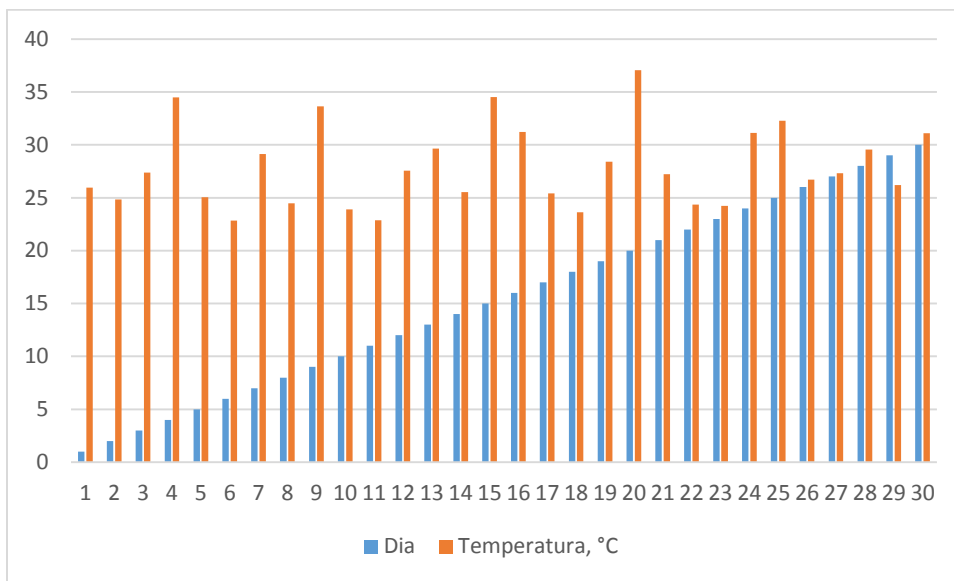


Grafica 2: Humedad Relativa del umbráculo en el mes de agosto

Humedad Relativa= $(PV/PVS)*100$

Según la gráfica, la temperatura que se alcanzaron a medir oscila entre los 38 grados como máxima y 24 grados como mínima. En comparación de dos meses anteriores la temperatura máxima disminuyo 7 grados, y la temperatura se mantuvo. Y las palmas no sufrieron ningún tipo de estrés hídrico

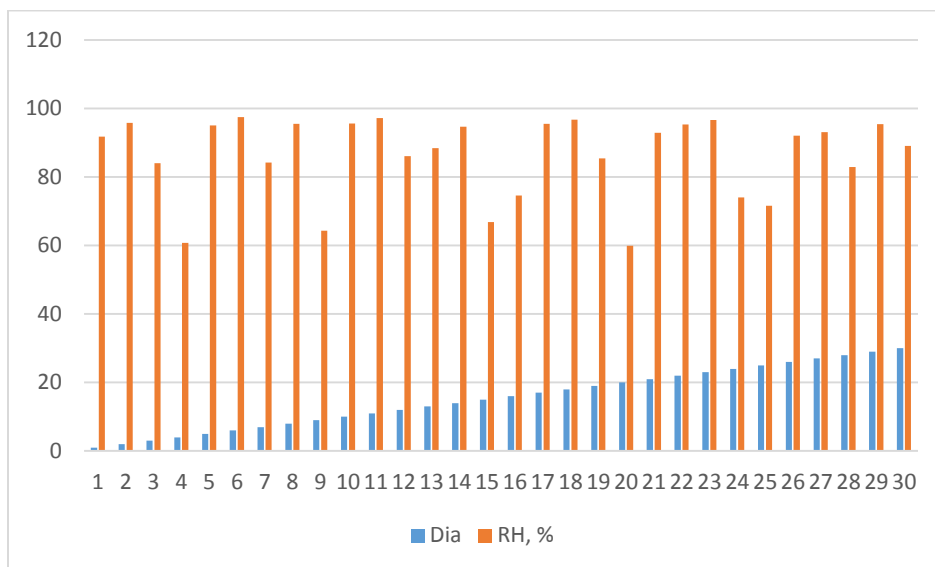
Temperatura 2018



Grafica 3: Temperatura del umbráculo en el mes de octubre

La grafica de Humedad Relativa muestra que sus porcentajes llegan hasta el 95%, indicando que están en una temperatura y humedad relativa necesaria para las palmas en dicho desarrollo. Los datos son del mes de octubre.

Humedad Relativa mes de octubre 2018

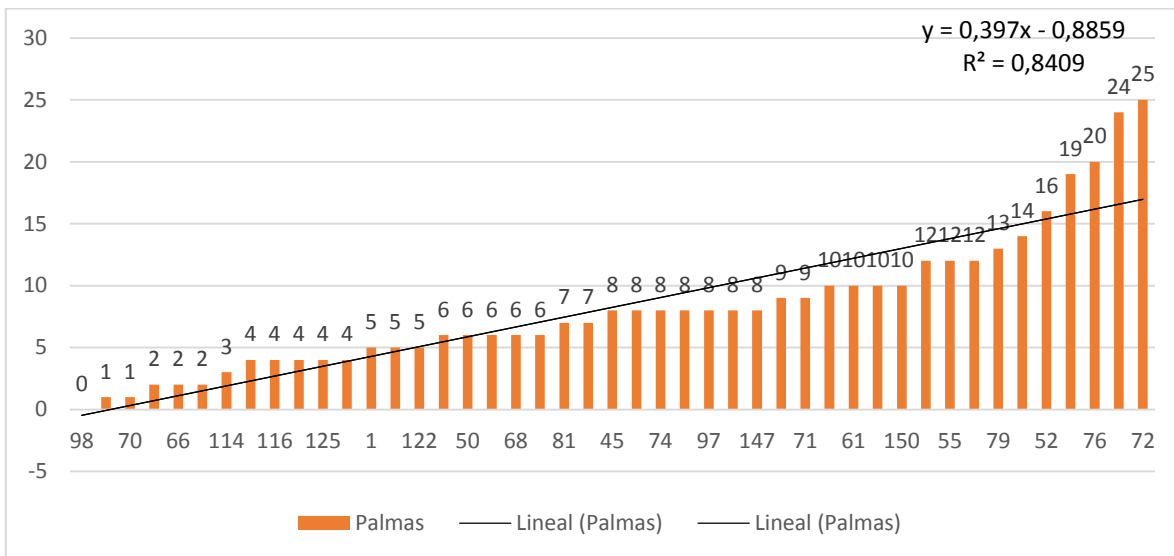


Grafica 4: Humedad Relativa del umbráculo en el mes de octubre

Porcentajes de pérdidas de los materiales o cruzamientos

De acuerdo a los resultados obtenidos de la gráfica, Porcentaje de las perdidas en cada uno de los consecutivos, se puede analizar que los diferentes consecutivos que se encuentran en el umbráculo, han tenido varias re-siembras por motivos diferentes, tales como déficit hídrico y la no germinación que han perjudicado el material vegetal. Los diferentes censos han contribuido con esta labor ya que se pueden tener un control sobre palmas que estén presentando algunas anomalías para realizarles algún seguimirnnto. Los valores con mayor mortalidad fueron los tratamientos 82 y 72 con un porcentaje del 25% y 24% y un 6% y 5% de recuperación en su totalidad de la colección biológica Camerún. El total ponderado de la re-simebra fueron 371 palmas reemplazadas de las 1426 que iniciaron el proyecyo en dicho módulo, obteniendo un porcentaje de pérdida del 26%

Porcentaje de las perdidas en cada uno de los consecutivos 2018



Grafica 5: Porcentaje de pérdidas en cada uno de los consecutivos de las palmas Camerún.

