
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Descripción y evaluación de casos por Problemas de Marchitez en Palma de Aceite
(*Elaeis guineensis* jack) en San Pablo sur de Bolívar.

Trabajo de grado para obtener el título de
Ingeniero agrónomo
Universidad de Cundinamarca

Yhilibert Rangel Torres
código: 460212131

Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Extensión Facatativá

Descripción y evaluación de casos por Problemas de Marchitez en Palma de Aceite
(*Elaeis guineensis* jack) en San Pablo sur de Bolívar.

Yhilbert Rangel Torres

código: 460212131

Tutor externo

Greicy Andrea Sarria Villa-Cenipalma

Tutor Interno

Jenny Liliana García Morantes Docente

Universidad de Cundinamarca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Extensión Facatativá

2018

Facultad de Ciencias Agropecuarias

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACION	9
OBJETIVOS	10
Marco Referencial: Revisión de Literatura	11
Caracterización del flagelado	16
MARCHITEZ LETAL.....	17
METODOLOGÍA	20
Ubicación	20
Trabajo de laboratorio	21
FASE DE CAMPO	22
RESULTADOS DE LABORATORIO	24
INCIDENCIA DE LOS CASOS DE MARCHITEZ DESDE AGOSTO DE 2017	26
A MARZO DE 2018	26
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS	32
SINTOMATOLOGIA ASOCIADA A LA MARCHITEZ PRESENTE EN LA FINCA PALMAR PUERTO NUEVO EN EL SUR DEL BOLIVAR.....	32
RAÍZ	32
Foliares.....	33
FRUTO.....	36
SINTOMAS INTERNOS.....	39
Estípites.....	39
Evaluación de Temperatura.....	40
FORMATO GENERADO PARA MEDIR EL AVANCE DE LA MARCHITEZ SOBRE PALMAS ENFERMAS	42
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
CRONOGRAMA	52
ANEXOS.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de la plantación con la ubicación de cada lote y sus linderos (Fuente: Autor, 2018)	23
Figura 2 Mapa de la plantación y la ubicación del lote de estudio (Fuente: Autor, 2018).....	23
Figura 3 No se observan protozoarios flagelados en la solución, las estructuras y formas que se observan son residuos de raíz que se separan en el momento de realizar la extracción.....	25
Figura 4 Gotas de savia extraídas de las raíces de palmas enfermas vistas en 40x teñidas con solución Giemsa (Fuente: Autor, 2018)	24
Figura 5 Cortes semi-histológicos de raíces de palmas enfermas, no se observa obstrucción de ningún tipo en las estructuras vasculares en palmas enfermas por Marchitez	25
Figura 6 Selección y codificación de las 30 palmas en estados iniciales de la enfermedad. (Fuente: Autor, 2018).....	32
Figura 7 Raíces de palmas enfermas y sanas con la sintomatología asociada a la Marchitez (Fuente: Autor, 2018).....	33
Figura 8 Primeros síntomas asociados a la zona foliar de la palma (Fuente: Autor, 2018)	34
Figura 9 Foliolos de palma afectados por la marchitez, coloración rojiza o marrón precedida por un amarillamiento, además se aprecia el entorchamiento de los foliolos a medida que avanza el manchado sobre la lámina foliar (Fuente: Autor, 2018)	34
Figura 10 Síntomas foliares asociados a los casos de Marchitez (Fuente: Autor, 2018)	35
Figura 11 Necrosamiento y entorchamiento en hojas de palma (Fuente: Autor, 2018)	35
Figura 12 Desplazamiento ordenado de la Marchitez en la palma (Fuente: Autor, 2018).....	36
Figura 13 Síntomas en fruto asociados con la Marchitez (Fuente: Autor, 2018).....	37
Figura 14	38
Figura 15 Síntomas internos en palmas con un 90% de área foliar afectada por Marchitez, se observó un moteado de color naranja en estas palmas (Fuente: Autor, 2018)	40
Figura 16 Síntomas internos en palmas con menos del 70% de área foliar afectada por la marchitez (Fuente: Autor, 2018)	40
Figura 17 Termómetro infrarrojo AGRI-THERMS III TM (Fuente: Autor, 2018)	41

INDICE DE TABLAS

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tabla 1 Datos relacionados con el número de casos de palmas enfermas con síntomas de Marchitez y la precipitación obtenida por mes en la plantación Puerto nuevo (Fuente: Autor, 2018)	26
Tabla 2 Porcentaje del número de casos nuevos por Marchitez en el lote de estudio T2A durante el periodo de evaluación (Fuente: Autor, 2018).....	27
Tabla 3 Precipitación mensual promedio de los meses de agosto a marzo entre el periodo 2010 - 2018 en San Pablo zona sur del departamento de Bolívar (Fuente: palmeras del cucú; Paredez, C.2018)	28
Tabla 4 Prueba de correlación de Pearson entre la incidencia de palmas enfermas por Marchitez en el lote T2A y la precipitación promedio de 8 meses durante 8 años periodo 2010- 2018	29
Tabla 5 Resultados obtenidos	29
Tabla 6 Prueba t para datos muestras suponiendo varianza desiguales	
¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 7 Gráfico de correlación de Pearson	31
Tabla 8 Grafico de relación lineal para las variables evaluadas (Precipitación e Incidencia) (Fuente: Autor, 2018).....	42
Tabla 9 Tabla de severidad realizada para evaluar el avance de los síntomas en hojas de palma de aceite (Fuente: Autor, 2018).....	43

Dentro de las enfermedades más limitantes en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) encontramos la Marchitez sorpresiva de agente causal *Phytophthora staheli*, que es un protozooario flagelado, y la Marchitez letal de agente causal desconocido pero se asocia su diseminación a un insecto vector el Cixiidae *Myndus crudus*; ambas enfermedades son de carácter letal y están presentes en las 4 zonas palmeras del país, siendo un riesgo latente para las 450.000 hectáreas de palma sembradas actualmente. Se planteó como objetivo identificar los síntomas asociados a este nuevo caso de marchitez ya que exhibe síntomas asociados a los tipos de marchitez reportados hasta el momento. El ensayo se llevó a cabo en la plantación Puerto Nuevo ubicada al sur del departamento de Bolívar.

Se Planteó como metodología un análisis cualitativo realizando un seguimiento a 30 palmas en estado de producción, con aparición de síntomas iniciales verificando desde el inicio el avance de los síntomas y el tiempo de duración de cada uno de ellos, realizando una evaluación de los síntomas cada semana hasta que las palmas se afecten completamente, se llevaron a cabo pruebas de tinción de savia para verificar o descartar la presencia de protozoarios flagelados en palmas enfermas, como agente causal de la marchitez sorpresiva, A demás, se llevaron a cabo censos de sanidad cada 8 días con el fin de registrar el número de casos nuevos de palmas enfermas en el lote T2A. Se correlacionaron estos datos con los promedios de precipitación de la zona en un periodo de 8 años por medio del diseño estadístico de Pearson obteniendo un $r = 0,247$ lo cual indica que no existe relación entre las dos variables. Como resultado Se descartó la presencia de protozoarios flageados como agente causal de la marchitez sorpresiva en palma de aceite, además se establecieron los síntomas internos y externos asociados al nuevo caso de marchitez en la zona sur del departamento Bolívar

Palabras clave: Marchitez, protozoarios flagelados, *Elaeis guineensis*, cualitativo, síntomas, insecto vector, tinción, savia

ABSTRACT

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Among the most limiting diseases in oil palm cultivation (*Elaeis guineensis*) we find the sudden withering of causative agent *Phytophthora staheli*, which is a flagellated protozoan, and the lethal wilt of unknown causative agent but its dissemination is associated to a vector insect the Cixiidae *Myndus crudus*; Both diseases are of a lethal nature and are present in the four palm zones of the country, being a latent risk for the 450,000 hectares of palm currently planted. The objective was to identify the symptoms associated with this new case of wilt, since it exhibits symptoms associated with the types of wilt reported so far. The trial will be carried out in the Puerto Nuevo plantation located south of the department of Bolívar.

A qualitative analysis was presented as a methodology, tracking 30 palms in production state, with the appearance of initial symptoms verifying from the beginning the advance of the symptoms and the duration of each of them, making an evaluation of the symptoms each week until the palms are completely affected, tests of wisdom staining were carried out to verify or rule out the presence of flagellated protozoa in diseased palms, as a causal agent of the sudden wilt, In addition, health censuses were carried out every 8 days in order to report the number of new cases of diseased palms in lot T2A. These data were correlated with the average precipitation of the area by means of Pearson's statistical design for non-parametric data obtaining a $r = -0,243$ which affirms a good direct correlation between these variables. As a result the presence of flagellated protozoa as the causative agent of the sudden wilt in oil palm was ruled out, as well as the internal and external symptoms associated with the new case of wilt in the southern area of the Bolívar department.

Key words: Wilt, flagellated protozoa, *Elaeis guineensis*, qualitative, symptoms, insect vector, staining, wise

INTRODUCCIÓN

El municipio de San Pablo se encuentra ubicado en el departamento de Bolívar, en la actualidad el municipio cuenta con 7200 hectáreas cultivadas con palma de aceite (Cenipalma, 2018). La palmicultura se ve afectada por diferentes problemas sanitarios, entre ellos las marchitez de tipo sorpresiva causada por *Phytomonas staheli*, que es un protozoo flagelado, cuya diseminación ha sido asociada a un insecto vector (Cenipalma, 2012).

La marchitez sorpresiva MS es un problema fitosanitario que afecta el cultivo de la palma de aceite en Colombia y en diferentes países de Latinoamérica. Ha sido registrada en las cuatro zonas palmeras del país, mostrando mayor incidencia en las zonas Norte y Central. Esta enfermedad constituye una amenaza permanente para más de 400.000 hectáreas de palma actualmente establecidas, muchas de ellas en etapa productiva (Arango *et al.*, 2012). La MS es una enfermedad letal, se presenta en palmas que empiezan su etapa productiva en adelante, la planta se seca después de 3,5 meses de establecidos los flagelados.

La otra marchitez que afecta el cultivo de la palma de aceite es la Marchitez letal (ML) la cual no es asociada con protozoarios flagelados, su agente causal aún no ha sido identificado, pero si el insecto vector el Cixiidae *Myndus. crudus*; este es un insecto que disemina la enfermedad de palmas enfermas a palmas sanas. Arango *et al.*, (2011).

Arango *et al.*, 2011 reportaron que el microorganismo pasa al insecto cuando se alimenta de las palmas enfermas. Luego de un periodo de incubación del patógeno en el cuerpo del vector, cuando este visita nuevas palmas lo trasmite a plantas sanas y las infecta". Sin embargo las palmas enfermas no muestran los síntomas característicos de la enfermedad después de transcurridos 5,6 meses después de la infección.

Actualmente en la zona Sur del Bolívar los casos de marchitez se asociaban a estas dos enfermedades, pero en la finca el Palmar de Puerto Nuevo, la sintomatología mostrada por las palmas aunque muestra algo de similitud al comportamiento de la MS y la ML, no ha sido posible diagnosticarla. En las palmas afectadas no se han encontrado protozoarios flagelados, ni los síntomas al igual que en la identificación de síntomas no todos coinciden con los asociados a la Marchitez letal presentados en la Zona Oriental del país. Por lo cual, se requiere concentrar esfuerzos en la identificación de síntomas, su progresión, variabilidad y distribución en la planta y en el lote

Facultad de Ciencias Agropecuarias

PLANTEAMIENTO

DEL

PROBLEMA

La palmicultura se ve afectada por diferentes problemas sanitarios, entre ellos la Marchitez de tipo sorpresiva (MS) causada por *Phytomonas staheli*, que es un protozoo flagelado, cuya diseminación ha sido asociada a un insecto vector (Cenipalma, 2012). Esta enfermedad es una amenaza permanente para más de 450.000 mil hectáreas actualmente sembradas en etapa productiva a lo largo del territorio colombiano (Arango et al., 2012). Otro tipo de Marchitez de carácter letal es la (ML) que está asociada al hemíptero *Myndus crudus* mencionada por primera vez en los llanos orientales en 1994 (Arango M., et al., 2012)

Desde el año 2013 se han reportado casos asociados con estos tipos de Marchitez en la zona sur del departamento de Bolívar, por esta razón Cenipalma adelanta la investigación con el afán de confirmar o descartar la presencia de estas enfermedades en la zona, identificando sintomatología y realizando estudios etiológicos en la plantación con mayor grado de incidencia. Hasta el momento se han erradicado aproximadamente 18 hectáreas de la plantación en estudio sin contar con las erradicadas en las plantaciones vecinas, este nuevo caso de marchitez esta es estudio y se llevan a cabo los protocolos mencionados para su control.

¿Habrá asociación de los casos reportados por Marchitez en la plantación Puerto Nuevo, con los reportados en las demás zonas palmeras del país asociados a Marchitez de tipo sorpresiva y letal? se plantea que por medio del seguimiento de palmas enfermas en campo y de los síntomas vistos durante el ensayo se lograra o no confirmar la presencia de estas patologías en las plantaciones afectadas

JUSTIFICACION

Actualmente, en el Sur del departamento de Bolívar se ha presentando una problemática de posible carácter biótico en la plantación de palma de aceite Puerto Nuevo, ubicada en el municipio de San Pablo, vereda Sique bajo; la cual ha ocasionado la erradicación de 18 de 130 hectáreas de la plantación desde el 2013 hasta la fecha. Los primeros reportes fueron entre uno y tres casos mensuales hasta el 2015, a partir de allí se ha aumentado este número alcanzando un registro máximo mensual de 20 palmas afectadas. La problemática ha tomado importancia económica en esta plantación y se ha diseminado en tres fincas más (Plantación Diana vega, Rosa banca y Agro unión).

La sintomatología observada corresponde a una Marchitez; las hojas muestran una coloración rojiza precedida por una franja amarilla, pudrición de racimos, en algunos casos se ha observado pudrición del sistema radical y en estados avanzados la palma se seca completamente y muere. La única alternativa de manejo de esta problemática ha sido la erradicación de palmas con la sintomatología descrita anteriormente. Las investigaciones del Centro de investigación de la palma de aceite Cenipalma realizadas hasta el momento han descartado patologías como la Marchitez sorpresiva y se ha observado una diferencia entre los síntomas registrados y los presentados en Marchitez letal en los Llanos orientales.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se planteó la necesidad estudiar y conocer la problemática y ver la relación con algún agente infeccioso de carácter fúngico, bacteriano, viral entre otros. La primera fase del proyecto que actualmente adelanta el área de Fitopatología de Cenipalma es el reconocimiento y seguimiento al desarrollo de síntomas, y la evaluación del comportamiento y distribución de los casos en el lote.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar y evaluar síntomas asociados a problemas de Marchitez en la plantación Puerto Nuevo del municipio de San pablo, Sur del Bolívar

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar la presencia de protozoarios flagelados en raíz, para descartar su asociación con la enfermedad conocida como Marchitez sorpresiva
- Registrar la aparición de nuevos casos de Marchitez en la plantación Puerto Nuevo del municipio de San pablo, Sur del Bolívar
- Caracterizar síntomas asociados a problemas de Marchitez en la plantación Puerto Nuevo en municipio de San pablo, Sur de Bolívar

Marco Referencial: Revisión de Literatura

Los marchitamientos vasculares son enfermedades destructivas producidas por diversos agentes etiológicos y se encuentran ampliamente distribuidas en poblaciones y cultivos de un sin número de especies de patatas (Agrios 2002)

Independiente del tipo de planta afectada y del patógeno causante la Marchitez cumple con unos síntomas característicos, en principio, las hojas pierden su turgencia se debilitan y adquieren una coloración que va desde verde claro a amarillo verdoso, decaen y finalmente se marchitan, tomando una coloración amarillenta, luego se necrosan y mueren; estas hojas afectadas en el proceso pueden enrollarse o permanecer abiertas (Estupiñan H. *et al.*, 2007).

Diferentes familias de los principales grupos de productos agrícolas comerciales que se producen a nivel mundial padecen de un gran número de enfermedades que están asociadas a un variado grupo de microorganismos, dentro de estas encontramos las de tipo marchitez, se han identificado a *Ralstonia solanacearum* (antes *Pseudomonas solanacearum*) como agente causal de esta patología en solanáceas y musáceas es de carácter letal, y solo se puede combatir antes de establecido el cultivo convirtiéndose en una enfermedad importante dentro de esta familia. Esta enfermedad que se propaga en el tejido vascular, raíces, vasos y tallo, ocurriendo una decoloración vascular color marrón cuando la planta está en estado avanzado de infección (Melgar J., *et al.* 2012) Externamente las hojas se entorchan, pierden su brillo y presentan plasmólisis; todo esto ocurre sin perder el color natural de la planta, otro síntoma característico es el enanismo de plantas infectadas. (Puente R, 2014).

A demás de esta bacteria en solanáceas se suelen presentar tres enfermedades más con síntomas de marchitez. Por *Fusarium* causada por el hongo *Fusarium oxysporum*, la Marchitez sureña o Mal del esclerocio causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*, y la Marchitez por pudrición de raíz y tallo causadas por especies del *Estramenópilo Phytophthora*. (Melgar J. *et al.* 2012).

En el cultivo de aguacate (*Persea americana*) existen problemas de tipo Marchitez asociados a diferentes microorganismos como agentes causales entre los cuales el control del oomycete *Phytophthora cinnamomi* Rands, se hace en mayor medida ya que puede ocasionar pérdidas hasta del 90%, Actualmente se llevan a cabo estudios etiológicos que permitan la identificación de las causas que generan esta patología, se identifican diferentes agentes patógenos que pueden estar involucrados afectando raíces y tallos, *Phytophthora heveae* Thompson, *Phytophthora citricola* Sawada *Verticillium* sp., *Armillaria mellea* (Vahl: Fr.) Kumm, *Cylindrocladium* sp., *Rosellinia* sp., *Fusarium solani* Sacc, *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc. sensu Gordon, *Rhizoctonia* sp., *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Duggar, *Cylindrocladiella* sp., *Cylindrocarpon* sp., *Phytium* sp. Y los nematodos *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp, y *Pratylenchus* sp. (Vitale et al.,

Facultad de Ciencias Agropecuarias

2012; Dann et al., 2011; Bonilla et al. 2011; Perez, 2008; Tamayo, 2007; Besoain y Piontelli; 1999; Zentmyer, 1984) (Ramirez G. et al. 2014)

“Estos patógenos pueden afectar la planta en todos sus estados de desarrollo induciendo síntomas similares, caracterizados por marchitez generalizada, estancamiento del desarrollo, pérdida de vigor, color, brillo y amarillamiento de las hojas y finalmente en estados avanzados, muerte de los árboles (Pérez, 2008; Tamayo, 2007; Zentmyer, 1984)”. En el país no existen estudios detallados de estos agentes causales.

En el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) se han reportado dos tipos de marchitez que afectan palmas que están iniciando la producción de racimos, o palmas de mayor edad. Una de ellas es la Marchitez sorpresiva, que ha sido registrada en palma de aceite y en palma de coco y es asociada al ataque de protozoarios flagelados del género *Phytomonas* (Trypanosomatidae) y la otra de sintomatología similar, pero de etiología desconocida (IICA-BID.-PROCIANDINO, 1988) denominada Marchitez letal. El tipo de Marchitez que actualmente está en estudio exhibe la sintomatología establecida para MS pero no se ha podido vincular su presencia en la zona con protozoarios flagelados o algún otro microorganismo como agente causal, los estudios están dirigidos en identificar las causas y los factores que probablemente están asociados con esta enfermedad.

Marchitez Sorpresiva

Sánchez, 1990 afirma que las palmas que pasan de un estado vegetativo a reproductivo son aquellas que manifiestan los primeros síntomas asociados a la Marchitez los cuales aparecen inicialmente en las hojas de la zona baja de la palma avanzando conforme aumenta el grado de infección a las zonas medias y altas (Cenipalma, 2016) , se argumenta que en menos de 60 días la palma muere,

Esta sintomatología se puede manifestar inicialmente por medio de una coloración marrón-rojiza en las puntas de los folíolos de las hojas maduras, esta avanza del ápice hacia la base y de los bordes hacia el centro, los folíolos presentan, además del color marrón-rojizo, un amarillamiento generalizado en toda la lámina foliar, dando inicio al secamiento de cada uno de los folíolos, a veces en forma ordenada y otras veces en forma desordenada (Cenipalma, 2012). El secamiento avanza hacia las hojas más jóvenes marchitando todo el tejido vegetal de la palma en un tiempo no mayor a los 3 meses.

Las palmas con síntomas iniciales pierden brillo en los frutos opacándose en su totalidad, llegando a una pudrición de racimos, se puede presentar también aborto de

inflorescencias, todo esto se complementa con la decoloración y secamiento del follaje, las raíces se pudren, avanzando de las cuaternarias a las primarias. En su parte interna a nivel de estípite la palma no sufre ninguna lesión, cambio o mancha diferente a su fisiología. (Alvañil, 1996; Cenipalma, 2010, 2012, 2016)

En palma de coco la enfermedad es conocida como Hartrot fue mencionado por primera vez en Surinam asociado con protozoarios flagelados encontrando estos organismos en el floema de cocoteros enfermos, realizando investigaciones con muestras de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) enfermas hallaron una relación específica entre Marchitez y protozoarios flagelados (Dollet *et al.* 1979), estos casos de marchitez presentan una sintomatología similar tanto en cocotero como en palma de aceite; los síntomas iniciales se presentan en las hojas más viejas o inferiores, las cuales presentaban un amarillamiento progresivo desde el ápice hacia la base y finalmente se tomaron de un color marrón café (Barreto J, 1982; Cenipalma,2012) esas hojas se quiebran por el raquis, y a medida que avanza la enfermedad llega al tercio superior afectando las hojas de la corona, en fruto hay caída y necrosis del endospermo, pudrición de raíces que empiezan de la corteza a la parte central, tanto en palmas de aceite como en cocotero al realizar cortes en la base del estípite no se observa necrosis o decoloración, pero al realizar cortes en cocoteros enfermos en la base de la corona en el punto de crecimiento presenta una pudrición que al inicio toma olor fétido y posteriormente presenta la caída del cogollo, en palmas enfermas en la plantacion palmar puerto nuevo no se observó pudrición de los tejidos meristematicos pero se identificó un moteado de color naranja en toda la zona que corresponde a la base de la corona, este proceso dura aproximadamente entre 45 a 60 días en cocotero y en palma de aceite ocurre entre 90 a 120 días (Barreto J, 1983; Cenipalma, 2016)

Las enfermedades Marchitez sorpresiva y Hartrot, cuyo agente causal es una fitomona, se conocen desde 1908 en cocotero (*Cocos nucifera* L.) cuando Drost la reportó en Surinam y posteriormente (1921) en este mismo país la encontró en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.), denominándolas como Hartrot o Fatal wilt (Slobbe *et al.* 1978). Dado que se sabe que los tripanosomas difieren en sus propiedades biológicas y efectos en la planta hospedera, Marin *et al.* (2009) consideran necesario seguir debatiendo la división del género *Phytomonas* en diferentes géneros.

Desde 1909, se conocen los tripanosomátidos en plantas, Kastelein explica que:

“Cuando Lafontlos reportó en el látex de las Euphorbiaceas, sólo fueron considerados patógenos por Stahel, en ese mismo año, cuando los encontró asociados con la enfermedad del necrosamiento del cafeto; y en 1978, Dollet y López encontraron tripanosomátidos en el floema, en cortes histológicos de inflorescencias de cocotero con Hartrot. Posteriormente, al tripanosomátido presente en la savia de las palmas enfermas tanto de cocotero como de palma de aceite fue denominado por McGhee y McGhee *Phytomonas staheli* (1979) como está registrado en los diferentes países latinoamericanos” (Kastelein 1987).

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Hasta ahora, todos los tripanosomas conocidos se han agrupado en el género *Phytomonas*. A raíz del desarrollo de un cariotipo molecular completo de *Phytomonas*, realizado por Marín et al. (2008), se detectaron grandes diferencias en la organización del genoma de diferentes aislados de *Phytomonas* (Marín et al., 2009). Dado que se sabe que los tripanosomas difieren en sus propiedades biológicas y efectos en la planta hospedera, Marín et al. (2009) consideran necesario seguir debatiendo la división del género *Phytomonas* en diferentes géneros

En Colombia se conoció su efecto letal de los tripanosomatidos en palma de aceite en 1963, en la zona de El Zulia (N. Sant.), en la plantación "Risaralda" (Sánchez y Patino 1965). Sánchez (1968) la denominó Marchitez sorpresiva para diferenciarla de la Marchitez progresiva ocasionada por deficiencias nutricionales.

(Urueta, Mc Coy y Martínez) exponen que entre el 60 al 70% de las palmas enfermas examinadas son positivas a estos flagelados en Colombia, por lo que se considera que en los casos en que no se detectan posiblemente sea debido a la descomposición de las raíces (Urueta 1987; Mc Coy y Martínez, 1982)

Con base en lo anterior se consideró a *P. staheli* como el agente causal del Hartrot y de la Marchitez sorpresiva, y se encaminó el estudio hacia las plantas e insectos portadores de estos microorganismos, y la caracterización bioquímica de este tripanosomátido (Alvañil, 1996; Cenipalma 2012)

La Marchitez sorpresiva se presenta en todas las variedades de palma de aceite y en el híbrido interespecífico con Noli (*Elaeis oleífera* (H.B.K.) Cortez), desde los seis meses en sitio fijo hasta que las palmas tienen 18 – 20 años de edad; no obstante, la palma es más susceptible entre los 3 a 5 años de edad en la cual se registra el mayor número de casos. La incidencia de la enfermedad en plantaciones de Surinam y Colombia ocasionó pérdidas económicas hasta del 80% (Alvañil, 1996).

Actualmente en Colombia, aunque se presenta en las cuatro zonas palmeras del país, su incidencia por plantación es de 0,01 a 0,07%, debido al control ejercido por las revisiones fitosanitarias. Sin embargo, existe el riesgo potencial en los lotes donde las condiciones epidemiológicas favorecen la manifestación de esta enfermedad, llegando al 5%. (Alvañil, 1996).

Martinez G, (2010) expone en su trabajo el posible agente vector relacionado con la Marchitez sorpresiva, este agente se encuentra distribuido en el caribe y algunos países de sur america (Cabi, 2002). Los informes sobre *P. staheli* como agente causal de la

marchitez sorpresiva son de Dollet y Lopez (1978), Thomas et al. (1979), y McCoy y Martínez-López (1982). Citados por (Martinez G, 2010) actualmente los vectores de Tripanosomatidos se encuentran asociados a la familia Hemiptera (Mitchell 2004). Los pentatomidos, particularmente *Lincus* spp., transmiten tripanosomatidos (Camargo y Wallace, 1994; Camargo, 1999; Dolling, 1984; Chenon 1984). Informes de Couturier y Kahn (1989), Chenon (1984), Dolling (1984), Perthuis et al., (1985), y Resende et al., (1986) relacionan los chinches *Lincus* (Hemíptero: Pentatomidae) con la Marchitez sorpresiva. Como lo resume Mitchell (2004), los chinches *Lincus* que se sabe son vectores de la Marchitez sorpresiva son *Lincus lethifer* Dolling, *L. lobuliger* Breddin, y *L. tumidifrons* Rolston.

Actualmente se reporta a de *L. tumidifrons* como vector de la Marchitez sorpresiva en Colombia pero menciona Alvañil en (1993) que existen muchas dudas debido a que este insecto no fue registrado en áreas en donde la Marchitez estaba presente con incidencias altas como por ejemplo en la plantación Risaralda en el Norte de Santander, Trabajos realizados por Cenipalman dejan dudas acerca del verdadero vector (Martínez G, 2010)

Caracterización del flagelado

Para realizar las diferentes pruebas es necesario obtener en *cultivo in vitro* altas concentraciones de los diferentes tripanosomátidos presentes en las malezas, cocotero y palma de aceite (McGhee y Postell 1976, 1982; McCoy 1983; Sánchez M., et al. 1996).

“*staheli* es un microorganismo con núcleo y cinetoplasto (organelo que contiene también ADN) que presenta una forma alargada denominada promastigota y que es la más conocida tanto en insectos como en plantas, y varía en tamaño y forma como mecanismo de adaptación al medio en que se encuentre. Esta última característica y el hecho de que morfológicamente sea igual en los diferentes huéspedes, ha conducido a la aplicación de diferentes pruebas bioquímicas y metabólicas, y a estudiar su variabilidad genética principalmente con el ADN del cinetoplasto para determinar su taxonomía” (Alvañil, 1996)

Dollet, (1993) argumenta que actualmente se han logrado aislar 13 cepas de flagelados de cocotero, 9 cepas de palma de aceite (2 cepas aisladas por CENIPALMA), y un gran número de tripanosomas de malezas Euphorbiacea, Asclepiadacea, Apocynacea, y de árboles frutales (Muller y Levasseur 1993; Sánchez Moreno y Fernández 1993). Se han podido determinar varios grupos taxonómicos de tripanosomátidos: uno perteneciente a los intrafloémicos, tres grupos de plantas laticíferas y un grupo asociado con frutales. Aparentemente estos grupos no se pueden relacionar ni por su huésped (maleza o insecto) ni por su origen geográfico.

“No obstante, con la electroforesis isoenzimática para determinar la variabilidad genética, se encontró que los aislamientos de *Alpinia purpurata* (Zyngiberaceae) si no

Facultad de Ciencias Agropecuarias

eran iguales, al menos eran muy similares a la fitomona aislada de una palma con Marchitez sorpresiva procedente de Venezuela (Muller et al. 1994). Esto plantea la posibilidad de que en Colombia se deba dar mayor importancia a otras especies de Zingiberaceae, fuera de las conocidas como posibles portadoras de la *P. staheli*.”

MARCHITEZ LETAL

El disturbio conocido como Marchitez letal (ML), presente en la zona del bajo Upía, se reportó en julio de 1994 en la plantación Palmar del Oriente S.A., en 1999 en la plantación Palmas del Casanare, en 2000 en la plantación Palmeras Santana y recientemente en la plantación Palmeras del Upía. (Pèrez, A., y Cayón, G. 2010).

Torres y Tovar. 2004 mencionan por primera vez esta enfermedad en los estudios realizados en la Zona Oriental de Colombia, donde se dieron los primeros focos de infección en 1994, aun así se reportaron casos sintomatológicos muy parecidos en la década de 1965 – 1975 en Oleaginosas Risaralda, en Valle del Rio Zulia, Norte de Santander (Mena et ál., 1975; Martínez et ál., 1976; Mena y Martínez, 1977), citado por (Arango et al., 2011) donde destruyó alrededor de 288.000 palmas.

Investigaciones realizadas por Arango *et al.*, (2011), concluyeron que los adultos de *Myndus crudus* son los vectores del agente causante de la ML; durante este estudio se mencionó que luego de la visita del insecto al follaje de la palma y de dejar en ella el patógeno responsable de la enfermedad, adquirido al alimentarse de una planta enferma, se requieren en promedio seis meses para que se expresen los síntomas típicos de la ML en la nueva planta infectada.