Teniendo en cuenta que un factor de mortalidad es el estrés al que son sometidos los materiales después de un trasplante se procede a evaluar semanalmente el estado morfológico de las palmas con el objetivo de realizar las resiembras necesarias. Hasta la fecha después del trasplante se han realizado cinco censos, y después de seis meses de estar evaluando semanalmente las palmas se incluyen 448 palmas restantes donde la resiembra 1 se cambió 87 palmas en una totalidad de 1426 evaluadas, en la segunda resiembra se cambiaron 146 palmas en un total de 1426, en la tercera resiembra se cambiaron 94 palmas en un total de 1426 evaluadas, en la 4 resiembra se cambiaron 17 plantas en una totalidad de 1426, en la 5 resiembra se cambiaron 12 palmas en una totalidad de 1426 ya en el censo 6 y 7 se tuvieron en cuenta la totalidad de todo el umbráculo que son 1874 dando como resultado en la resiembra 6 solo se cambiaron 6 palmas y en el último censo se cambiaron 9 palmas donde se consignaron los datos en la tabla 2 “Resiembra en el Umbráculo”

Tabla 3: Resiembras en el Umbráculo

Resiembra	Cambios	Total de palamas	Perdidas
1	87	1426	6,1
2	146	1426	10,2
3	94	1426	6,6
4	17	1426	1,2
5	12	1426	0,8
6	6	1874	0,4
7	9	1874	0,6
Total	371		25,4%

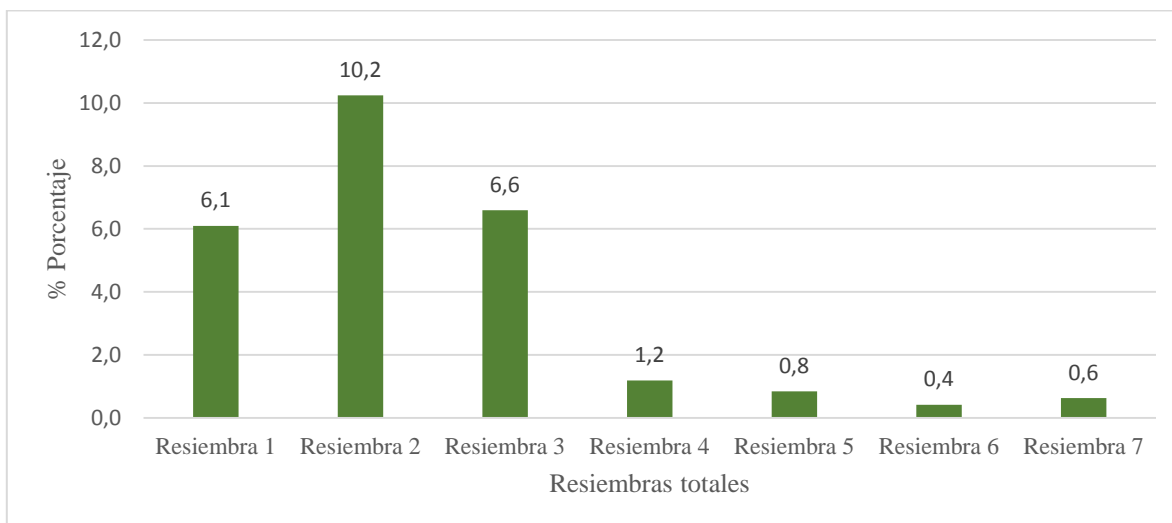
Porcentaje de pérdida de las resiembra Duarte 2018

En la tabla anterior se describen los porcentajes de pérdida por cada resiembra, donde se logra apreciar que en las últimas dos resiembras se ha logrado disminuir sustancialmente las pérdidas, llegando al 0,4% y al 0,6% del total de palmas sembradas en el umbráculo.

Según lo inferido de la gráfica, el total de las resiembras demuestra que los cruzamientos de las palmas que han necesitado cambios ya sean por anomalías, enanismo, u otro patógeno que no sea la PC. Están en la resiembra dos y tres tiene, un porcentaje del 10,2% y el 6,6% en el ponderado de las 1874 palmas de dicho proyecto. Los valores de menor porcentaje

fueron de la resiembra 6 y 7 con un acumulado de 0,4% y 0,6% del global descrito anteriormente. Son cruzamientos con menos cambios de palmas

Resiembra 2018



Grafica 6: Resiembra de la colección biológica Camerún desde pre- vivero

De acuerdo a los resultados presentados en el tercer censo, se encontró que la Anomalía alta, no fue representativa, ya que las palmas afectadas posiblemente realizan un proceso de apoptosis, donde dicho material retiran las células infectadas de los microorganismos y mantiene el equilibrio en su proceso de desarrollo.

Tabla 4: Censo Anomalías en la colección biológica Camerún

Censo	Anomalía Bajo	Anomalía Medio	Anomalía Alto
1	89	12	14
2	91	11	9
3	69	7	
Total, general	249	30	23

Censo de Anomalías del Umbráculo Duarte 2018

De acuerdo a los tres censos realizados hasta la fecha, demostraron que los porcentajes de afectación han disminuido notablemente entre el primer y tercer censo, mientras que el segundo y el primero la diferencia no es significativa cambiando valores, pero existe una mínima diferencia tal como lo refleja la línea de tendencia para los tres censos.

Censo de anomalías Camerún 2018

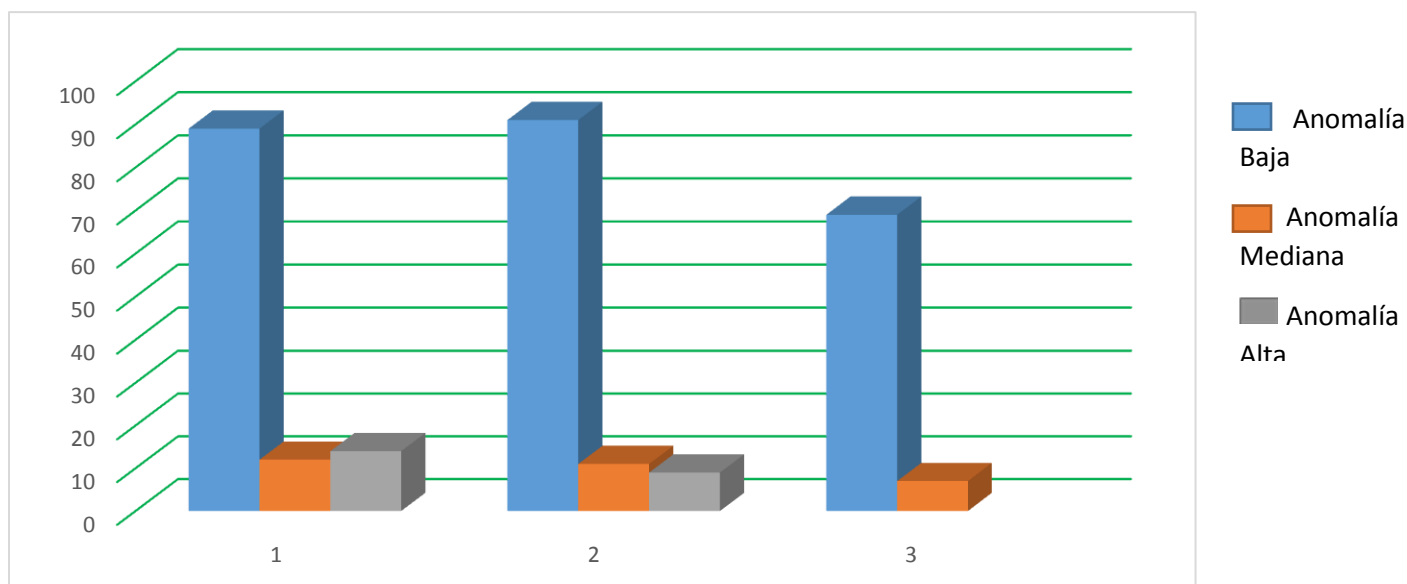


Gráfico 7: En el grafica del censo de anomalías, se puede observar que en la última revisión ya no se presentó ninguna afectación dando lugar a que la misma palma rechazó la anomalía analizada rechazando la palma dichas hojas secas, para continuar con su desarrollo y crecimiento normal.



Primer Censo

Segundo Censo

Tercer Censo

Figura 12: Registro fotográfico de las anomalías presentadas en el Umbráculo de las palmas Camerún A; Primer censo; B Segundo censo; C; Tercer censo. Foto tomada por: Eliana Duarte

En la siguiente tabla se puede observar el porcentaje de afectación de el secamiento encontrado en el censo con un porcentaje de la primera evacuación un 8,1%, la segunda evaluación de 7,8 %, y en la última evaluación dio como resultado un 5,3% demostrando que la afectación disminuyó.

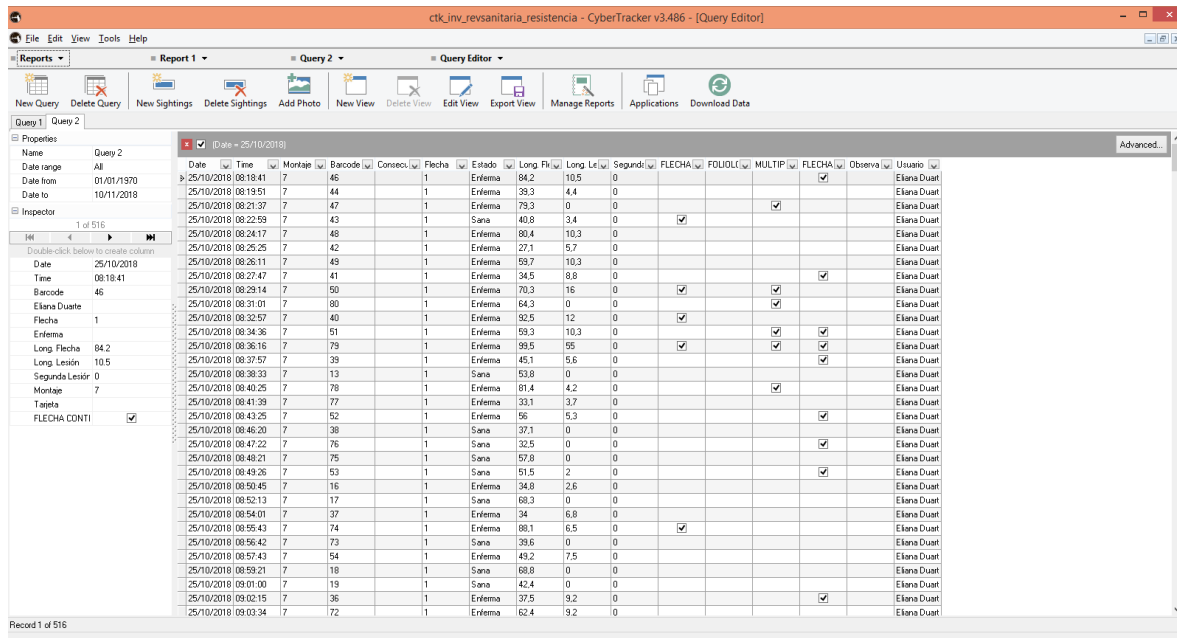
Tabla 5: Porcentaje de afectación en anomalías de la colección biológica Camerún

Censo	Anomalía baja	Anomalía Medio	Anomalía Alto	Afectadas	Sanas	Total	% Afectación
1	89	12	14	115	1311	1426	8,1
2	91	11	9	111	1315	1426	7,8
3	69	7	0	76	-1350	1426	5,3
Total, general	249	30	23	302	-1124	1426	21,1781206

Porcentaje de afectación en anomalías Duarte 2018

Captura de información mediante dispositivos móviles

El manejo de la información a través de herramientas digitales permite optimar el proceso de evaluación y control de los procesos, ya que adelanta la disponibilidad de información mediante la sincronización con bases de datos, permitiendo evaluar los resultados en tiempo real; adicionalmente disminuye el porcentaje de error en los datos originados por mala digitación, pérdida o daño en los formatos, letra no legible etc. Se visualizará las imágenes donde representa el formato digital del programa anteriormente mencionado



Date	Time	Montaje	Barcode	Consec	Flecha	Estado	Long Fl	Long Le	Segundi	FLECHA	FOLIOLI	MULTIP	FLECHA	Observa	Usuario
25/10/2018	08:18:41	7	46	1	1	Enferma	84.2	10.5	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:19:51	7	44	1	1	Enferma	39.3	4.4	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:21:37	7	47	1	1	Enferma	79.3	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:22:59	7	43	1	1	Sana	40.8	3.4	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:24:17	7	48	1	1	Enferma	80.4	10.3	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:25:25	7	42	1	1	Enferma	27.1	5.7	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:26:11	7	49	1	1	Enferma	59.7	10.3	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:27:47	7	41	1	1	Enferma	34.5	8.8	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:29:14	7	50	1	1	Enferma	70.3	16	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:31:01	7	80	1	1	Enferma	84.3	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:32:57	7	40	1	1	Enferma	82.5	12	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:34:36	7	51	1	1	Enferma	59.3	10.3	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:36:16	7	79	1	1	Enferma	99.5	95	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:37:57	7	39	1	1	Enferma	45.1	5.6	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:38:33	7	13	1	1	Sana	53.8	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:40:25	7	78	1	1	Enferma	81.4	4.2	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:41:39	7	77	1	1	Enferma	33.1	3.7	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:43:25	7	52	1	1	Enferma	56	5.3	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:46:20	7	38	1	1	Sana	37.1	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:47:22	7	76	1	1	Sana	32.5	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:48:21	7	75	1	1	Sana	57.8	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:49:26	7	53	1	1	Sana	51.5	2	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:50:45	7	16	1	1	Enferma	34.8	2.6	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:52:13	7	17	1	1	Sana	68.3	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:54:01	7	37	1	1	Enferma	34	6.8	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:55:43	7	74	1	1	Enferma	88.1	6.5	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:56:42	7	73	1	1	Sana	39.6	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:57:43	7	54	1	1	Enferma	49.2	7.5	0						Ekiana Duast
25/10/2018	08:59:21	7	18	1	1	Sana	68.8	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	09:01:00	7	19	1	1	Sana	42.4	0	0						Ekiana Duast
25/10/2018	09:02:15	7	36	1	1	Enferma	37.5	9.2	0						Ekiana Duast
25/10/2018	09:03:34	7	72	1	1	Enferma	62.4	9.2	0						Ekiana Duast

Imagen: 5. En esta imagen se visualiza el formato que tiene el software Cybertracker donde se observa los datos respectivos de la medición realizada, de acuerdo a las medidas de flecha y lesión, si está sana o está enferma, la hora y la fecha en que se realizó cada evaluación y el nombre de cada uno de los evaluadores, posteriormente se descargan en una matriz de Excel por el encargado del proyecto para realizar un acopio total.

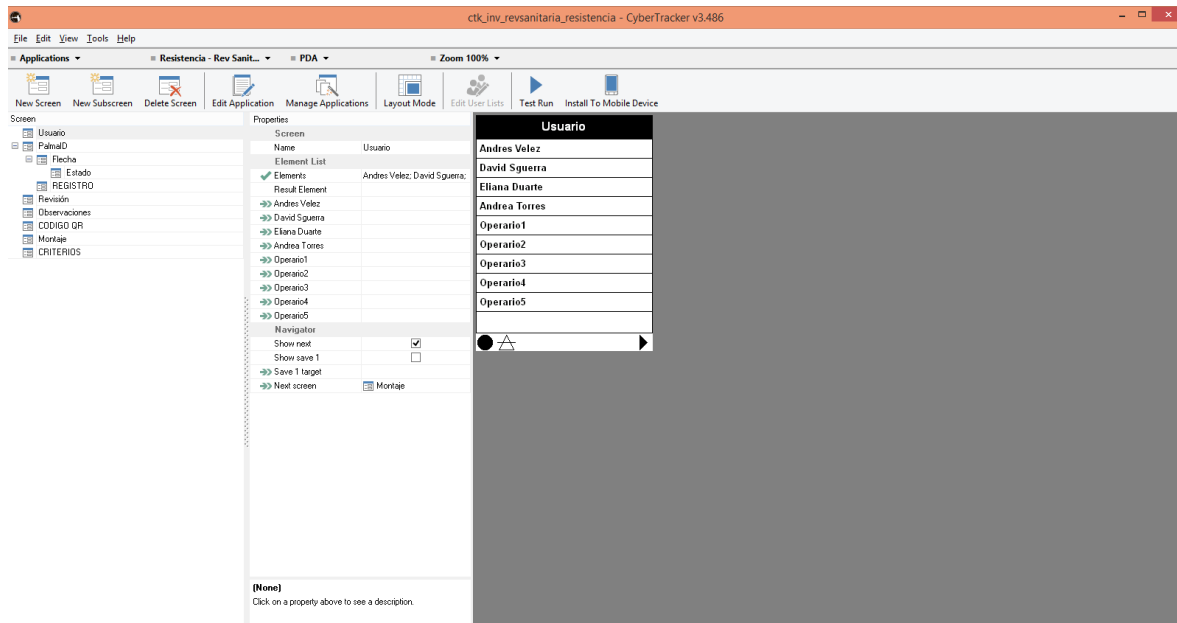


Imagen: 6. En esta imagen se puede observar aplicación del sistema móvil y se procede a trabajar en la aplicación Cybertracker para descargar los archivos de cada evaluador y así realizar los análisis pertinentes. Descargar los datos tomados en el Umbráculo para sus respectivos análisis