Esta enfermedad de agente causal desconocido se asocia a los síntomas vistos en palmas enfermas con Marchitez en la plantación puerto nuevo en el sur de bolívar, uno de los síntomas más notables es la coloración de las hojas entre rojizo y marrón empezando por los ápices de los folíolos dejando a su paso un entorchamiento y necrosis de cada uno de los folíolos afectados, aun así el orden del secamiento es ordenado en la Marchitez reportada en puerto nuevo y desordenada en la reporta en la plantación palmar del oriente S.A, Las palmas afectadas por la ML presentan síntomas como amarillamiento de hojas, secamiento progresivo de ápices y márgenes de los folíolos en las hojas de los tercios medio y superior, necrosis de haces vasculares, pudrición gradual de raíces, inflorescencias y racimos y muerte progresiva y rápida de la palma (Calvache et al., 2004; Tovar, 2005; Cenipalma 2012, 2016)

La enfermedad se manifiesta por un secamiento apical y desuniforme de los folíolos y de las hojas, amarillamiento de las hojas jóvenes, quebrazón de hojas a la altura del

tercio inferior, pudrición de frutos, pudrición de raíces y la muerte de la palma en menos de cinco meses de detectada la enfermedad. Por las características del daño observado en las etapas iniciales de este estudio, se la denominó como una Marchitez vascular, por la similitud de algunos síntomas con la Marchitez causada por *Fusarium oxysporum* f.e. *elaeidis* en África (Calvache H., et al. 2004)

Los síntomas reportados por Arango M., *et al* (2011) en palmas a las cuales se les realizaron pruebas de trasmisión y resultaron positivas para Marchitez letal (ML), fueron pudrición de brácteas de la raquilla, pudrición de las inflorescencias más jóvenes y secamente de las puntas de los foliolos, los racimos maduros he inmaduros conservaron en la mayoría de los casos su coloración típica. Sin embargo, se apreció un fácil desprendimiento de los frutos el cual fue mayor con el avance de la enfermedad, la pudrición inicio con en el receptáculo del fruto formando un halo oscuro que continuo con la pudrición de los tejidos

Calvache H., et al., (2004). Establecen además de la etiología de la enfermedad; se está avanzando en el conocimiento de la epidemiología; se establecen estrategias con las cuales se pueda minimizar la incidencia de la enfermedad y evitar su avance, dentro del manejo se establece un plan de mejoramiento, se llevan a cabo dos pruebas de progenie dirigidas a conocer el comportamiento de diferentes materiales comerciales de palma, suministrados por diferentes productores o comercializadores de semillas de palma, en los lotes donde se ha presentado la enfermedad (Calvache H., et al. 2004)

Otra de las estrategias propuestas por Arango *et al.*, (2011), es la siembra de materiales genéticos menos susceptibles, la consecuencia epidemiológica de esta práctica es impactar la velocidad de diseminación del agente causante de la ML; al respecto Arango *et al.*, (2011), identificaron entre un grupo de materiales sembrados comercialmente al interior de las plantaciones del Bajo Upía, zona fuertemente afectada por la ML, diferentes grados de susceptibilidad al agente causante de la enfermedad. Los genotipos promisorios de este estudio podrán ser incluidos tanto en programas de mejoramiento como en el corto plazo en planes de renovación de plantaciones y siembras nuevas (Arango, 2011) mencionado por (Arango *et al.*, 2012)

Además de eso Arango *et al.*, (2011a), estableció un plan de manejo agronómico para mitigar el número de casos de palmas enfermas. Conociendo el ciclo de vida del insecto diseminador en este caso *Haplaxius (Myndus) crudus* Van Duzze (Hemíptera: Cixiidae), sus hábitos de consumo y reproducción, se establecieron planes de acción con aplicación de diferentes productos químicos pertenecientes a diferentes grupos con unas dosis establecidas por hectárea (Carbosulfan, Imidacloprid y Thiametoxam) los cuales mostraron según (Arango M., *et al* 2012) una disminución en el riesgo de nuevas infecciones, puntualmente en los lotes sometidos al ensayo, se pasó del rango entre 16 y 22 palmas nuevas infectadas por cada planta enferma, al rango de cuatro a seis. Esta situación fue producto de reducir, al interior de los lotes tratados, el potencial de inóculo y la población de insectos vectores del agente causante de la ML.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

En la plantación de estudio donde apareció el nuevo foco de Marchitez en la zona sur del departamento de Bolívar se llevaron a cabo algunas labores de carácter investigativo con el fin de asociar estos casos a posibles factores abióticos relacionados con el suelo, se establecieron pruebas de compactación en el año 2014 en el lote T2A donde la incidencia era más alta, argumenta José Manuel Tamara Gerente de la plantación Puerto nuevo que en estos lotes la compactación era muy alta ya que al realizar calicatas para la extracción de muestras del suelo se tenía que picar con pico de acero la zona y luego realizar la práctica, se asoció este problema del suelo con las primeras palmas marchitas debido a que un problema de este carácter reduce el espacio de los poros, afecta el movimiento del agua y la tenacidad del suelo para la retención de agua, la expansión de las raíces y el intercambio de gaseoso de O₂ y CO₂ con la atmosfera (FAO), por estas razones se argumentaba que las plantas estaban teniendo problemas a nivel radicular, para mitigar este efecto se realizó la erradicación de malezas en las entre calles con un herbicida no selectivo, a los 15 días se procedió a pasar una rastra calle intermedia para sembrar cobertura vegetal con el fin de airear el suelo y mantener la humedad del mismo, se sembró *Desmodium obalifolium*, Esta especie es de lento crecimiento arbustivo, pero por la profundidad a la que desarrolla sus raíces se convierte en una alternativa en condiciones de sequía y aireación. Se adapta bien a condiciones de sombra, razón por la cual puede establecerse en plantación durante todo el ciclo de cultivo. Anualmente emite un gran número de semillas, lo que le permite regenerarse fácilmente (Cenipalma, 2012). Logrando meses después una excelente cobertura vegetal en este lote siendo libre de gramíneas evitando la diseminación del vector de la ML *Myndus crudus* el cual aun en esta zona no ha sido avistado, se argumenta actualmente que la compactación en el lote es la adecuada teniendo una buen infiltración de agua y una humedad adecuada corroborándose al realizar calicatas para la extracción de muestras radiculares.

Las practicas mencionadas se deben realizar después de la implementación de las siguientes prácticas culturales dentro del cultivo mencionadas por (Arango M., *et al* 2012) 1) El control de gramíneas y establecimiento de coberturas, bien sea con plantas leguminosas u otras especies que no sean hospederas de *H. crudus* e impidan su normal desarrollo; 2) El diagnóstico temprano y la eliminación inmediata de las palmas infectadas; 3) Para las zonas de alta incidencia, la implementación de un programa de control químico, que permita controlar las poblaciones del insecto vector (Arango *et al.*, 2011).

Calvache H., *et al.* (2004), argumenta que en las plantaciones de palma de aceite de Villanueva (Casanare) se establecieron pruebas agronómicas con el fin de darle un

mejor manejo a la fertilización de los lotes con focos, con el fin de manejar adecuadamente el potasio, el magnesio y el calcio de acuerdo con las características propias de los suelos de las plantaciones evaluadas.

Según Torres y Tovar (2004), a partir de los primeros casos de la ML en la Zona Oriental colombiana, se diseminó a diferentes plantaciones del Bajo Upía y recientemente según la Coordinadora de Manejo Sanitario (2010), hay nuevos focos en otras subzonas en la Zona Oriental Colombiana. Debido al manejo agronómico y los agentes dispersores que pueden existir en las plantaciones infectadas según (Cenipalma, 2010) hay evidencias de su posible presencia en la Zona Central colombiana

Esta enfermedad de la cual se desconoce el agente causal ha sido arrasadora en las plantaciones en donde se conoce de su presencia, ya que el único control hasta ahora es la erradicación de las palmas afectadas llegando a erradicar 106.000 plantas que equivalen a \$86.935.200.000 (Coordinadora de manejo sanitario, 2010) citado por (Arango et al., 2011)

Según Mena y colaboradores (1975), Martínez y colaboradores (1976), en la Marchitez sorpresiva que se presentó en Oleaginosas Risaralda, donde fue notoria la ausencia de protozoarios flagelados, se logró mantener la incidencia de la enfermedad en niveles inferiores al 3%, cuando se implementaron prácticas conjuntas que incluyeron control total de la vegetación circundante y uso de insecticidas. Arango y colaboradores (2011), lograron resultados similares con la Marchitez letal denominada ML en la Zona Oriental colombiana. Allí, luego de aplicaciones conjuntas de insecticidas más herbicidas, se conservó la incidencia por debajo del 1%.

Ambos estudios concluyeron que los insectos que visitaban las palmas sanas con un aparato bucal picador chupador infectaban las palmas sanas transmitiendo la infección. (Arango et al., 2011), tratando de buscar un posible agente causal al cual atribuirle esta Marchitez (Mena et ál., 1975). Sánchez (1973), realizaron un estudio de diferentes especies de hongos fitopatógenos como: *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Macrophomina* sp., *Phytophthora* sp., y *Thielaviopsis* sp., sin embargo, ninguno de éstos reprodujo los síntomas asociados con la enfermedad.

Debido a esto se optó por buscar un diseminador diferente de la enfermedad buscando un insecto con una alta presencia en la zona y que el daño fuera directo en el cultivo de palma Genty (1973), López y colaboradores (1975) reportaron a *Sagalassa valida* como el responsable de dicha sintomatología, por lo tanto la mejor alternativa para controlar la diseminación y multiplicación de *saggalasa* es aplicar productos al suelo en este caso el organoclorado (Endrin®) teniendo en cuenta la dosificación y la frecuencia que más convenga Genty (1981) citado por (Arango et al., 2011)

Facultad de Ciencias Agropecuarias

METODOLOGÍA

Ubicación

La pasantía se llevó a cabo en el municipio de San Pablo sur del Bolívar ubicado al norte con coordenadas $7^{\circ}28'35''N$ y sur $73^{\circ}55'23''O$ en la finca PALMAR PUERTO NUEVO vereda Bajo Siqué, esta finca está constituida por cinco lotes los cuales están ubicados de la siguiente manera (T1A, T1B, T1C, T2A, T2B, T3A, T3B, T4A, T4B, T5A T5B) (figura 1) con un total de 125 hectáreas sembradas, las palmas sembradas en esta plantación son siembra 2006, variedad Dami las flores (Dura x Pisifera)

Trabajo de laboratorio

En palmas que presentaron síntomas asociados a la Marchitez en la plantación Puerto nuevo durante el desarrollo de la pasantía, se tomaron muestras de tejido de raíces con el cual se verifico la presencia de protozoarios flagelados, con el fin de determinar si la Marchitez está asociada o no a flagelados. Se colectaron 12 muestras de raíz de palmas en estados iniciales de infección, 12 muestras en estados avanzados cuando las hojas del nivel foliar 17 estaban afectadas con las manchas rojizas o marrones con más del 20% de área foliar afectada y 15 de palmas sanas vecinas ya que en palmas sanas la raíces están en mayor abundancia y en palmas enfermas se dificulta extraer raíces en un buen estado ya que se deben hacer más de 2 calicatas de $40 \times 40 \times 40$ cm, las raíces se colectaron en bolsa plástica, se rotularon con los datos de ubicación de la muestra (Lote, línea, palma, hora), se transportaron refrigeradas al laboratorio para su procesamiento en un tiempo no mayor a 90 minutos si se quisiera observar el flagelado a un vivo, en otro caso si el tiempo supera este periodo los flagelados mueren pero mediante el método de tinción se pueden observar si llegasen a estar presentes vivos o muertos.

Las observaciones del tejido se realizaron en el laboratorio mediante evaluación directa de la savia y mediante tinción (Sarría *et al.*, 2015).

Antes de examinar las muestras de raíces se limpió muy bien con ayuda de una toalla esterilizada previamente, para eliminar las partículas del suelo, luego con la ayuda de un alicate se extrae una gota de savia de cada una de las 12 muestra de raíz de palma enferma y sana que estén en buenas condiciones cortando la raíz en su parte central tomando la muestra de savia de esta zona, seguido se realizará un frotis con ayuda de una lámina cubreobjetos, se dejará secar durante aproximadamente 15 minutos. Seguido, se sumergirá la muestra en metanol puro por 6 minutos, transcurrido el tiempo se dejara secar la muestra por 24 horas. Posteriormente, se realizo la preparación de una solución A la cual está compuesta por 27,8 gramos de fosfato sódico monobásico en 1000 mL de agua destilada y una solución B 53,65 gramos de fosfato sódico dibasico en 1000 ML.

Luego de la preparación tomar X moles de A mas Y moles de B dividido a un total de 200 mL. de agua destilada más 180 gotas de solución Giemsa dejar secar por 20 minutos y observar al microscopio si hay o no presencia de flagelados.

De igual manera se tomó tejido de raíces y de otros órganos de la palma, en los cuales se realizaron cortes semi-histológicos, se decoloraron con ayuda de KOH (Hidróxido de Potasio) al 10% con el fin de verificar la presencia de estructuras de otros microorganismos en el tejido

EVALACION DEL COMPORTAMIENTO DE LA ENFERMEDAD EN EL LOTE

Los datos fueron colectados realizando un recorrido en el área estudiada lote T2A cada 8 días con el fin de identificar palmas enfermas teniendo en cuenta los síntomas reportados hasta el momento (coloración marrón o rojiza en los folíolos de las hojas bajas, esta coloración con forme avanza el tiempo se extenderá a todos los niveles foliares de la palma; otros síntomas son la pudrición de racimos y el desprendimiento de frutos), con esta información se procedió a ubicar las palmas enfermas en cada recorrido echo en las 5 hectáreas del área de estudio en un mapa del lote en donde estaba la cantidad de palmas sembradas y su disposición dentro del lote mencionando el número de la línea y el número de la palma, de esta manera se evaluó la incidencia en el lote y se logró completar las 30 palmas en estado inicial para su descripción y seguimiento

La incidencia de palmas enfermas que se reportó cada mes fue realizada por medio de la siguiente formula, teniendo en cuenta el número de palmas vivas de cada mes para obtener el resultado final

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Numero de eventos ocurridos en x lugar y en x tiempo}}{\text{Población expuesta al riesgo en x lugar y en x tiempo}} \times 100$$

FASE DE CAMPO

Se tomaron los datos de precipitación en la zona de estudio con un pluviómetro estándar con el fin de correlacionar estos datos por medio de la prueba de correlación de Pearson con los casos nuevos de palmas enfermas por marchitez en el lote T2A con ayuda del programa Excel 2018, Las palmas enfermas que fueron apareciendo se evaluaron semanalmente con el fin de verificar cuales síntomas presentes habían, el orden en los que aparecieron los síntomas y su desarrollo hasta los estados avanzados esta caracterización se realizó de forma cualitativa.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

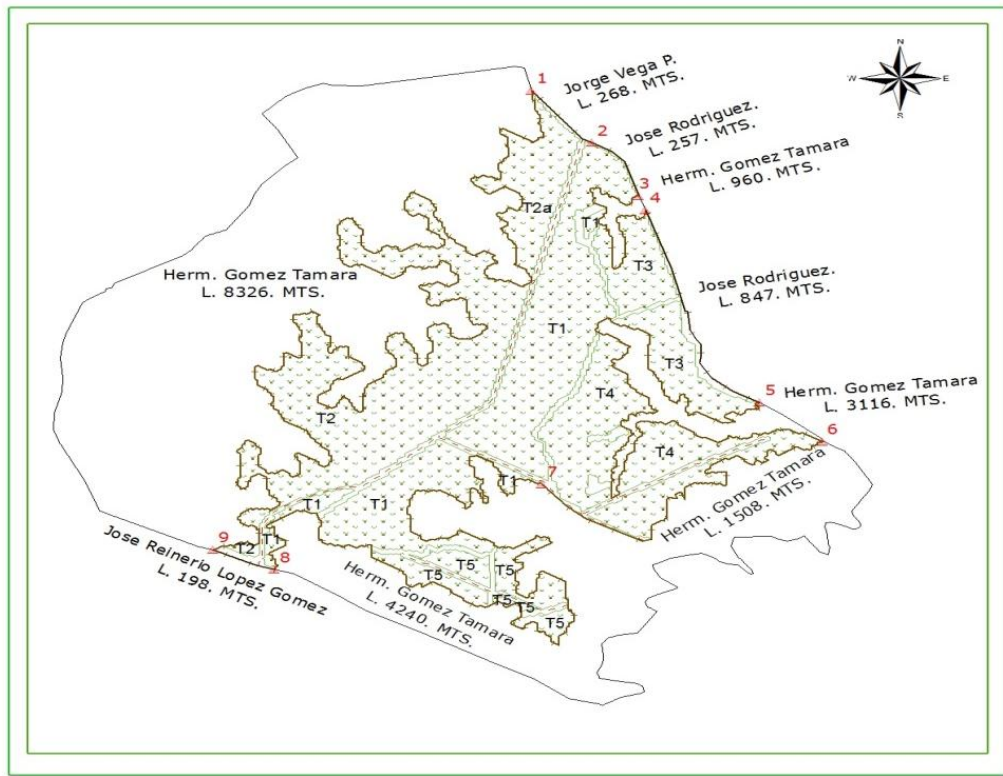


Figura 1 Mapa de la plantación con la ubicación de cada lote y sus linderos (Fuente: Autor, 2018)