Date	Time	Montaje	Barcode	Flecha	Estado	Long Flecha	Long Lesión	Segunda Lesión	Usuario	Observaciones
10/10/2018	10:17:50	7	1	1	Enferma	42	1	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:19:50	7	2	1	Enferma	26,4	2	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:20:41	7	3	1	Enferma	28,7	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:21:41	7	4	1	Sana	24,2	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:22:32	7	5	1	Enferma	50,5	1,2	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:23:55	7	6	1	Sana	31,5	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:25:03	7	7	1	Enferma	34,3	0,8	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:26:12	7	8	1	Enferma	40,3	0,2	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:27:09	7	9	1	Enferma	53,2	2,9	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:29:28	7	10	1	Enferma	36	1,1	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:30:33	7	11	1	Enferma	43	2,2	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:31:27	7	12	1	Sana	35,5	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	08:23:40	7	13	0	Sana	31	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:24:10	7	16	1	Sana	19	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:24:44	7	17	1	Sana	43	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:25:30	7	18	1	Sana	38	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:26:27	7	19	1	Sana	20	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:27:47	7	20	1	Sana	19,5	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:28:52	7	21	1	Sana	20	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:31:33	7	22	1	Enferma	25,2	3	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:33:12	7	23	1	Sana	11	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	10:32:34	7	24	1	Sana	55,2	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:33:34	7	25	1	Enferma	45,2	2,6	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:34:35	7	26	1	Enferma	31	2,6	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:35:40	7	27	1	Enferma	38,5	1,7	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:37:14	7	28	1	Sana	33	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:37:48	7	29	1	Sana	47	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:39:42	7	30	1	Sana	60,5	0	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:38:58	7	31	1	Enferma	27,1	2,5	0	Andrea Torres	
10/10/2018	10:36:33	7	32	1	Enferma	46,5	1,7	0	Andrea Torres	
10/10/2018	08:34:49	7	33	1	Sana	34	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:43:02	7	35	1	Sana	3,2	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:47:20	7	36	1	Sana	16,5	0	0	Eliana Duarte	
10/10/2018	08:49:08	7	37	1	Sana	14,5	0	0	Eliana Duarte	

Imagen: 7. En dicha imagen se puede observar los datos que de aquellas condiciones que se tienen en cuenta en el momento de realizar la evaluación, es decir, se tiene en cuenta la fecha, la hora, el montaje, la lesión, el tamaño de la flecha, observaciones, y el evaluador en cargo para posteriormente crear una matriz en excel

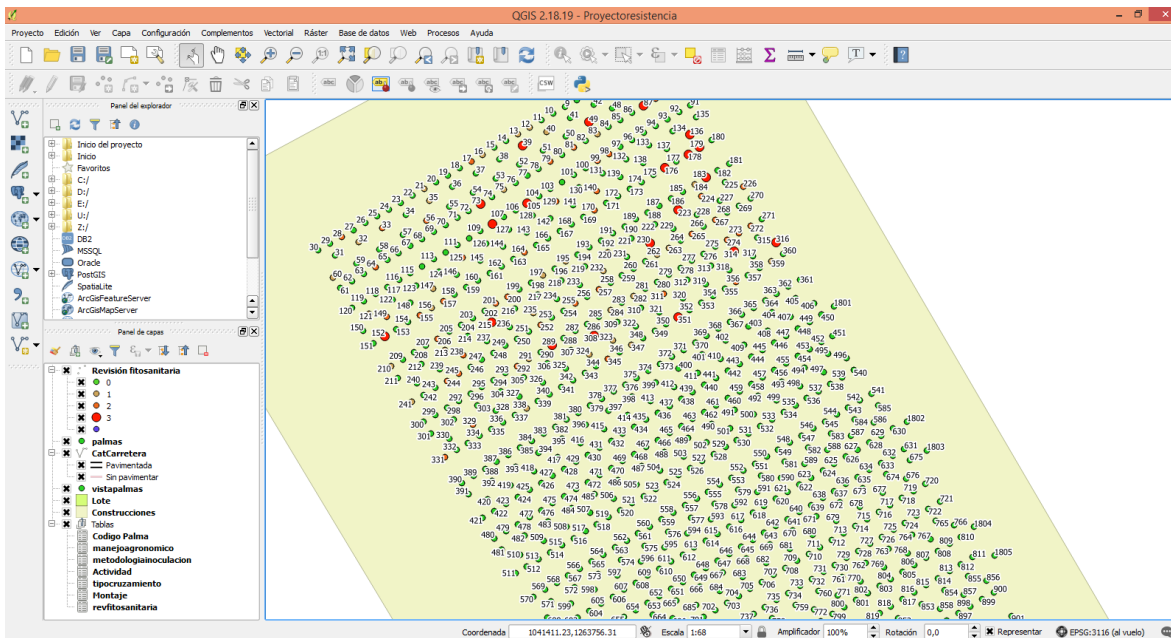


Imagen 8. En esta imagen se puede observar la distribución en los bloques completamente al azar que existe en el umbráculo, cada palma cuenta con una geo-referenciación que la

mantiene en línea con el orden que se le estipulo desde un inicio y con un consecutivo que se tiene desde que comenzó el proceso de siembra



Información Técnica

Nombre Común: Pudrición del cogollo
Nombre Científico: *Phytophthora Palmivora*
Tipo de plagas: Hongo, pertenece al reino Straminipila Crasmita Clase: Oomycetes
Cultivos que ataca: *Ananas Conosus, Elaeis Guinnensis, Gossypium Hirsutum, piper Nigram, Manihot Esculento, entre otros*
Síntomas: Amarillamiento y secamiento de las flechas jóvenes, posteriormente hongos o insectos oportunistas promueven el proceso de pudrición
Dispersión: A través de plantas infectadas de vivero y por insectos como el picudo negro de la palma o *Rhynchophorus Palmarum*.
Órganos que ataca: Tejidos de las flechas en desarrollo deteriora la emisión y maduración de nuevas flechas y detiene el crecimiento de la palma
Condiciones: Lluvias frecuentes, temperatura entre 27 y 30 grados centígrados , alta humedad relativa, ausencia de periodos secos y baja radiación solar

Imagen 9: Ficha técnica *Phytophthora Palmivora*

Resultados de la estandarización de la metodología de la inoculación

Selección del mejor tratamiento para inoculaciones: Como se mencionó anteriormente las pruebas para la estandarización de la metodología para la inoculación de *P. palmivora* incluyeron 3 tratamientos; donde se realizaron 2 inoculaciones a los genotipos mencionados en la metodología:

Las metodologías de inoculación fueron las siguientes:

Prueba con foliolo

Prueba con Plog herida

Prueba con Plog sin herida

A continuación, se presentan los principales resultados de la segunda inoculación para seleccionar el mejor tratamiento de inoculación para el tamizaje cruzamientos Camerún x Tester.