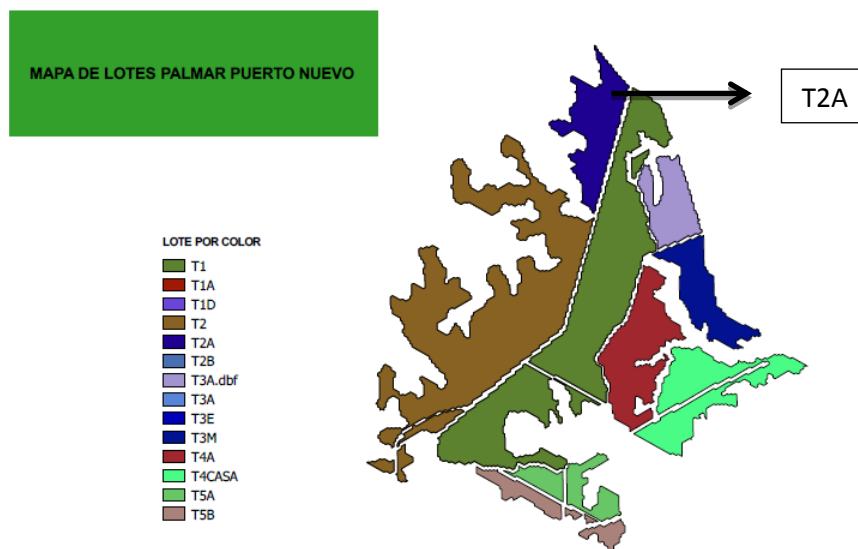


Figura 2 Mapa de la plantación y la ubicación del lote de estudio (Fuente: Autor, 2018)

RESULTADOS

Como resultado de la práctica se debe mencionar que se realizó una inducción inicial de 15 días en el Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental Palmar de la Vizcaína de Cenipalma en Barrancabermeja. En la cual se realizó una introducción a la problemática a trabajar, una capacitación en métodos de procesamiento de muestras de raíces y tejido, preparación de reactivos y de medios de cultivo.

RESULTADOS DE LABORATORIO

No se presentaron protozoarios flagelados en ninguna de las muestras tomadas de las 30 palmas del ensayo en ningún estado de marchitamiento y tampoco ningún otro agente patológico de carácter fúngico o bacteriano, además no hubo diferencia alguna entre las muestras aisladas de palmas sanas y de palmas enfermas

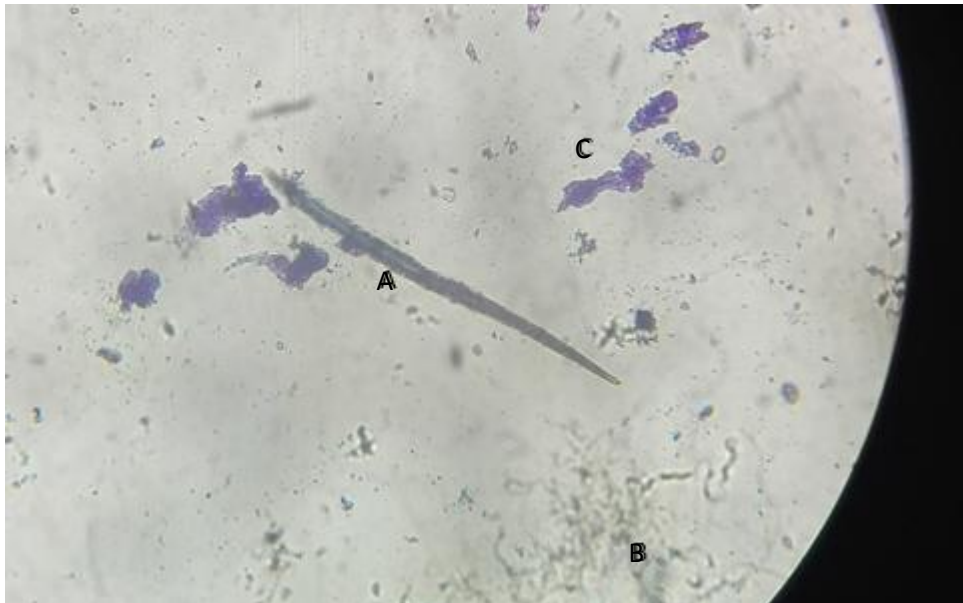


Figura 3 Gotas de savia extraídas de las raíces de palmas enfermas vistas en 40x teñidas con solución Giemsa (Fuente: Autor, 2018) **A** Residuos de raíz **B** Mancha en el objetivo 40x y **C** Aglomeración de savia de color azul violáceo (Fuente: Autor, 2018)

Facultad de Ciencias Agropecuarias

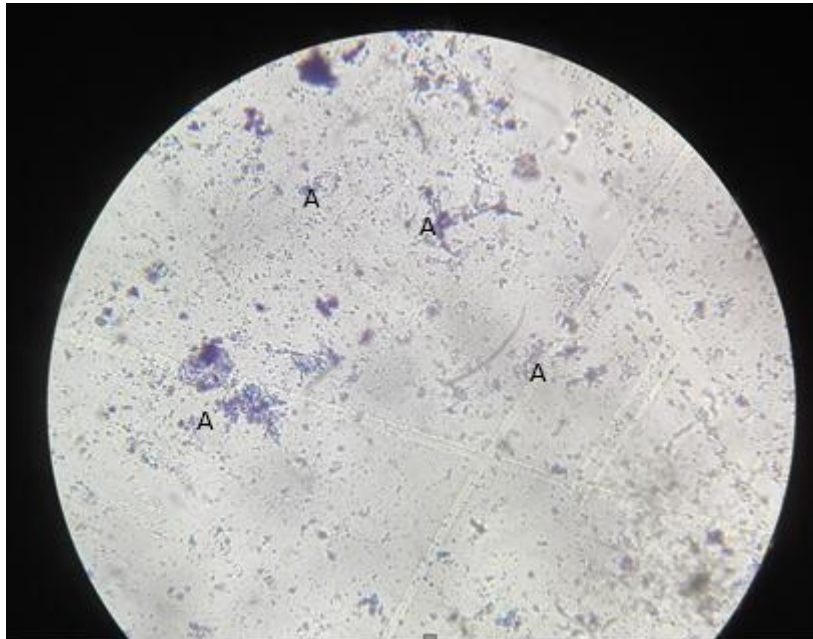
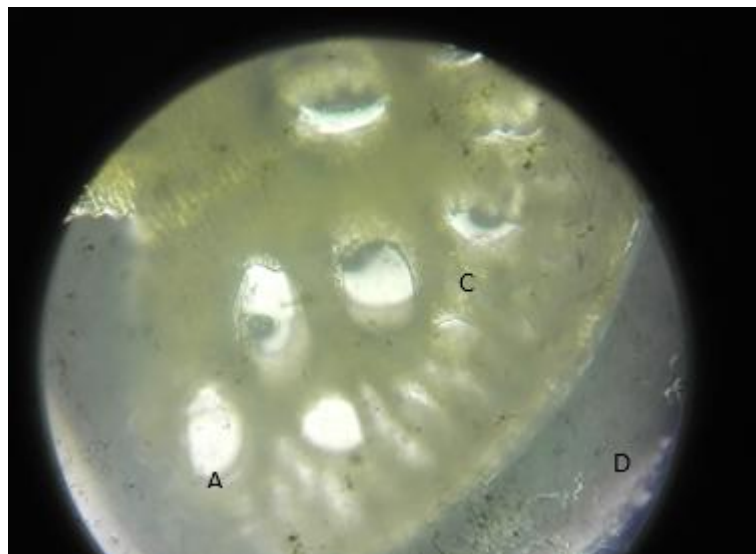


Figura 4 No se observan protozoarios flagelados en la solución, las (A) estructuras y formas que se observan son residuos de raíz que se separan en el momento de realizar la extracción (Fuente: Autor, 2018)



Raíz de palma (Monocotiledónea) se ve claramente los **A** haces vasculares dispuestos sobre toda la muestra, **B** medula, **C** tejido fundamental y **D** epidermis

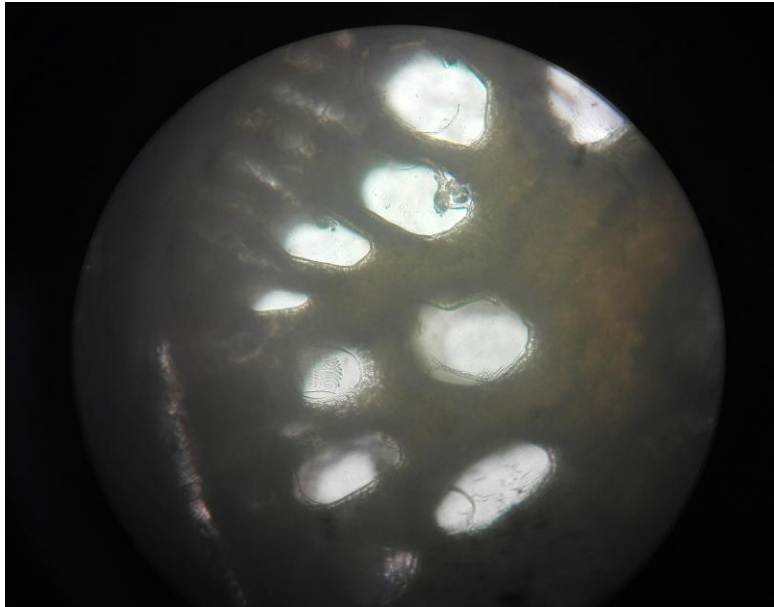


Figura 3 Cortes semi-histológicos de raíces de palmas enfermas, no se observa obstrucción de ningún tipo en las estructuras vasculares en palmas enfermas por Marchitez (Fuente: Autor, 2018)

INCIDENCIA DE LOS CASOS DE MARCHITEZ DESDE AGOSTO DE 2017 A MARZO DE 2018

El lote T2A presenta en total 494 palmas sembradas en un área de 3,5 hectáreas para el mes de agosto de 2017, este número ha disminuido notoriamente a un total de 360 palmas al mes de Marzo de 2018 con un total de 146 palmas enfermas por Marchitez estos datos fueron colectados realizando censos de sanidad en el área estudiada cada 8 días con el fin de identificar palmas enfermas y observar la dispersión de la enfermedad dentro del lote procediendo a su erradicación (ANEXO 3). Hasta el momento la erradicación es el único método de control para este tipo de Marchitez; si palmas enfermas con la sintomatología asociada a la marchitez se dejan en pie por un periodo prolongado de tiempo dentro de la plantación la dispersión de la enfermedad aumentara debido a que se confirma el contagio a palmas vecinas

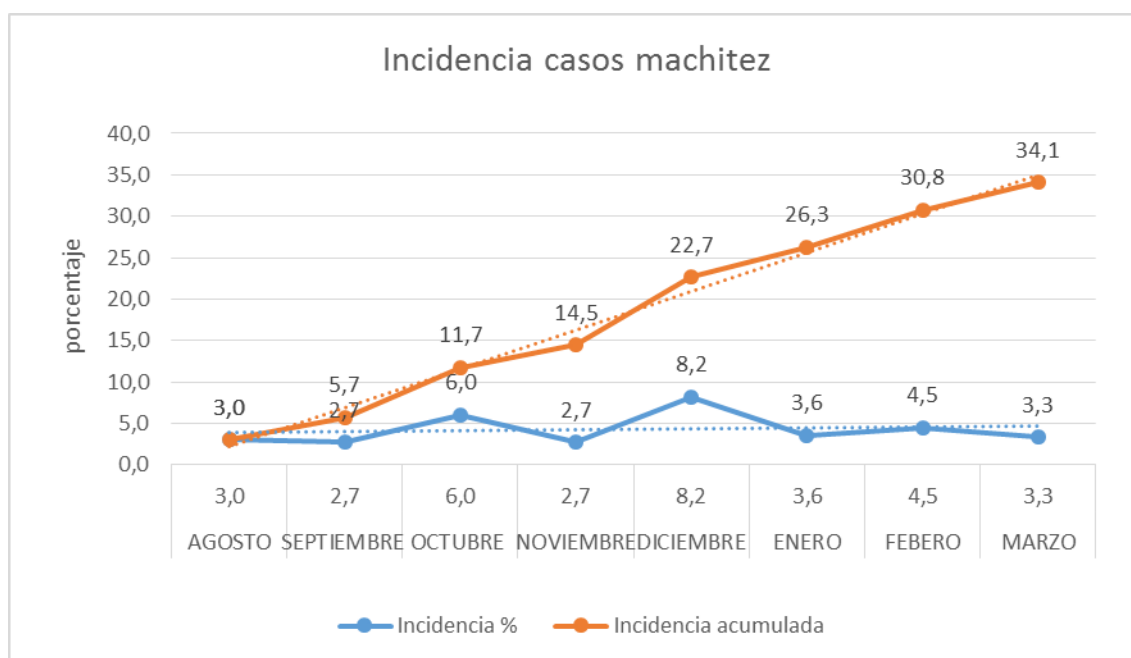
Tabla 1 Datos relacionados con el número de casos de palmas enfermas con síntomas de Marchitez y la precipitación obtenida por mes en la plantación Puerto nuevo (Fuente: Autor, 2018)

MES	Incidencia %	Incidencia acumulada	Promedio de Precipitación periodos 2010-2018	numero de palmas vivas por mes	número de casos por Marchitez por mes
AGOSTO	3,0	3,0	235,27	494	15
SEPTIEMBRE	2,7	5,7	253,93	479	13
OCTUBRE	6,0	11,7	235,73	466	28
NOVIEMBRE	2,7	14,5	194,78	438	12

Facultad de Ciencias Agropecuarias

DICIEMBRE	8,2	22,7	85,14	426	35
ENERO	3,6	26,3	16,51	391	14
FEBRERO	4,5	30,8	25,73	377	17
MARZO	3,3	34,1	91,29	360	12

Tabla 2
Porcentaje del número de casos nuevos por Marchitez en el lote de estudio T2A durante el periodo de evaluación (Fuente: Autor, 2018)



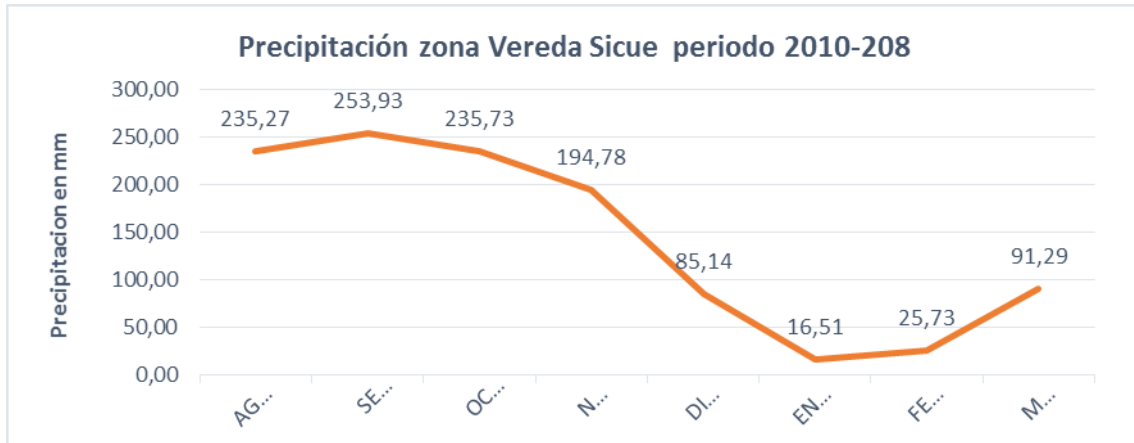
La grafica de incidencia muestra el comportamiento del número de casos reportados con síntomas asociados a Marchitez en el lote T2A durante los meses de seguimiento, el mes de diciembre (8,23%) reporta el mayor porcentaje, el cual coincide con el inicio del verano en esta región (sur de Bolívar), el aumento en los casos puede estar ligado a la disminución de las especies vegetales debido a las escasas lluvias en los lotes, estas plantas que son fuente de alimento de insectos que se alojan normalmente en las entrelineas (paleras), se trasladan a las palmas alimentándose de estas, sirviendo de vectores de microorganismos, los cuales pueden estar relacionados con los casos de Marchitez.