Número de palmas sanas y enfermas en cada uno de los tratamientos 2019

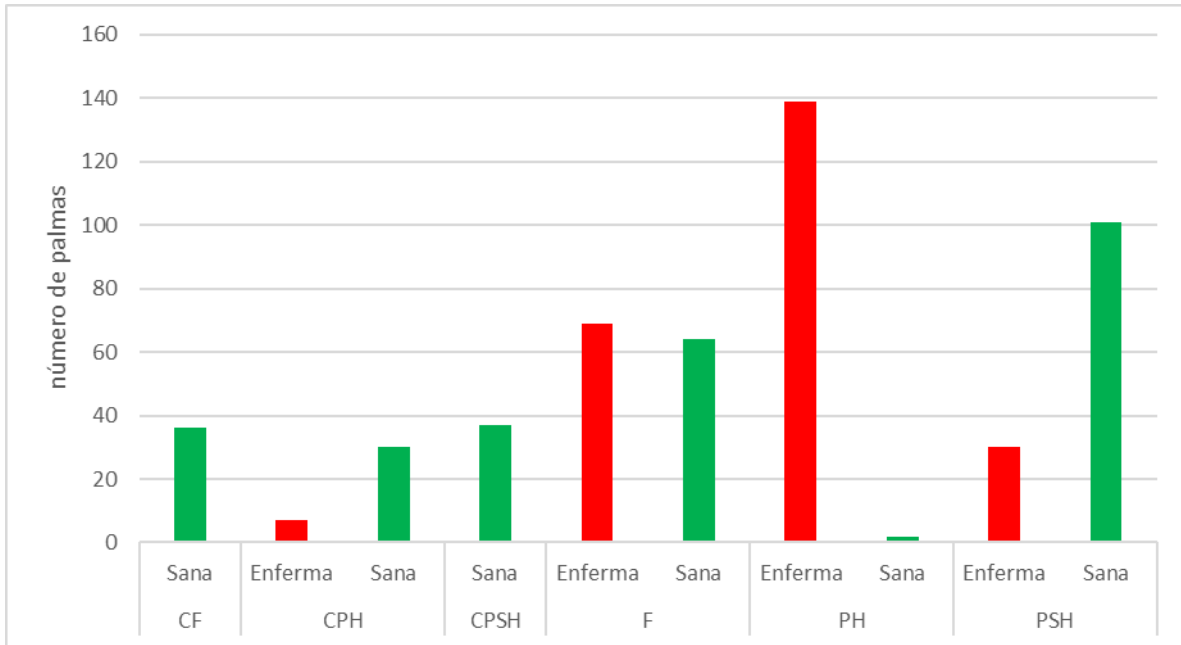


Gráfico 9. Número de palmas sanas y enfermas en cada uno de los tratamientos incluidos los controles. Donde; CF: control foliolo, CPH: control plog con herida, CPSH: control plog sin herida, F: foliolo, PH: plog con herida, PSH: plog sin herida.

Tamaño de la lesión en cm en la flecha inoculada 2019

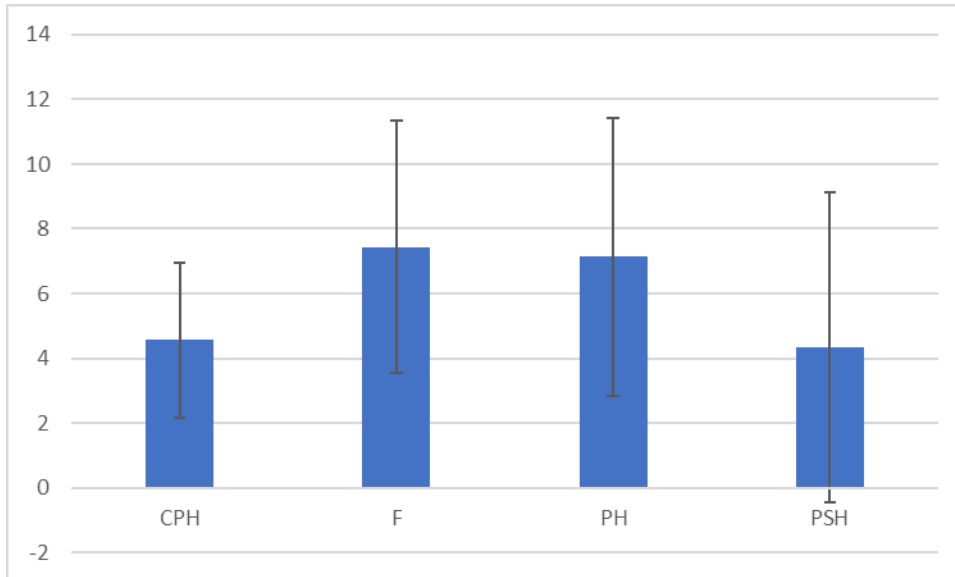


Gráfico 10. Tamaño de la lesión (cm) en la flecha inoculada en las palmas enfermas en cada uno de los tratamientos. Donde; CPH: control plog con herida, F: foliolo, PH: plog con herida, PSH: plog sin herida.

Finalmente se escogió la metodología de inoculación con Foliolo, ya que se tuvo una incidencia mayor al 60%, con respecto a las otras 2 metodologías, donde el tratamiento de plog sin herida alcanzo el 22% de incidencia y el tratamiento plog con herida el 98% pero esta metodología es muy invasiva y abre una puerta de entrada permitiendo la invasión de cualquier hongo oportunista. En cuanto al tamaño de la lesión los tratamientos de Foliolo y Plog con herida mostraron tamaños similares de lesiones en promedio 8.5 cm.

Mantenimiento Umbráculo

Las labores del umbráculo que se hacen semanalmente son para mantener las condiciones adecuadas al patógeno como anteriormente fueron mencionadas y poder dar cumplimiento al objetivo principal el cual se refiere a identificar fenotipos altamente resistentes a *Phytophthora Palmivora*. Y poder entregar a los palmicultores, asegurando que el material entregado es altamente resistente al patógeno principalmente mencionado.

El adecuado uso del recurso hídrico y su gran valor esencial para elevar la productividad de la agricultura y asegurar una producción efectiva, por ello se hace una revisión constante del riego implementado en el Umbráculo o vivero, donde se verifica que esté funcionando y cada palma tango su gotero correspondiente, este funcionando debidamente para un óptimo suministro de agua. De igual manera se hace un limpieza general para evitar que otros patógenos diferentes al que se está evaluando infecten las palmas, o que las arvenses sirvan de hospederos a diversos ineptos y puede llegar a pasar que no solo se encuentre PC si no algún tipo de lesión causada por otro agente por ello se recomienda periódicamente realizar desyerbes. De igual forma se tiene en cuenta la limpieza de 154 nebulizadores, garantizando que la aspersion sea la adecuada y mantenga la humedad relativa y temperatura adecuada, que exige el patógeno.

Antes de cada inoculación se recomienda realizar una poda a cada palma y mantener un tamaño de 1,50 cm para un mejor manejo a la hora de hacer la evaluación fitosanitaria. Según cronograma establecido por la empresa. Y ver que tan afectados están los tejidos de las palmas impuestos por el folíolo *Phytophthora Palmivora*.

En dichas palmas presentaron una quemazón a nivel de las puntas y sobre las bases peciolares de los folíolos con un color marrón oscuro en todos los bordes y un marrón más claro en la parte del centro, dicha afectación se presenta en un 80% en la totalidad de las palmas establecidas en el Umbráculo. Observados en la colección biológica Camerún, Angola, y Cirad.

Por consecuencia de la sal el cultivo reduce su progreso vegetativo ya que reduce el incremento y la división celular. Por lo tanto, para lograr sobrevivir y gastar tanta energía los folíolos presentan dichas quemazones por lo que reduce la actividad fotosintética y aumenta la respiración de la palma, con la que produce la suficiente energía que facilita la absorción de agua. Al encontrar dicha toxicidad a partir del día 11/02/2019 se toma la decisión de cada Martes tomar PH del tanque Australiano, Tanque de lluvias, Tanques donde disuelve el ferti- riego, Goteros y Nebulizadores.

Se realiza una aplicación de cosmo –agua, polvo soluble regulador de PH dureza de agua de uso agrícola.

Según cosmo- agro, El cosmo- agua es un producto creado para mejorar las características químicas del agua, reduciendo la dureza y regulando el PH (efecto buffer) cuenta con agentes compatibilizadores ayudando a la mezcla final quede homogénea y no se presente separaciones y sedimentaciones de ingredientes activos.

Por lo anteriormente mencionado se toma la decisión de asperjar tolas las tardes y así asegurar que el patógeno se incruste en los tejidos jóvenes de las palmas. Como se sabe al pasar 30 minutos después de colocar el patógeno se incrusta en la flecha y 30 minutos más el inicia con los tubos de germinación. Por tal motivo se asperja con agua destilada para favorecer el desarrollo y crecimiento del patógeno en las palmas inoculadas días anteriores y asimismo seguir vivo el Oomycete