Argumenta Calvache, (2004) en sus estudios del avance de la marchitez letal en Casanare que en los periodos lluviosos aumenta la incidencia de esta enfermedad, principalmente en lotes con problemas de estancamiento de agua. La ML se asociaba con los problemas de Marchitez que se han presentado en la plantación Puerto nuevo debido a algunos síntomas que son similares entre estas dos enfermedades principalmente los reportados en el área foliar, además no se ha confirmado la presencia del vector *Haplaxius (Myndus) crudus* Van Duzze (Hemíptera: Cixiidae) en la zona, a

un así los saltadores de hoja (hemípteros) son muy comunes en la plantación, por esta razón se han realizado colectas de insectos realizando jameos sobre las palmas infectadas llevando estos individuos al centro experimental de Cenipalma sede vizcaína para su análisis.

Tabla 3

Precipitación mensual promedio de los meses de agosto a marzo entre el periodo 2010 - 2018 en San Pablo zona sur del departamento de Bolívar (Fuente: palmeras del cucú; Paredez, C.2018)



Las pruebas realizadas en las raíces de plantas enfermas con síntomas asociados a MS , no presentaron protozoarios flagelados, por esta razón la identificación de insectos vectores que transmitan estas fitomonas no es relevante ya que no se encontraron estos microorganismos en ningún órgano de la palma , no obstante la caracterización de los insectos visitantes de palmas sanas y enfermas en esta plantación es un trabajo que se está llevando a cabo por medio de colectas y trampas de captura.

(Asipuela, *et al* 2017) en su trabajo de caracterización de insectos tanto en zonas palmeras de Perú y Ecuador se identificó a *Lincus croupius Rolston*, *Lincus apollo Dolling*, *Lincus dentiger Breddin* y *Lincus lethifer Dolling* como especie sospechosa de la transmisión de los protozoarios, La frecuencia de estos individuos por planta evaluada es mayor al 90%, localizándose en racimos, inflorescencias masculinas y femeninas y hojas del tercio medio y superior, en las partes abdominales de estos insectos se encontraron protozoarios flagelados asociados como agente causal de la Marchitez . (Trelles *et al.* 201

ANALISIS ESTADISTICO

Los casos de Marchitez que se han reportado en la plantación puerto nuevo se han asociado a los periodos de invierno y verano de la zona, se especula que en los meses de invierno los casos de marchitamiento aumentan creando una relación entre el número de casos y la precipitación; conforme los lluvias cesan y entra el verano los casos disminuyen afirma el grupo de sanidad de la plantación, se quiso confirmar en el ensayo realizado en el lote T2A si estas conclusiones podrían ser o no verídicas, es bien sabido que el agua sirve como transporte de posibles agentes patógenos causando una

Facultad de Ciencias Agropecuarias

dispersión del patógeno a zonas que normalmente no estaban afectadas, o llegando más rápido a palmas vecinas lo que no es posible en temporada de verano, ya que probablemente durante estos meses necesite otro agente dispersor en este caso un vector el cual su ciclo de vida este directamente relacionado con los meses de verano, pero en este caso la precipitación no parece estar directamente relacionada con los ciclos infectivos del agente causal de los casos de marchitamiento pues no se encontró una correlación estadística con esta variable climática, aun así no se puede descartar por completo ya que los fenómenos atmosféricos están estrechamente relacionados con diferentes patologías, en el ensayo realizado por (López J, *et al.*, 2013) se quiso confirmar una posible relación entre la incidencia de agentes fúngicos que afectan el cultivo de heliconias y el clima, por medio de una correlación lineal en un periodo de 30 semanas de evaluación, con el fin de determinar el comportamiento de las enfermedades en función de las variables climáticas.

Debido a que en el lote evaluado T2A en donde se dice que se presenta la mayor incidencia no se tienen registros históricos acerca de la cantidad de palmas erradicadas por Marchitez si no un total de palmas erradicadas bien sea por casos de *Phytophthora palmivora*, casos de palmas macho y *Pestalotiopsis palmarum*. Debido a esto se llevó un control de casos nuevos por marchitez y la dispersión en el lote en un periodo de 32 semanas, comparando esta incidencia reportada con los promedios de 8 años de precipitación (anexo 4) teniendo en cuenta los meses comprendidos entre agosto a marzo

Tabla 4

Prueba de correlación de Pearson entre la incidencia de palmas enfermas por Marchitez en el lote T2A y la precipitación promedio de 8 meses durante 8 años periodo 2010-2018 (Fuente: Autor, 2018)

MES	promedio Precipitación año 2010- 2018	Incidencia %
AGOSTO	235,27	3,0
SEPTIEMBRE	253,93	2,7
OCTUBRE	235,73	6,0
NOVIEMBRE	194,78	2,7
DICIEMBRE	85,14	8,2
ENERO	16,51	3,6
FEBRERO	25,73	4,5
MARZO	91,29	3,3

Tabla 5

Resultados obtenidos (Fuente: Autor, 2018)

		Incidencia %	Precipitación	Análisis
--	--	--------------	---------------	----------

	Incidencia %	1		
Coefficiente de correlación Pearson (r)	Precipitación	0,247771182	1	Correlación positiva baja
Coefficiente de Determinación (r^2)		0,061390559		Su determinación es débil, la relación entre las dos variables es débil, pero no significa que sean independientes si no que la relación de ellas a nivel lineal es de 6% un valor bajo.

Para determinar la independencia (no hay asociación) entre las variables precipitación y tasa de incidencia mensual de muertes de palma se construye la siguiente prueba de hipótesis.

Valor $P \leq$ Nivel de significancia, = HIPOTESIS NULA: NO existe correlación entre la variable precipitación y la variable incidencia

Valor $P >$ Nivel de significancia, HIPOTESIS ALTERNA: SI existe correlación entre la variable precipitación y la variable incidencia

Tabla 6 Análisis de varianza para el modelo estadístico de Correlación de Pearson (Fuente: Autor, 2018)

ANALISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1,621938556	1,621938556	0,39243516	0,55409237
Residuos	6	24,79806144	4,133010241	5	3
Total	7	26,42			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	4,945630871	1,322763051	3,738863787	0,009635375
b1	-0,004888567	0,007803647	-0,626446458	0,554092373

el estadístico de prueba t -0,6264 se ubica en zona de aceptación, el p-valor 0,55 es superior a 0,05 y el 0 está dentro del intervalo de confianza por tanto se concluye que no es posible establecer con los datos recolectados una relación entre la precipitación y la incidencia de la enfermedad en el lote en cuestión, corroborado con el análisis de varianza de esta regresión y además un coeficiente de determinación de 0,06 y por tanto es necesario buscar otra explicación al fenómeno de los síntomas presentados y que dieron origen a este trabajo. lo cual quiere decir que se acepta la hipótesis nula, la

Facultad de Ciencias Agropecuarias

cual dice que no existe correlación entre las variables precipitación y numero de palmas enfermas

Valor $P \leq$ Nivel de significancia **Se acepta la Hipótesis nula**

Tabla 7

Gráfico de correlación de Pearson (Fuente: Autor, 2018)

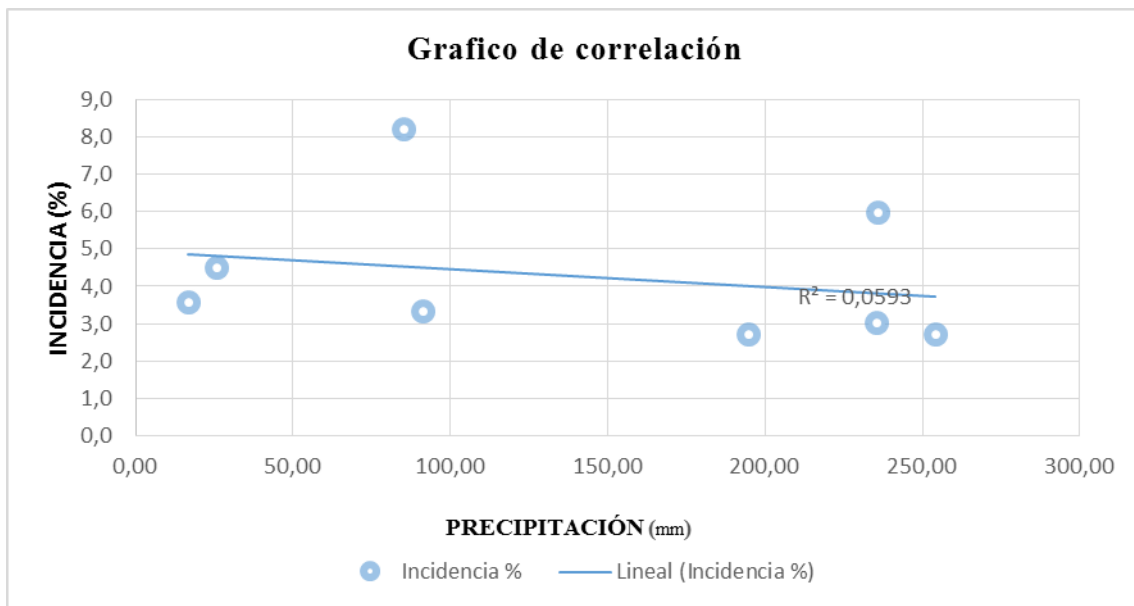
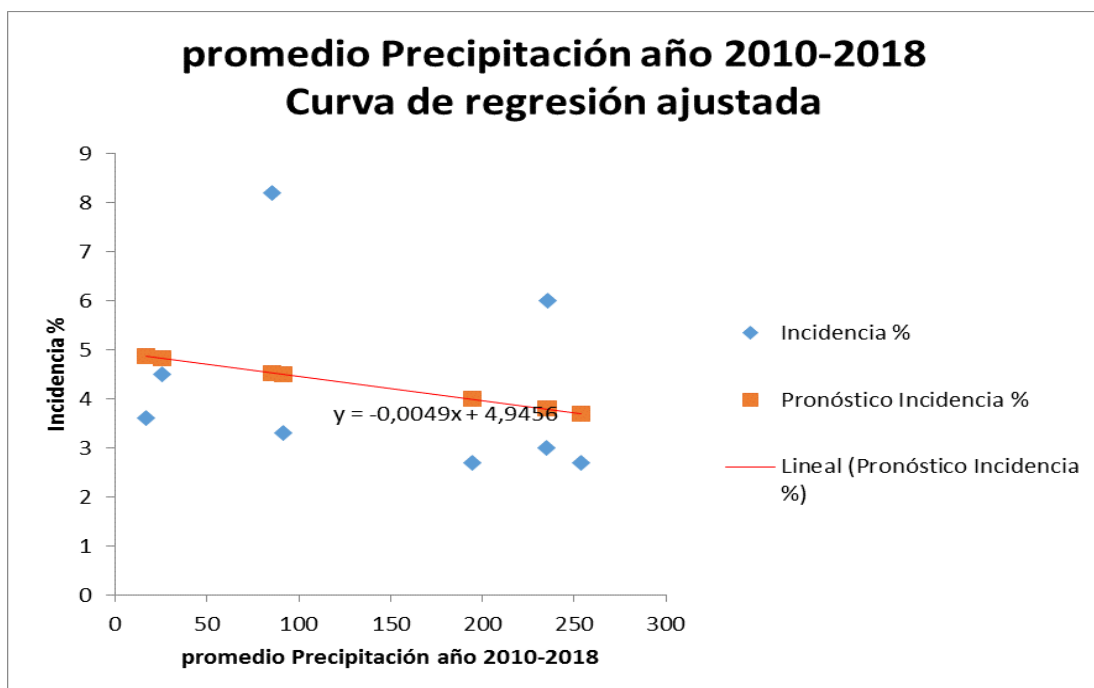


Tabla 8 Gráfico de relación lineal para las variables evaluadas (Precipitación e Incidencia) (Fuente: Autor, 2018)



La variable predictora B1 (-0,0049) es menor a 1% lo que determina una gráfica casi horizontal que corrobora la no relación entre las variables, por lo tanto existirá una incidencia entre 4% y 5% llueva o no llueva

CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS

La recolección de información del avance de la enfermedad sobre posibles palmas enfermas con indicios de los primeros síntomas de esta marchitez se hará con la colaboración del grupo de sanidad con el que cuenta la finca EL PALMAR DE PUERTO NUEVO, ya que actualmente cuentan con la experiencia necesaria para su identificación en campo.



Figura 4 Selección y codificación de las 30 palmas en estados iniciales de la enfermedad. (Fuente: Autor, 2018)

SINTOMATOLOGIA ASOCIADA A LA MARCHITEZ PRESENTE EN LA FINCA PALMAR PUERTO NUEVO EN EL SUR DEL BOLIVAR

Inicialmente, se realizó un seguimiento e identificación de los síntomas presentes en las palmas afectadas, esto permitió evidenciar y seleccionar aquellos síntomas involucrados en el desarrollo de la Marchitez reportada en la plantación.

RAÍZ

SANAS	ENFERMAS
--------------	-----------------

Facultad de Ciencias Agropecuarias


	
<p>Raíces primarias de palma sanas, de coloración beige claro en su centro y un tono más claro casi blanco alrededor, no presentan pudrición o daño por algún insecto.</p> 	<p>En las palmas afectadas se observó una pudrición en el sistema radicular que inicia en las raíces cuaternarias y progresa hacia las primarias, presentan consistencia acuosa y olor fétido en algunos casos. Las raíces primarias tienen una coloración beige oscura en el centro y se tornan rojizas alrededor, Cenipalma, 2012, 2016 menciona estos síntomas en sus manuales de campo para la identificación de MS, pero en ML se argumenta que las pudriciones aparecen en estados avanzados de la enfermedad</p>

Figura 5 Raíces de palmas enfermas y sanas con la sintomatología asociada a la Marchitez (Fuente: Autor, 2018)

Foliales

Los primeros síntomas están asociados a la zona foliar de la palma, la palma expresa la sintomatología en primer lugar desde las hojas bajas avanzado al tercio medio y superior, Cenipalma. 2012, 2016 menciona y confirma esta sintomatología para casos de MS además argumenta que se acentúa el avance del manchado hacia los bordes de los foliolos una particularidad que no se observó en los casos de Marchitez en Palmar Puerto nuevo, los foliolos de la punta de la hoja toman una coloración marrón rojiza precedida de una coloración amarilla en los ápices de los foliolos de las hojas bajas En casos de ML se establece una coloración de color vinotinto



Figura 6 Primeros síntomas asociados a la zona foliar de la palma (Fuente: Autor, 2018)



Figura 7 Foliolos de palma afectados por la Marchitez, coloración rojiza o marrón precedida por un amarillamiento, además se aprecia el entorchamiento de los foliolos a medida que avanza el manchado sobre la lámina foliar, en Marchitez letal los foliolos se necrosan por los bordes y la nervadura central acompañado de una leve franja amarilla, en Marchitez sorpresiva en la cartilla para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades e insectos plaga en el cultivo de palma de aceite no se menciona un necrosamiento del tejido, sino una clorosis y posterior un secamiento de color rojizo (Cenipalma, 2016) (Fuente: Autor, 2018)

(a) foliolos que presenta síntomas asociados a la Marchitez, coloración marrón rojiza empezando en los ápices de la punta de la hoja, (b) el avance de los síntomas en la hoja es indeterminado puede saltar entre foliolos a cualquier zona de la hoja

Facultad de Ciencias Agropecuarias



(a)



(b)

Figura 8 Síntomas foliares asociados a los casos de Marchitez (Fuente: Autor, 2018)

A medida que avanza la mancha rojiza y amarilla el foliolo se entorcha acompañado de necrosamiento del tejido



(a)



Figura 9 Necrosamiento y entorchamiento en hojas de palma (Fuente: Autor, 2018)

El secamiento de las palmas enfermas empieza en las hojas bajas siendo ordenado desplazándose hasta las hojas más jóvenes en los primeros niveles, Cenipalma 2012, 2016 menciona en casos de Marchitez sorpresiva un comportamiento igual en la forma en que se seca la palma, en Marchitez letal ML el secamiento no es ordenado presenta

hojas afectadas en todos los niveles foliares; La evaluación realizada en las 30 palmas enfermas demuestra que de 30 a 40 días la totalidad de las hojas de cada nivel foliar llegan a un secamiento total, de esta manera la muerte de la palma es de aproximadamente de 5 a 5,5 meses según las evaluaciones realizadas, sin embargo las hojas más jóvenes en el nivel foliar 9, después del secamiento pudrición y colapso de flechas, el avance de los síntomas es más lento casi que se detiene.



Figura 10 Desplazamiento ordenado de la Marchitez en la palma (Fuente: Autor, 2018)

FRUTO

(a). secamiento de racimos a un verdes he inmaduros, pierden brillo y las (b) puntas de las brácteas empiezan a necrosarse esto confirma lo mencionado por Cenipalma 2012,2016 en Marchitez letal ML debido a que en esta sintomatología se presenta en racimos inmaduros, en la patología investigada este síntoma se presentó tanto en racimos maduros como inmaduros en ambas enfermedades los racimos pierden brillo sin importar el tiempo de maduración

Los racimos que tienen la coloración y el tamaño adecuados para ser cosechados se deben retirar de inmediato para salvar el gajo en el caso de que la palma este mostrando los primeros síntomas, los racimos que a un son inmaduros no podrán alcanzar la madurez, viéndose afectados, (c) los frutos se pudren desde su base observándose una coloración café clara y acuosa alrededor de este desprendiéndose fácilmente del racimo sin importar su estado de maduración. Las inflorescencias femeninas se secan antes de cargar fruto. Los síntomas mencionados para MS presentan las mismas características pudrición de racimos y desprendimiento de frutos verdes e inflorescencias (Cenipalma.2016)

Facultad de Ciencias Agropecuarias

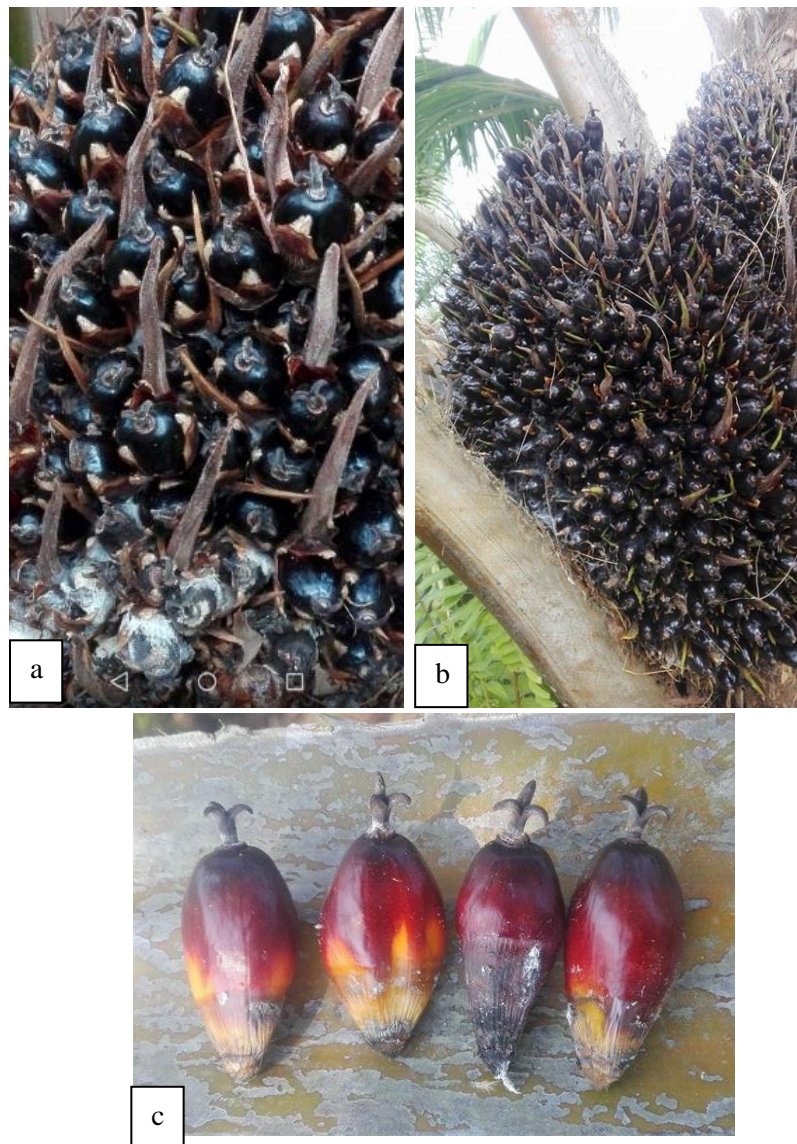
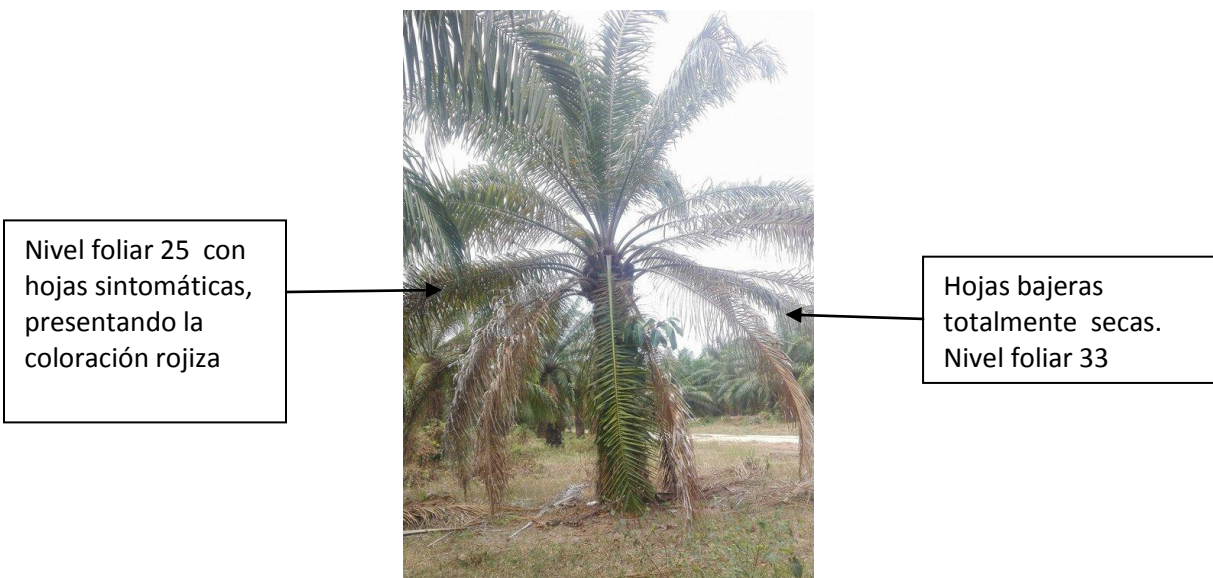
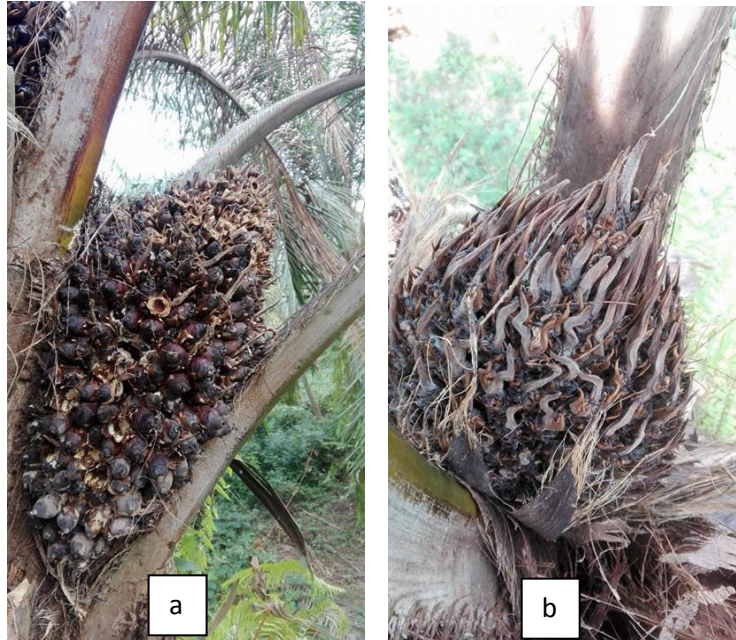


Figura 11 Síntomas en fruto asociados con la Marchitez (Fuente: Autor, 2018)

(a). Desprendimiento prematuro de frutos, (b). Aborto de inflorescencias y racimos, en este punto las (c) hojas bajas están total o parcialmente secas y el siguiente nivel foliar presenta las primeras hojas afectadas, el avance de la pudrición en el racimo empieza desde su base hacia su corona.



Síntomas en fruto, inflorescencias femeninas y avance de la enfermedad en la palma para lograr la identificación de los órganos afectados (Fuente: Autor, 2018)

Figura 12

Facultad de Ciencias Agropecuarias

SINTOMAS INTERNOS

Estípite

En palmas en estados avanzados de la enfermedad, (a) (racimos podridos y 90% del área foliar de la palma seca) se ha encontrado en el estípite a nivel de cuello de la corona un (b) moteado de coloración naranja, estos mismos cortes se han realizados en palmas que a un no presentan un estado avanzado de marchitamiento y este síntoma a un no es visible (Cenipalma, 2007) en investigaciones realizadas en zona llanos donde la Marchitez letal es una enfermedad de carácter prioritario se realizaron cortes en las misma zona ya mencionada en palmas en estados intermedios y avanzados de la enfermedad en palmas adultas presentando un halo amarillo hacia la periferia, en palmas jóvenes realizando los mismos cortes en la misma zona difiera la sintomatología, ya que se presenta una leve decoloración en la parte interna del bulbo



Figura 13 Síntomas internos en palmas con un 90% de área foliar afectada por Marchitez, se observó un moteado de color naranja en estas palmas (Fuente: Autor, 2018)

(b) En palmas con aproximadamente un mes de haber presentado los primeros síntomas hojas del nivel foliar 33 afectadas y algunas del nivel 25, con (c) racimos a un inmaduros y una pudrición inicial en frutos (d) no presentaron el moteado visto en palmas con estado avanzado de marchitamiento



Figura 14 Síntomas internos en palmas con menos del 70% de área foliar afectada por la Marchitez (Fuente: Autor, 2018)

Evaluación de Temperatura

En el lote T2A se realizó como prueba adicional a las presentadas en la metodología, una evaluación quincenal de temperaturas, la cual se hará palma a palma, con el fin de verificar si existe un cambio en la temperatura de la planta cuando está enferma con la marchitez. Esa evaluación se realizará con la ayuda de un termómetro infrarrojo (Fig. 16) (AGRI-THERMS IIITM) modelo 6210L (Fig. 4), la toma de dato se realizara de 07:00 am a 10:00 am entre línea.

Las datos tomados durante los meses de evaluación de las palmas del lote, tanto sanas y enfermas no arrojaron diferencias significativas en los resultados obtenidos debido a que las horas del día en las que se tomaban las lecturas en cada palma cambiaban en algunos casos variando la temperatura de la palma arrojando datos muy altos o muy bajos en comparación con mediciones ya antes echas, ya que a medida que avanza el día la palma absorbe más calor pero no lo hace en forma homogénea, calentando sus órganos vegetativos de forma indefinida; debido a que las lecturas siempre se realizaron en la base de la corona

Facultad de Ciencias Agropecuarias

apuntando el termómetro a esta zona, sin tener en cuenta si habían o no racimos de por medio, por esta razón no se culminó el ensayo y las pruebas fueron abortadas.



Figura 15 Termómetro infrarrojo AGRI-THERMS III™ (Fuente: Autor, 2018)

FORMATO GENERADO PARA MEDIR EL AVANCE DE LA MARCHITEZ SOBRE PALMAS ENFERMAS

Como sub-producto de la investigación realizada se elaboro un formato (anexo 1) transcurridos 45 días después de haber llegado a la palmera PALMAR PUERTO NUEVO, en donde el registro de síntomas es mucho más fácil de manejar llevando una secuencia en la forma que la palma los expresa, con el formato es posible marcar palmas enfermas en estados iniciales y llevar una cronología en cuanto a fechas, cantidad de hojas afectadas, grado de severidad de cada hoja y estado de los frutos.

De esta forma al momento de filtrar datos y graficar comportamiento de hojas se vuelve menos complejo, siendo capaces de digitalizar los datos.