Corrección de pH en tanque principal de almacenamiento de agua

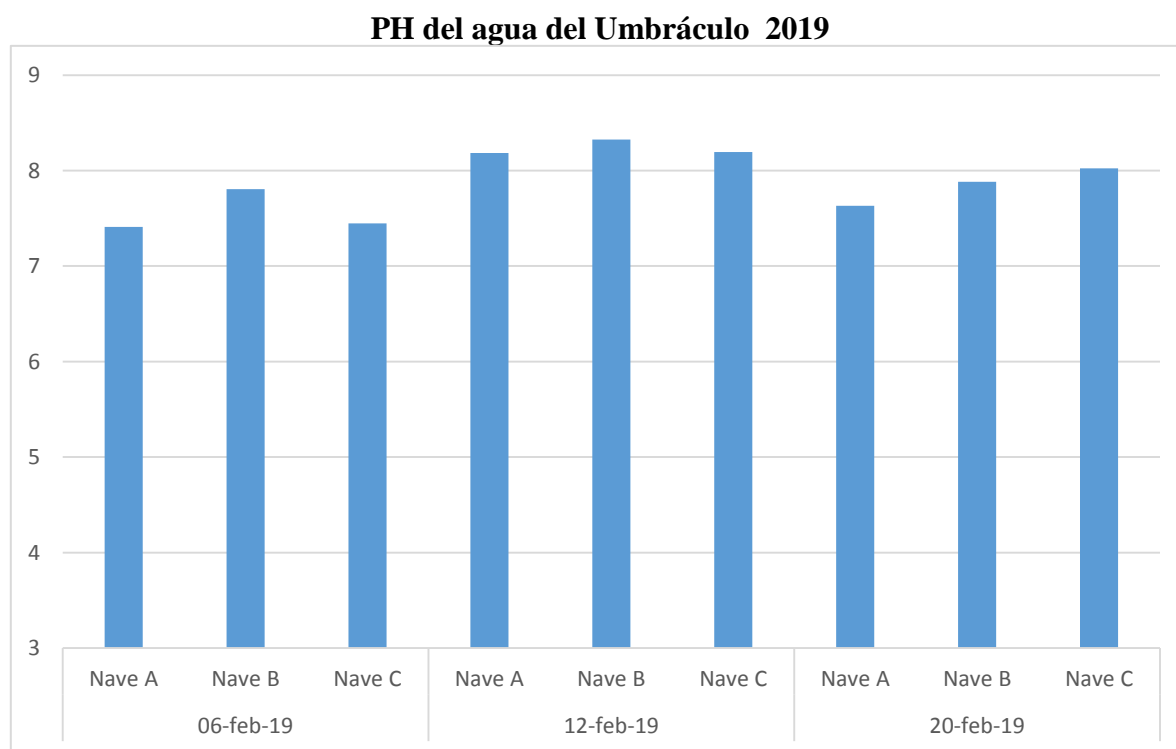
El agua suministrada a las palmas en el umbráculo proviene directamente de pozos profundos, en épocas de verano la cantidad de agua en los pozos disminuye y por esta razón la concentración de sales y/o carbonatos presentes se aumenta, siendo este un riesgo que puede causar toxicidad por el alto contenido de sales o carbonatos, principalmente por desbalances en el ajuste osmótico. Este efecto osmótico consiste en que altas concentraciones de sales incrementan las fuerzas potenciales que retienen al agua en la solución del suelo y hace más difícil la extracción del agua por las raíces de la planta, incrementando la energía necesaria para su absorción (Santamaría-César et al., 2004).

Leidy y Pardo (2002), mencionan que el efecto evidente ante el estrés salino en la reducción de la capacidad de absorción de agua se puede manifestar en la reducción de expansión foliar y pérdida de turgencia, es decir, una célula vegetal expuesta a un medio salino equilibra su potencial hídrico perdiendo agua, lo que produce la disminución del potencial osmótico y del de turgencia.

Según Parés et al. (2008) la salinidad retarda el crecimiento de las plantas a través de su influencia sobre varios procesos fisiológicos, tales como: fotosíntesis, conductancia estomática, ajuste osmótico, absorción de iones, síntesis de proteínas, síntesis de ácidos

nucleicos, actividad enzimática y balance hormonal; además, puede afectar el proceso de transporte de agua e iones, lo que promueve toxicidad iónica y desbalance nutricional

Como medida correctiva se aplicaron 0,5 gramos de Cosmo aguas en un litro de agua con una frecuencia de 8 a 10 días, aplicando así 7.5 kg del producto en 15.000 litros de agua (capacidad del tanque principal). Mediante este manejo se logró reducir el pH entre 6.4 y 7.0 y una dureza en los rangos adecuados



Grafica 11. Debido a la quemazón que se presentó en el Umbráculo se vienen haciendo tomas de PH todos los martes, en esta grafica podemos observar que el pH sigue estado muy alto. Ya que se encuentra en temporada de verano es más difícil controlar el PH se utilizó Cosmo- agua pero no fue el resultado esperado, no disminuyo la cantidad de sal en el agua.

10. Análisis de resultados

- Mediante la utilización de herramientas de georreferenciación, se realizó la toma de datos basados en los criterios que se tuvieron desde el inicio; esta ayuda permitió agilizar todos los procesos de captación de datos para su póstumo análisis evitando errores de digitalización.
- Las plantas desarrolladas en el umbráculo tuvieron un óptimo desarrollo ya que las condiciones ambientales que presenta la edificación permiten que estas evolucionen y tomen la resistencia debida al momento de ser inoculadas.
- La metodología seleccionada permite evaluar los daños ocasionados en la planta de manera más eficiente logrando identificar la incidencia y severidad respecto a las otras metodologías.

11. Conclusiones

- ❖ Los aislamientos fueron desarrollados utilizando protocolos del grupo de Biología y mejoramiento de Cenipalma. Se hizo la estandarización de la técnica de inoculación de *P. palmivora*, haciendo bioensayos en palmas de vivero evaluando las tres metodologías de inoculación
- ❖ El tamizaje de los genotipos resulta de gran importancia ya que con la resistencia se puede comparar cual es el adecuado para llegar a cumplir el objetivo del proyecto, para descartar el material que no tenga futuro mediante las inoculaciones previas para su posterior análisis.
- ❖ Los detalles metodológicos son propiedad intelectual de Cenipalma, por lo tanto, existe confiabilidad de cierta información que solo le compete a dicha empresa y no es permitido divulgar.

12. Glosario

PHYTOPHTHORA PALMIVORA: agente causal de la PC.

Pudrición del cogollo: Es la enfermedad más limitante provocando la desaparición de plantaciones enteras en Panamá, Colombia, Ecuador, y Brasil

Palma de aceite: Es la oleaginosa de gran aumento productiva del planeta; una ha sembrada produce de 6 y 10 veces más aceite que las demás

Meristemo: son los responsables del crecimiento vegetal, sus células son pequeñas, tienen forma poliédrica, paredes finas y vacuolas pequeñas y abundantes.

Agroindustria: Es uno de los primeros pasos para llevar el campo a la modernidad, y mejor calidad de vida, con innovación

Fedepalma: Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite

Cenipalma: Corporación centro de investigación en palma de aceite

Fitosanitario: Alude a lo que se vincula a prevenir y tratar las diversas enfermedades que pueden padecer las plantas

Resolución ICA 4170: Resolución del instituto Colombiano Agropecuarios ICA, 4170 de 2014, se declaran las plagas de control oficial para el cultivo de palma de aceite y se establecen las medidas fitosanitarias para su prevención y control

Oomycetos: También conocidos como mohos acuáticos, son un numeroso grupo de organismos eucariotas terrestres y acuáticos.

Infeción: Proceso en que un microorganismo patógeno invade a otro llamado Hospedador y se multiplica pudiendo provocar daño

Zoospora: Es una espora asexual provista de flagelos para locomoción, producida dentro de esporangios propios de algunos hongos y algas

Cogollo: Brote de las plantas y los árboles

Apresorio: Estructura adhesiva, achatada, a partir de la cual se origina una hifa afilada que rompe la cutícula de una célula epidérmica del huésped por punción permitiendo la penetración del micelio para establecer la infección del hongo parásito

Hifa: Filamento, ramificado o no, de tamaño microscópico que reunido con otros filamentos forma el cuerpo vegetativo de los hongos, el micelio

Pczc145: Pudrición del cogollo zona central aislamiento 145

Incidencia: Relación entre el número de plantas enfermas sobre el total de las palmas

Severidad: Cuanto tejido de la planta se encuentra afectado por la enfermedad

Necrotrófico: Destruye las células, y luego consume su contenido

Biotrofos: viven dentro del hospedero sin causar la muerte

Apoptosis: Es un sistema de muerte programada o controlada por el mismo organismo, con el fin de controlar su desarrollo y crecimiento para la supervivencia de la misma palma

Plog : Es un trozo de del “medio” V8 en forma cilíndrica, sacada con una pipeta de pasteur de vidrio y se coloca en la palma con herida o sin herida

Plog sin herida: Se coloca un disco de micelio de la caja Petri en la parte basal de la hoja flecha con la ayuda de una pipeta Este ensayo se realizó en seis repeticiones para el cruzamiento C y cinco repeticiones para el cruzamiento D, se empleó una palma control para cada uno de los cruzamientos, la metodología de inoculación fue plug sin herida de medio V8/Zanahoria

Plog con herida: Se realizó un corte horizontal a la hoja flecha en la parte basal extrayendo una pestaña de tejido con ayuda de una cuchilla, posteriormente con una pipeta se extrajo un disco de micelio de la caja Petri, el plog se colocó entre el corte y la pestaña de tejido de la flecha (hoja negativa no abierta) a inocular, finalmente se presiona el micelio para fijar el plug en la parte inferior de la flecha. Para este ensayo se realizó en seis repeticiones para cada cruzamiento C y D, se empleó una palma control para cada cruzamiento la cual se inoculó con el medio V8 / Zanahoria por medio del plug con herida (sin *P. PALMIVORA*).