El formato de escala de severidad utilizado en este estudio se realizó con el fin de poder cuantificar el avance de los síntomas sobre las hojas de las palmas enfermas seleccionadas en etapa de producción

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tabla de severidad realizada para evaluar el avance de los síntomas en hojas de palma de aceite (Fuente: Autor, 2018)

TABLA DE SEVERIDAD PARA MARCHITEZ EN HOJAS DE PALMA

GRADO 1 0 – 20%	GRADO 2 21-40%	GRADO 3 41-60%
------------------------	-----------------------	-----------------------



GRADO 4 61-80%	GRADO 5 81-100%
-----------------------	------------------------



Por medio de la observación de palmas enfermas se logró establecer una tabla de severidad con el fin de registrar el avance de la enfermedad sobre cada una de las hojas de la palma, determinando que tan afectada esta por medio de un porcentaje, el cual se calculó dividiendo la hoja o el área foliar total iniciando desde el ápice hasta su base, debido a que es el ápice en donde inicia la infección, se dividió en 5 secciones dándole 20% a cada intervalo de infección , tomando como base la coloración rojiza o marrón, a partir de esto se establece el grado de enfermedad en cada hoja, se aprecian estos porcentajes de forma más clara en el anexo 2

Facultad de Ciencias Agropecuarias

CONCLUSIONES

Se logró la caracterización de los principales síntomas asociados a la Marchitez de la palma de aceite en el Municipio de San Pablo (Sur del Bolívar), por medio de la observación en campo se diseñó una tabla de severidad para evaluar el grado del avance de los síntomas en las hojas de la palma; se confirmaron los mismo síntomas asociados en las 30 palmas del ensayo; estos síntomas reportados son muy similares a los asociados a Marchitez de tipo letal y sorpresiva, pero difieren en tiempos de aparición, coloración en hojas, presencia del signo, en este caso los protozoarios flagelados asociados a MS y el moteado presente en estípites nunca antes mencionado en la literatura el cual es recurrente en palmas en estado avanzado de la enfermedad; con base en este nuevo síntoma se realizaron las colectas para su respectivo análisis en el centro de investigación la Vizcaína de Cenipalma, esperando resultados próximos para determinar un posible agente causal asociado a este disturbio, por lo tanto no se asocia la patología presentada en el Sur Del departamento de Bolívar a la ya antes consignadas en la literatura

El registro de aparición de palmas enfermas en el lote muestra que hay una dispersión de la enfermedad a palmas vecinas esto se confirmó gracias a los censos de sanidad realizados cada 8 días dentro del lote de estudio, observando que las palmas enfermas que no son erradicadas inmediatamente son fuente de inóculo y de transmisión a las palmas de los anillos a su alrededor; al correlacionar estos registros de palmas enfermas con los datos de precipitación de la zona se confirma que no hay asociación entre estas variables, la investigación realizada solo aborda una variable climática por lo tanto se debería ir más a fondo con las demás condiciones de la zona; además de esto realizar trabajos enfocados en las demás especies vegetales acompañantes del cultivo de la palma tanto las ya estudiadas agrupadas como especies benéficas y las demás. Si existe una dispersión de la enfermedad no se debe descartar un vector de carácter entomológico, por esta razón se realizaron las capturas de insectos con mayor presencia en hojas, racimos y pedúnculos de las palmas enfermas de esta manera determinar si existe o no un patógeno asociado, estos insectos son analizados en el centro de investigación sede Vizcaína de Cenipalma con el afán de confirmar las hipótesis

Se descarta la asociación de esta Marchitez a protozoarios flagelados gracias a las pruebas de tinción realizadas sobre las raíces de palmas enfermas y demás órganos colectados no se logró observar ningún microorganismo o tripanosomatido ocasionando obstrucción o algún tipo de daño a nivel vascular en la palma, se deberán postular y practicar otras metodologías de tinción y de observación con el fin de hallar un posible agente causal de este tipo de Marchitez que no ha sido posible observar con las metodologías ya utilizadas

RECOMENDACIONES

Realizada la identificación y evaluación de síntomas de Marchitez en palma de aceite en la finca Palmar Puerto Nuevo en la zona sur del departamento de Bolívar, se tiene como única medida de control en palmas enfermas la erradicación con motosierra al día siguiente de haber identificado, adicional a esto aplicar insecticidas en forma homogénea a todas las hojas verdes de la palma afectada y aplicar esta misma solución a las hojas de las palmas sanas que se encuentran alrededor de la enferma, es decir, al anillo de palmas alrededor de la enferma.

Los censos en las plantaciones con las áreas de mayor incidencia se realizaran con la ayuda del equipo de sanidad de cada una de ellas, con el fin de detectar posibles palmas fuente de inóculo evitando la diseminación a áreas no afectadas

Facultad de Ciencias Agropecuarias

BIBLIOGRAFÍA

- Alvañil F. 1996. Marchitez sorpresiva y Hartrot. Una revisión. Revista PALMAS, Volumen 17, No. 1
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/526/526>
- Agrios G. 2002. Fitopatología de plantas. Segunda edición. Limusa. Grupo noriega editores. México
- Arango M., Rairan N., Martínez G., Beltrán J. 2012 Reconocimiento y manejo de la Marchitez letal (ML) en palma de aceite. Pág., 51.
<http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Semanario%20Palmero/12%20-%2013%20abril/Gu%C3%ADa%20de%20bolsillo%20plagas.pdf>
- Arango, M. Ospina, C. Martínez, G., 2012. Manejo de la Marchitez letal en palma de aceite en zonas de alta incidencia
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10738/10725>
- Arango et al., 2011. *Myndus crudus*: vector del agente causante de la Marchitez letal en palma de aceite en Colombia. Revista PALMAS Vol. 32 No.2, 2011
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1594>
- Asipuella, R. Torres, A. Martinez, M. 2013. Transmisión de la enfermedad Marchitez sorpresiva en palma aceitera por *Lincus curvatus* Campos & Roelly *Macropygium reticulare* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae). *Revista de Protección Vegetal*, 32(2), 00. Recuperado en 16 de mayo de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522017000200002&lng=es&tlng=
- Attias, M Roitman, I; Camargo P, Dollet, M; Desouza, W. 1998. Comparative analysis of the fine structure of four isolates of trypanosomatids of the genn *Phytomonas*. Journal of Protozoology.
<https://worldwidescience.org/topicpages/m/microsporidia+protozoa+microspora.html>
- Barreto M. 1983. Marchitez del cocotero asociada con protozoarios flagelados (*Phytomonas* sp) en la península de Paria estado de sucre. *Agronomía Tropical*. Vol. XXXII.
- Bonilla T, Sánchez P, Gonzales M & Pérez M (2011) *Neofusicoccum parvum* y *Phytium vexans*: nuevos patógenos del aguacate descritos en Andalucía. En: VII

Congreso Mundial del Aguacate, Cairns. Memorias, editado por Avocado source. p.1-5.

- Calvache, C. Castilla, J. Sánchez, J. Tovar, D. Gutiérrez, M. Hernández, J. Berdugo, J. Ramírez. (2004). Avances en el estudio de la Marchitez Letal. Revista Palmas, II tomo
- Cenipalma. 2012. Taller para el diagnóstico fitosanitario del cultivo de la palma de aceite
- Centro de investigaciones en palma de aceite. 1995. Informe de Labores. En: Informe de labores 1994 - 1995 FEDEPALMA. Santafé de Bogotá, p.43-89.
- CENIPALMA. Corporación Centro de Investigación de la Palma de Aceite. 2010. Informe de labores 2009. p. 26.
- Cenipalma, 2016. Guía de bolsillo para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades e insectos plaga en el cultivo de palma de aceite
- Cenipalma, 2007. Marchitez letal en palma de aceite. Boletín técnico número 22.
- Di Lucca AGT, Chipana T, Fernando E, Talledo Albújar MJ, Dávila Peralta W, Montoya Piedra YC, (2013). Slow wilt: another form of Marchitez in oil palm associated with trypanosomatids in Peru. Tropical Plant Pathology. [.https://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762013000600008](https://dx.doi.org/10.1590/S1982-56762013000600008)
- Dollet, M.; Lopez, G. 1978. Etude sur l'association de protozoaires flagelles a la Marchitez sorpresiva du palmier a huile en Amerique du Sud. *Oleagineux* 33: 209-217.
- Estupiñan H, Ossa J., 2007. Efecto del agente causal de la Marchitez vascular de la uchuva (*Physalis peruviana* L) en hongo *Fusarium oxysporum* schlecht, sobre algunas solanáceas y otras especies del microorganismo. <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis293.pdf>
- IICA-BID-PROCIANDINO.1988.VI seminario de problemas fitopatológicos de la palma africana. [https://books.google.com.co/books?id=IIcgAQAAIAAJ&pg=PA132&lpg=PA132&dq=Marchitez+del+cocotero+asociada+con+protozoarios+flagelados+\(Phytomonas+sp\)+en+la+pen%C3%ADnsula+de+paria+estado+de+sucre&source=bl&ots=7WT1r7BLtO&sig=kj_08NCc1U3dHHhhkjmKRh0Rcxk&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiggrf8novbAhVPy1MKHVB2DEYQ6AEILzAB#v=onepage&q=Marchitez%20del%20cocotero%20asociada%20con%20protozoarios%20flagelados%20\(Phytomonas%20sp\)%20en%20la%20pen%C3%ADnsula%20de%20paria%20estado%20de%20sucre&f=false](https://books.google.com.co/books?id=IIcgAQAAIAAJ&pg=PA132&lpg=PA132&dq=Marchitez+del+cocotero+asociada+con+protozoarios+flagelados+(Phytomonas+sp)+en+la+pen%C3%ADnsula+de+paria+estado+de+sucre&source=bl&ots=7WT1r7BLtO&sig=kj_08NCc1U3dHHhhkjmKRh0Rcxk&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiggrf8novbAhVPy1MKHVB2DEYQ6AEILzAB#v=onepage&q=Marchitez%20del%20cocotero%20asociada%20con%20protozoarios%20flagelados%20(Phytomonas%20sp)%20en%20la%20pen%C3%ADnsula%20de%20paria%20estado%20de%20sucre&f=false)
- Genty., 1981. Entomological research on the oil palm Latin America. Oil palms news

Facultad de Ciencias Agropecuarias

- Lopez M, Moran S, Segovia J. 2016. Manejo fitosanitario de la Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum* E.F. Smith) del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). <http://ri.ues.edu.sv/9461/1/13101601.pdf>
- López J, Marulanda M, Gutiérrez A., 2013. Factores climáticos y su influencia en la expresión de enfermedades fúngicas en cultivares de Heliconias. <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/6113>
- Lopez G, Genty P, Ollagnier M. 1975. Control preventivo de la Marchitez sorpresiva de *Elaeis guineensis* en America Latina. Oleaginex (Francia) v. 30. N° 6 p 243-235
- Martínez G.2010. Insectos como vectores de enfermedades en palma de aceite. Revista PALMAS. Vol. 31 No. Especial, Tomo I, 2010
- Martinez L, G 1976. Trasmisión de la Marchitez sorpresiva de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq). Revista Colombia de entomología
- Marin, C. Alberge, B. Dollet, M. Pages, M. Bastien, P. 2008. First complete chromosomal organization of a protozoan plant parasite (*Phytomonas* spp). Genomic 91
- Marin, C Dollet, M.;Pages, M.;Bastien, P. 2009. Large differences in the genome organization of different plant trypanosomatid parasites (*Phytomonas* spp.) reveal wide evolutionary divergences between taxa, infection, genetic and evolution.
- Mena, E.; Cardona, C.; Martínez G.; Jiménez, O. 1975. El efecto del uso de insecticidas y control de malezas en la incidencia de la Marchitez sorpresiva de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) Revista Colombiana de entomología (Colombia) v. 1 no. 1, p. 9- 14
- Melgar J, Rivera J, Brown J, Welles S., 2012 Marchitez bacteriana en solanáceas: su reconocimiento y manejo integrado. 1a ed. La Lima, Cortés: FHIA, 2012.p19 http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/manual_marchitez.pdf
- Mitchell, Paula L.. (2004). Heteroptera as vectors of plant pathogens. *Neotropical Entomology*, 33(5), 519-545. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000500001>

- Muller E, Levasseur B. 1993. Informe técnico CIRAD-CP 1992-1993. Rapport d'activites teme annee. STD III, *Phytomonas spp.* Tripanosomes de plantes.
- McCoy, R. E.; Martínez-López, G. 1982. *Phytomonas staheli* associated with coconut and oil palm diseases in Colombia. *Plant Disease* 66: 675-677
- Paredes C, 2018 Gerente general plantación Palmeras del Cucu
- Pérez RM (2008) Significant Avocado Diseases Caused by Fungi and Oomycetes. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 2:01-24.
- Pèrez, A., & Cayòn, G. (2010). Metabolismo de carbohidratos en palmas de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) afectadas por Marchitez letal. *Agronomía Colombiana*, 28(2), 181-187. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/18021/37677>
- Puente R, Omar E, Mntiel H, Luis G, Peña H., 2014 *Ralstonia solanacearum*: Una enfermedad bacteriana de importancia cuarentenaria en el cultivo de *Solanum tuberosum* L. Universidad de Sonora.
- Ramirez G, Castañeda A, Moraes J., 2014. Estudios etiológicos de la Marchitez del aguacate en Antioquia-Colombia. *Revista Ceres*, 61(1), 50-61. <https://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000100007>
- Sanchez P, A. Patiño, H. 1964. Estado fitosanitario de la plantación de palma africana «Risaralda» (Cúcuta, Norte de Santander). *En. INSTITUTO DE FOMENTO ALGODONERO. BOGOTA (COLOMBIA)*. 1965. Enfermedades de las plantas oleaginosas en Colombia: Informes Técnicos. Bogotá, IFA. p. 11-17.
- Sánchez P, A. Patiño, H. 1968. Nuevas observaciones sobre la Marchitez progresiva y la Marchitez sorpresiva de la palma africana en la zona del Meta. *Agricultura Tropical (Colombia)* v.24 no.8, p.451-460.
- Sánchez A. 1990. Enfermedades de la palma de aceite en América Latina. *Revista Palmas Volumen 11 No. 4.* 1990
- Sarria G., Mestizo, Y., Arias, N., Varón, F. 2015. Evaluación de la metodología de tinción para el diagnóstico de la Marchitez sorpresiva en palma de aceite. XXXVIII Conferencia Internacional de Palma de aceite. Sep 22 -25 de Septiembre, Cartagena. Colombia.
- Sanchez M, Fernandez B. 1993. Raportd activites 1eme annee. STD III. *Phytomonas spp.* Tripanosomes de plantes.
- Slobbe, W.G. Van; Parthasarathy, M.V.; Heslen, J. 1978. Hartrot or fatal wilt of palms. II. Oil palm (*Elaeis guineensis*) and other palms. *Principes (Estados Unidos)* v.22, p.15-25.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

- Tamayo PJ (2007) Enfermedades del aguacate. Revista Politécnica, 4:52-71.
- Torres E, Tovar J. 2004. Estudio epidemiológico de la enfermedad Marchitez Letal de la palma de aceite en plantaciones de Villanueva, Casanare. REVISTA PALMAS - Vol. 25 No. Especial, Tomo II, 2004
- Thomas, DL.; McCoy, RE.; Norris, RC.; Espinoza, AS. 1979. Electron microscopy of flagellated protozoa associated with Marchitez sorpresiva disease of African oil palm in Ecuador. *Phytopathology* 69: 222-226.
- Vitale A, Aiello D, Guarnaccia V, Perrone G, Stea G & Polizzi G (2012) First Report of Root Rot Caused by *Ilyonectria* (=Neonectria) *macrodidyma* on Avocado (*Persea americana*) in Italy. *Journal of Phytopathology*, 160:156-159
- URUETA S., E. 1985. La Marchitez sorpresiva de la palma africana. *Palmas* (Colombia) v.6 no.3, p.67-71.
- Zentmyer GA (1984) Avocado diseases. *Tropical Pest Management*, 30:388- 400.

CRONOGRAMA

Cronograma establecido para el proyecto macro (Estudios Etiológicos de Problemas de Marchitez en Palma de Aceite en san Pablo sur de Bolívar).

	SEMANAS																																		
LABORES REALIZADAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
Inducción en el campo experimental la vizcaína Cenipama																																			
Establecimiento en la plantación puerto nuevo																																			
Reconocimiento de la plantación																																			
Reconocimiento de los laboratorios																																			
Reconocimiento he identificación de síntomas de la enfermedad en campo																																			
Censos de sanidad y dispersión de la enfermedad																																			
Identificación de 30 palmas en																																			

Facultad de Ciencias Agropecuarias

ANEXO 2

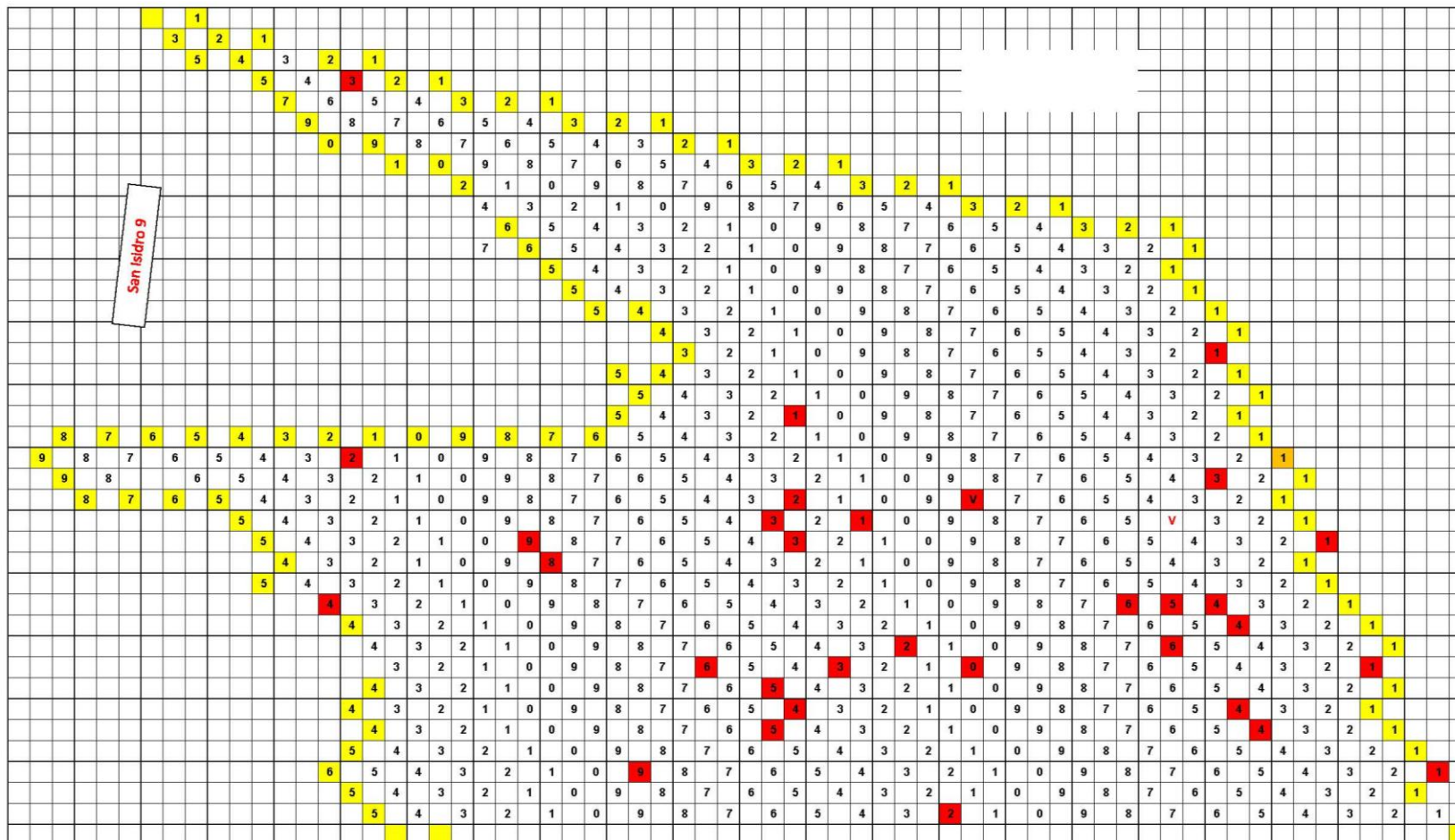
PALMAS ENFERMAS										
SEGUIMIENTO DE SINTOMAS EN PALMAS SELECCINADAS										
GRADOS DE SEVERIDAD EN HOJAS AFECTADAS										
FECHA _____		EVALUADOR _____		LOTE _____		N° DE CENSO ____				
FECHA	LINEA	PALMA	CODIGO	UBICACIÓN	COD. HOJA	NIVEL FOLIAR AFECTADO				GRADO DE SEVERIDAD
						33	25	17	9	



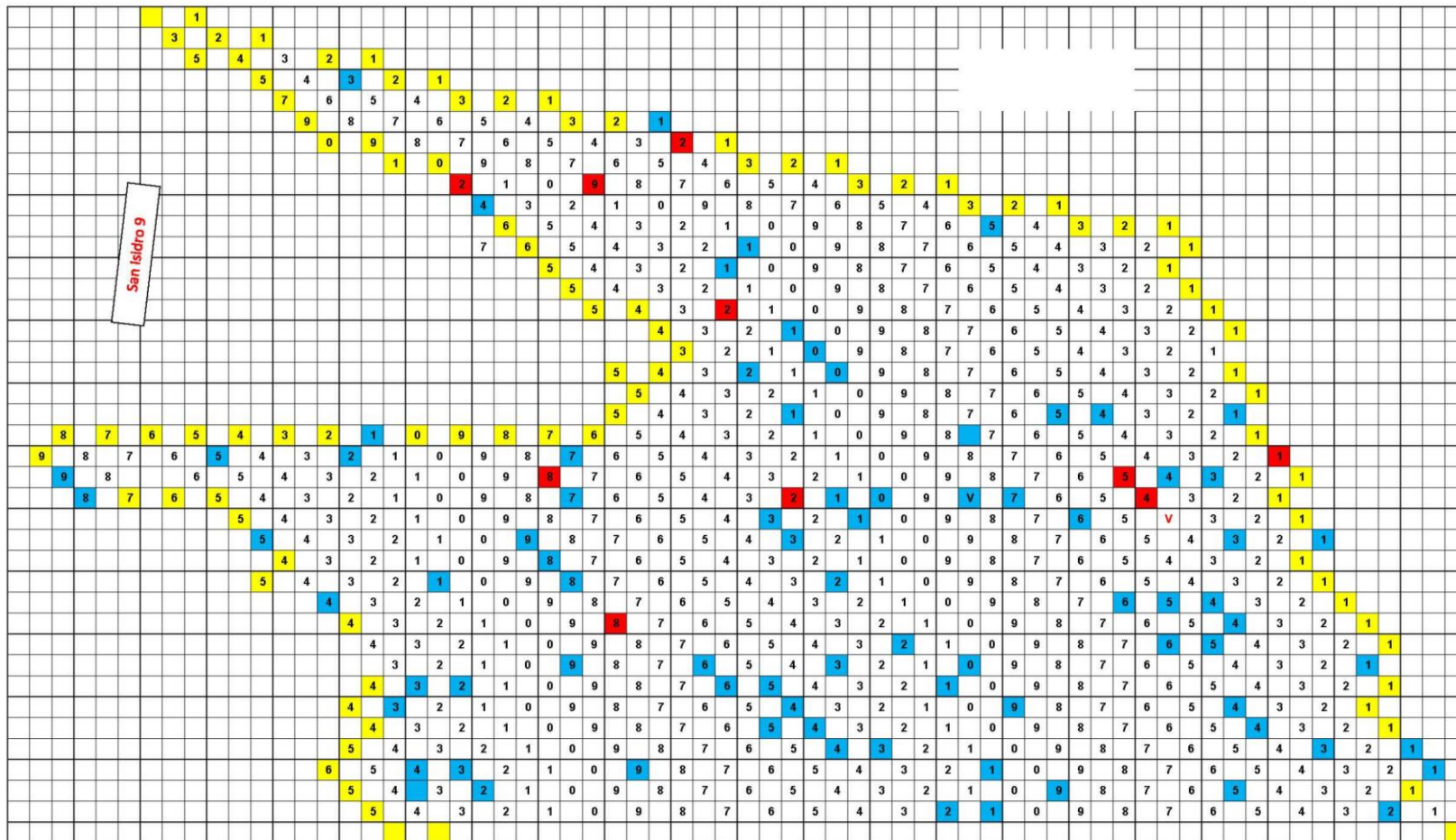
Grado de severidad	5	4	3	2	1
Porcentaje	81-100%	61-80%	41-60%	21-40%	0 – 20%

CASOS DE DISPERSION DE PALMAS ENFERMAS MES A MES ANEXO 3

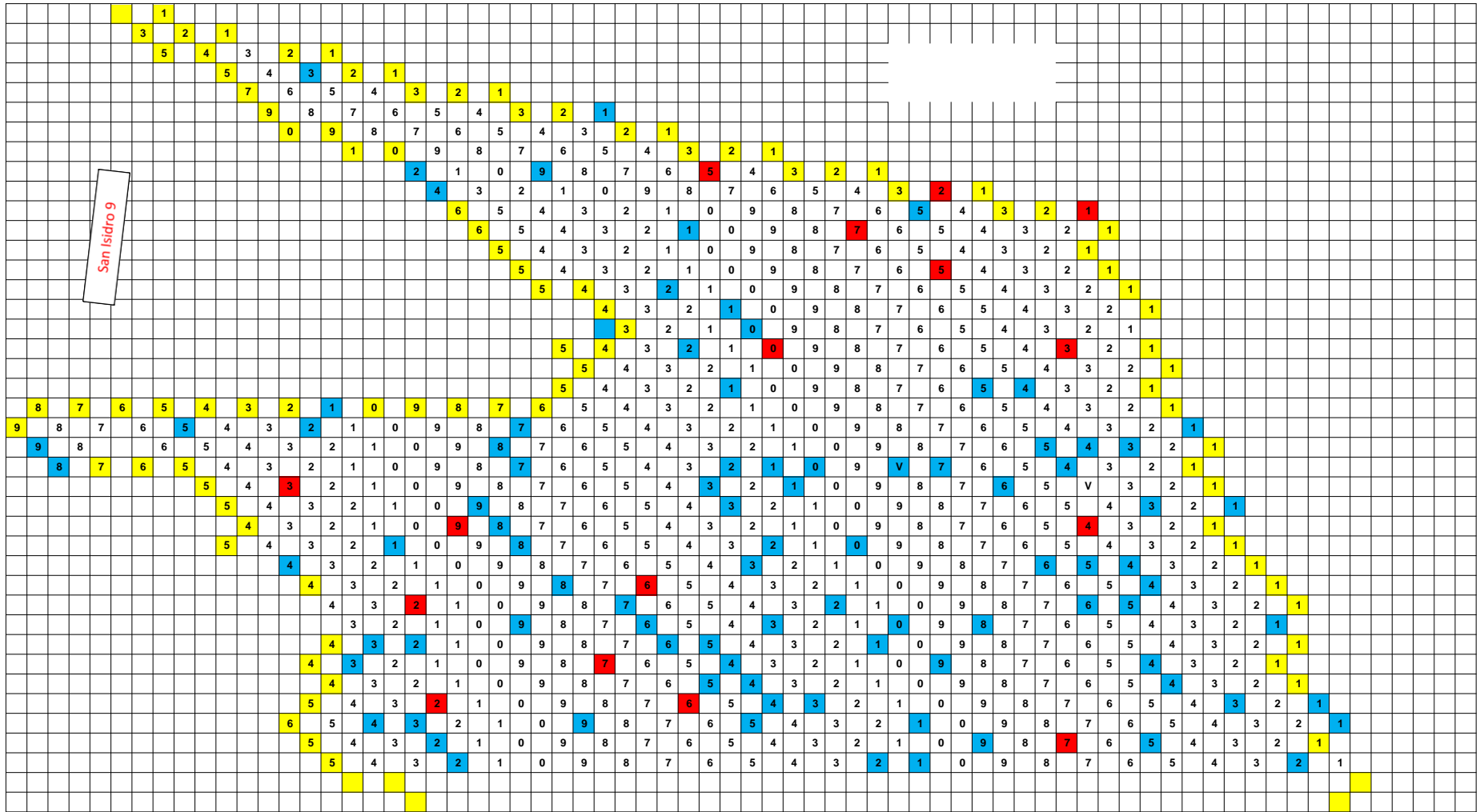
OCTUBRE



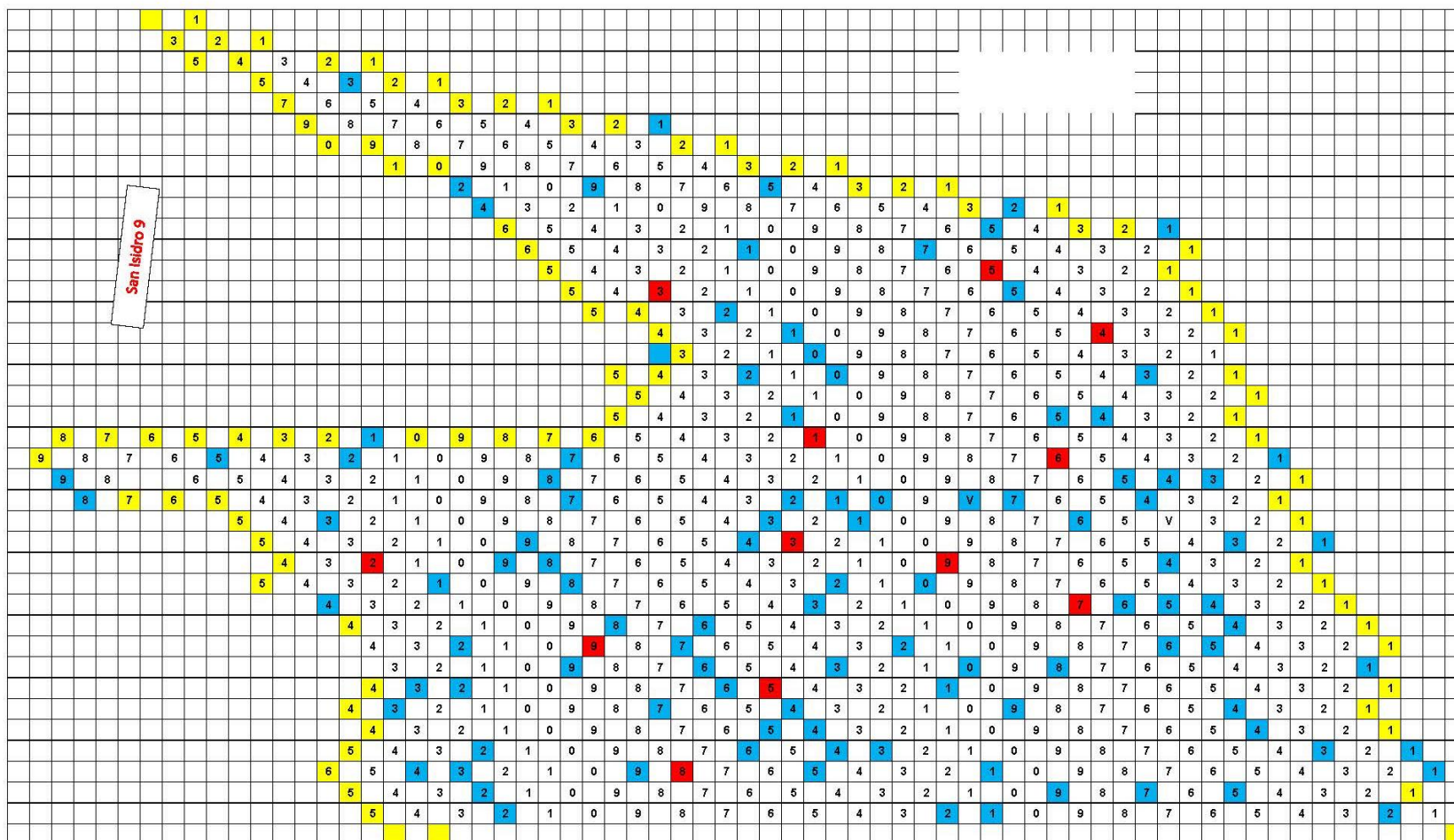
ENERO



FEBRERO



MARZO



Anexo 4 Datos de precipitación del año 2010 al 2018 proporcionados por el gerente de la plantación vecina palmeras del Cucu (Paredes. 2018)

AÑO	PRECIPITACION AÑO 2010-2014											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2010	6	28	87	200	465	223	428	252	563	208	252	55
2011	10	41	79	271	321	141	348	235	188	219	352	231
2012	10	18	34	428	260	333	287	169	196	226	203	44
2013	0	82	286	184	186	238	76	390	252	282	154	141
2014	6,6	33,6	83,6	131,2	265,4	223,6	75,4	107,4	257,4	352,6	99	71,8
2015	20	9	46	231	311	105	154	201	179	428	194	22,5
2016	18	15	46	382	316	296	256	294	460	311	253	199
2017	54	5	80	327	336	428	157	469	190	95	246	2
2018	24	0	80	44								
TOTAL	148,6	231,6	821,6	2198,2	2460,4	1987,6	1781,4	2117,4	2285,4	2121,6	1753	766,3
PROMEDIO	16,51111111	25,73333333	91,28888889	244,2444444	273,377778	220,8444444	197,9333333	235,266667	253,9333333	235,7333333	194,777778	85,1444444