Foliolo: Se seleccionaron los folíolos de las hojas negativas de palmas de aceite, se cortaron fragmentos y se dejaron en cámaras húmedas, se realizó la inoculación de 20 µL de la solución de zoosporas a 2'000.000 zoosporas/mL, en la parte media del foliolo. Los folíolos inoculados se dejaron de 3-4 días en las cámaras húmedas, posteriormente para realizar la inoculación de las palmas del umbráculo, se tomaron dos folíolos colonizados por *P. palmivora* y se introdujeron entre la hoja flecha y la hoja uno hasta el fondo, dejando

el inóculo lo más cercano al cogollo, finalmente las dos hojas se unieron con una cinta, esta se retiró en la primera revisión.

Tester: El cruzamiento es un polen resistente al PC

Tamizaje de genotipos: Mediante el tratamiento seleccionado de los tres métodos que se van a evaluar, el de mayor favorabilidad, busca analizar a cabalidad las variables que este pueda presentar mediante el tiempo de estudio, de acuerdo a los resultados anteriores que se tienen conocimiento en el centro de investigación la Vizcaína (CEPV)

Activación invitro: Permite propagar el patógeno *P. Palmivora*, mediante un cultivo invitro, a través de un medio catalogado como V8, ofreciendo la activación adecuada para reproducirse y multiplicarse. Y mantener vivo el patógeno

Censo de anomalías: Evaluar palma a palma que enfermedades, o desarrollo presenta la palma para cumplir su progreso

Cybertracker: es un software de una empresa sudafricana sin fines de lucro, Cybertracker, que desarrolla soluciones de captura de datos de mano. El software se desarrolló por primera vez como una forma de permitir que los rastreadores de animales analfabetos comuniquen sus observaciones ambientales.

Geomántica: Es una disciplina que engloba las Geociencias con la integración y aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Esta suma de Geociencias + TIC hace posible la captura, procesamiento, análisis, interpretación, almacenamiento, modelización, aplicación y difusión de información digital geoespacial o localizada, aplicable en los ámbitos de la ingeniería, el territorio y la sociedad.

Dispositivos móviles: Es un pequeño dispositivo de computación portátil que generalmente incluye una pantalla y un método de entrada (ya sea táctil o teclado en miniatura). Muchos dispositivos móviles tienen sistemas operativos que pueden ejecutar aplicaciones. Las aplicaciones hacen posible para los dispositivos móviles y teléfonos celulares se utilicen como dispositivos para juegos, reproductores multimedia, calculadoras, navegadores.

13. Recomendaciones

- ✓ Actualmente se realizan en palmas con una edad mayor de los 8 a 12 meses; sin embargo se podrían realizar evaluaciones en palmas de menor edad para aumentar la eficiencia a niveles de infección
- ✓ Es importante reforzar la asepsia del sistema de trabajo, donde se realizo un trabajo con agua esterilizada, sin embargo se puede complementar los productos con vestuario desechable o de un único manejo en el lugar de trabajo
- ✓ Para mitigar los problemas de alto PH en época de Verano, se podría incluir un filtro POS FILTRO BIOALCALIZANTE. Sin embargo con los análisis de agua se determinara por parte de Cenipalma el filtro o manejo adecuado

14. Referencias bibliográficas

- Franqueville, H. 2001. Pudrición del cogollo de la palma aceitera en América Latina. Revisión preliminar de hechos y logros alcanzados. Cirad – Departamento de Cultivos Perennes. 35 p
- Sarria, G., Torres, G., Aya, H., Ariza, J., Rodríguez, J., Vélez, D., Varón, F. y Martínez, G. 2008a. *Phytophthora sp.* Es el responsable de las lesiones iniciales de la Pudrición del Cogollo (PC) en la Palma de Aceite en Colombia. Palmas, Vol. 29. Edición Especial. Pp.31-41.
- Sarria, G., Torres, G., Vélez, D., Rodríguez, J., Noreña, C., Varón, F., Coffey, M., Elliot, M. y Martínez, G. 2008b. Caracterización morfológica y molecular de *Phytophthora palmivora* agente causal de las lesiones iniciales de la Pudrición del Cogollo (PC) en la Palma de Aceite en Colombia. Fitopatología Colombiana. 32(2): 39-44
- Vélez, D., Noreña, C., Sarria, G., Torres, G. Varón, F. y Martínez, G. 2008. Evaluación y cuantificación de estructuras de *Phytophthora palmivora*, el responsable de la Pudrición del Cogollo (PC) de la Palma de Aceite. Fitopatología Colombiana. 32 (2): 45 – 50.
- Ariza, J. G.; Sarria, G. A.; Torres, G. A.; Varon, F.; Martínez, G. Relación entre los grados de severidad de la Pudrición del cogollo de la Palma de aceite y el avance de la lesión hacia la zona meristemático. En las Memorias de la VIII Reunión Técnica Nacional de Palma de aceite. Compensar, 22 - 24 de septiembre, Bogotá.
- Duff, A. D. S. 1963. The Bud Rot Little Leaf Disease of the Oil Palm. J. W. African Institute. Oil Palm Research. 8: 174-190.

- Franqueville, H. de. 2003. Oil Palm Bud Rot in Latin America. Expl Agric. 39: 225-240. Cambridge University Press. United Kingdom. Garofalo, J. F.; McMillan, R. T. 1999. *Phytophthora* Bud Rot of Palms in South Florida. Fact Sheet N° 27 Cooperative Extension Service, IFAS, University of Florida. 2 p. Gómez C., P. L.;
- Acosta G., A.; Guevara L., A.; Nieto P., L. E. 1995. Pudrición de cogollo en Colombia: Importancia, investigación y posibilidades de manejo. Estado actual de la investigación sobre la Pudrición de cogollo. Revista Palmas, Colombia. Número especial (16): 198-206. Martínez, G. 2008. Avances en la solución de la Pudrición del cogollo de la Palma de aceite en Colombia.
- Drenth, A. (2013). *Phytophthora palmivora, la causa de la pudrición de cogollo*. Obtenido de *Phytophthora palmivora, la causa de la pudrición de cogollo* : file:///C:/Users/david/Downloads/10671-Texto-10904-1-10-20131030.pdf
- Garcia, C. d. (Marzo de 2016). Pudricion del cogollo. Obtenido de pudricion del cogollo: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/215904/27_Ficha_Tcnica_-_Pudricion_del_cogollo.pdf
- Ramirez, M. (2010). *Pudricion de Cogollo*. Obtenido de Pudricion de Cogollo: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/pudricion-del-cogollo>
- Rubio, Á. E. (Junio de 2010). Analisis de las ultimas investigaciones sobre pudricion del cogollo. Obtenido <http://bdigital.unal.edu.co/2724/1/796069.2010.pdf>
- Drenth, A. (2013). *Phytophthora palmivora, la causa de la pudrición de cogollo*. Obtenido de *Phytophthora palmivora, la causa de la pudrición de cogollo* : file:///C:/Users/david/Downloads/10671-Texto-10904-1-10-20131030.pdf
- Garcia, C. d. (Marzo de 2016). *Pudricion del cogollo*. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/215904/27_Ficha_Tcnica_-_Pudricion_del_cogollo.pdf

- Ramirez, M. (2010). *Pudricion de Cogollo*. Obtenido de Pudricion de Cogollo: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/pudricion-del-cogollo>
- Rubio, Á. E. (Junio de 2010). Analisis de las ultimas investigaaciones sobre pudrición cogollo. Obtenido: <http://bdigital.unal.edu.co/2724/1/796069.2010.pdf>
- Moreno-Chacón, A., Camperos-Reyes, J., Ávila, R. y H. Romero. 2013. Biochemical and physiological responses of oil palm to bud rot caused by *Phytophthora palmivora*. *Plant Physiology and Biochemistry* 70: 246-251.
- Ayala, I. M., & Romero, H. M. (2017). *Comportamiento Agronomico de cultivares comerciales de palma de aceite en el Campo Experimental Palmar de la Vizcaina*. Bogotá D.C, Colombia: Cenipalma.
- De Rojas, P., & Ruiz, B. (1972). *Investigaciones sobre la pudricion del cogollo, pudricion de la flecha de la palma africana de la plantacion La Arenosa*. Departamento de Antioquia.
- Fedepalma. (2012). *La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo*. Bogotá.
- Castaño Zapata, J. (2002). *Principios basicos de la fitoepidemiologia*. Manizales-Caldas: Universidad de Caldas.
- Martinez G., e. (2013). Avances en la investigacion sobre las dos enfermedades mas importantes en la palma de aceite en Colombia: pudricion del cogollo y marchitez letal. 34, 39-47.
- Sarria, G., Martinez, G., Varon, F., & Drenth, A. (20 october 2015). Histopathological studies of the process of *Phytophthora palmivora* infection in oil palm. 2-8.
- Nieto, E. (1993). El complejo Pudrición de cogollo de la Palma de Aceite. *Palmas*, 14(1), 13–17.
- Vélez, M. V. (2001). Evaluación del potencial de los acuiferos de la zona de yondo. Universidad nacional de colombia sede medellin .
- William Fry Niklaus J Grünwald, A. E. (2010). Introducción a los Oomicetes Características morfológicas de los oomicetes. *Trans. Alberto J. Valencia-Botín*

- Fedepalma. (2016). *la agroindustria de la palma de aceite en colombia*. bogota colombia: Icolgraf.
- Dransfield, J. (2008). *The evolution and classification of palms*. chicago: University of Chicago.
- Corley, & Tinker. (2003). *The oil palm*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Diana hernández, p. m. (2012). *Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite*. bogota colombia: cenipalma.
- Hormaza et ál. (2010). Escala BBCH extendida. En P. Hormaza, D. Forero, R. Ruiz, & H. Romero *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleifera [Kunt] Cortes x Elaeis guineensis Jacq.)* (págs. 89-101). Bogotá D.C., Colombia
- Revista Palmas, sana Colombia. 29 (2): 53-64. Martínez, G.; Torres, G. A. 2007. Presencia de la Pudrición del cogollo de la Palma de aceite (PC) en plantas de vivero. Revista Palmas, Colombia. 28 (4): 13-20. Martínez, G.; Torres, G. A. 2008. Escala de severidad de la Palma de aceite. Folleto divulgativo. Cenipalma, Colombia. 12 p.

15. Anexos



Fotografía por: Eliana Duarte



Fotografía por: Eliana Duarte

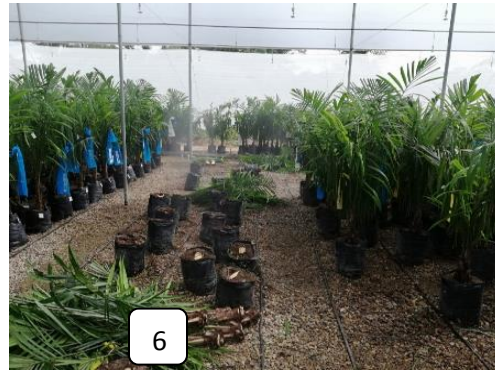


Fotografía por: Andres Vélez

Fotografía por Eliana Duarte



Fotografía por: Eliana Duarte



Fotografía por: Eliana Duarte



Fotografía por: Eliana Duarte
“Cibertracker”



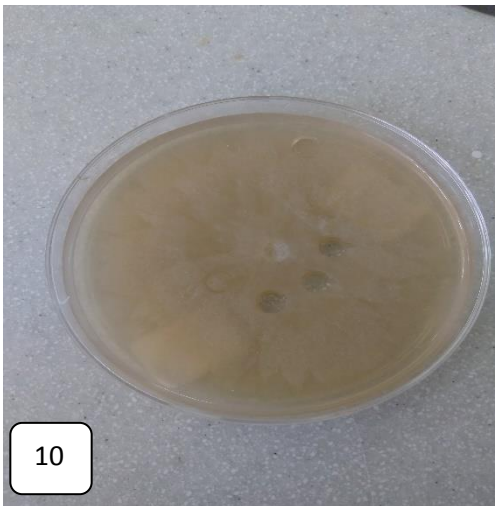
Fotografía por: Eliana Duarte QR



Fotografía por: Eliana Duarte



Fotografía por: Eliana Duarte



Fotografía por: Eliana Duarte



Fotografía por: Carolina Ángel



Fotografía por: Eliana Duarte



Fotografía por: Laura Hernández



Fotografía por: Eliana Duarte

Fotografía: 1. En la ilustración se observa a dos trabajadores ayudando en el proceso de inoculación con la encargada del procedimiento que se lleva a cabo. El trabajo se reparte de tal forma que un trabajador abre la palma mientras que el otro ilumina y sostiene la cava llena de foliolos que serán adheridos a la flecha joven de la palma; esto con el fin de promover la enfermedad de la planta y registrar en evaluaciones póstumas su crecimiento en la hoja flecha

Fotografía: 2. Esta ilustración hace referencia al descarte y eliminación del material vegetal Cirad que cumplió su tiempo estipulado según el cronograma. A partir de este descarte se reacomodan las naves correspondientes de Camerún y se realiza una trituración de aquellas palmas que cuentan con presencia de PC (Pudrición de Cogollo). El material sobrante es recogido por el tractor para llevarlo al incinerador. Los estudiantes David Sguerra y Eliana Duarte ayudan y coordinan con la labor estipulada en ese día.

Fotografía: 3. Se observa a la estudiante Eliana Duarte verificando si la palma cuenta con el QR y la chapeta correspondiente, con el fin de recoger todas las tarjetas de identificación para volverlas a acomodar en las naves que se reestructuraron nuevamente con el descarte reseñado anteriormente.

Fotografía: 4. Se observa un componente vegetal afectado por PC, la parte más “tierna” hace referencia a la afección donde se encuentra ubicada la mancha café, con esta señal se deduce que la palma puede llegar a tener un desarrollo foliar contaminado ya que el patógeno se hospeda donde se realizó la inoculación o donde pudo propagarse por medio de otros factores.

Fotografía: 5. Se observa una palma completamente afectada en una de sus hojas, se le denomina lesión en flecha continua y a su vez la lesión en la flecha 1. Con el tiempo los folíolos continuos tendrán presencia de PC llegando a causar una senescencia total.

Fotografía: 6. Procedimiento finalizado del descarte de las palmas Cirad. El espacio libre queda a disposición de la recomodación de las Camerún

Fotografía: 7. Uso de la aplicación Cybertracker para la introducción de datos en las mediciones de flecha y daño en las plantas inoculadas previamente.

Fotografía: 8. Lectura del código QR mediante el escáner del programa. A partir de ese momento las cifras quedan registradas en la base de datos, lo cual sirve para descargar posteriormente y realizar su debido análisis.

Fotografía: 9. Se puede observar en la fotografía los materiales que se usan para la inoculación en las palmas, consta de unos guantes de nitrilo, unas pinzas debidamente esterilizadas, un tarro de alcohol, cinta de enmascarar, y una navaja

Fotografía: 10. Se puede observar una bandeja de aluminio donde se ponen los folíolos infectados de *Phytophthora Palmivora*, para posteriormente inocular las palmas del proyecto

Fotografía: 11. Se identifica una caja Petri con medio V8 *Phytophthora Palmivora*, para hacer una Siembra masiva del patógeno y luego infectar los folíolos, y llevarlos al Umbráculo para ponerlos en las flechas más jóvenes de las palmas

Fotografía: 12. Se puede observar en la imagen una caja Petri con el patógeno aislándolo para una reactivación

Fotografía: 13. Aquí se puede observar en esta imagen el agente causal de PC *Phytophthora Palmivora*. Observándolo en un microscópico con el lente 20X y se adiciono azul de metileno.

Fotografía: 14. En esta ilustración se puede ver que se está haciendo una recolecta de muestras para llevar al

Fotografía: 15. En bolsas de transparente, se introduce la muestra y se hace el rotulo correspondiente para llevar al laboratorio a su respectivo análisis



COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA