

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS

**Evaluación de los sistemas productivos de palma aceitera en fincas de los
asociados a la Cámara Nacional de Productores de Palma
(CANAPALMA) en el Cantón de Golfito, Puntarenas**

Anteproyecto del Trabajo Final de Graduación bajo la modalidad: Proyecto de Graduación para optar por el
grado de Licenciatura en Ingeniería en agronomía

Estudiante

Bach. Ing. Andrés Alonso Flores Sánchez

Tutor

M.Sc. Allan González Herrera

Asesores

Lic. Marlon Monge Castro

Lic. Álvaro Carmona Solano

Campus Omar Dengo

Heredia, Costa Rica, 2025

Evaluación de los sistemas productivos de palma aceitera en fincas de los asociados a la Cámara Nacional de Productores de Palma (CANAPALMA) en el cantón de Golfito, Puntarenas

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR



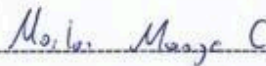
M.Sc. Andrés Alpizar Naranjo
Decano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar



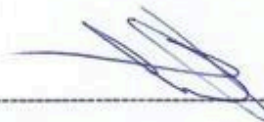
M.Sc. José Alonso Calvo Araya
Director de la Escuela de Ciencias Agrarias



M.Sc. Allan González Herrera
Tutor



Lic. Marlon Antonio Monge Castro
Asesor



Bach. Andrés Flores Sánchez
Tesiario

Índice

Contenido

1.	Resumen	3
2.	Introducción	4
3.	Objetivos	7
3.1.	GENERAL	7
3.2.	ESPECÍFICOS	7
4.	Marco teórico	7
4.1.	Extensión agrícola	7
4.2.	Historia de la palma aceitera	8
4.3.	Industria de palma aceitera	8
4.4.	Taxonomía de la palma aceitera	9
4.5.	Condiciones climáticas para la actividad	10
4.6.	Condiciones climatológicas en el área de estudio	10
4.7.	Requerimientos nutricionales y fertilización de la palma aceitera	11
4.8.	Tipos de suelo presentes en el área de estudio	11
4.9.	Picudo negro	12
4.10.	Trampeo del picudo negro	13
4.10.1.	Alternativas de manejo del picudo negro	14
4.10.2.	<i>Bursaphelenchus cocophilus</i>	14
4.11.	Manejo de desechos	15
4.12.	Infraestructura de fincas para el desarrollo de una plantación de palma	15
4.12.1.	Topografía	15
4.12.2.	Drenajes	16
4.12.3.	Caminos	16
5.	METODOLOGÍA	16
5.1.	Visitas de campo	17
5.2.	Muestreos de suelo	18
5.3.	Muestreos foliares	19
5.4.	Validación y confección de trampas para el picudo negro	20

5.5.	Eliminación de palmas con anillo rojo	21
5.6.	Manejo de los recipientes provenientes de agroquímicos y los residuos de sustancias mediante el método del triple lavado de envases con agroquímicos.	22
5.7.	Confección de camas biológicas.	22
5.8.	Manual de buenas prácticas agrícolas en palma aceitera	23
6.	DESARROLLO DE ACTIVIDADES	24
6.1.	Visitas al campo.	24
6.2.	Muestreo de suelo.	24
6.3.	Muestreos foliares.	25
6.5.	Producción de palma de forma sostenible.	31
6.9.	Validación de trampas y su implementación en fincas.	33
6.10.	Eliminación de palmas con anillo rojo.	33
6.11.	Manejo de los recipientes provenientes de agroquímicos y los residuos de sustancias mediante el método del triple lavado de envases con agroquímicos.	34
6.12.	Confección de cama biológica.	34
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
9.	ANEXOS	44

1. Resumen

La palma aceitera en Latinoamérica se ha visto acelerada en los últimos tiempos buscando una orientación sostenible principalmente para suplir los requerimientos de los mercados donde se demuestre que existe huella verde en el producto que es exportado a mercados internacionales. El proyecto de graduación que se llevó a cabo fue en la institución llamada CANAPALMA que por sus siglas es la Cámara Nacional de productores de Palma. Esta institución es la organización cúpula del sector palmero nacional, que se encarga de trabajar en el mejoramiento de las actividades agrícolas e industriales de las plantaciones de palma aceitera buscando su buen desarrollo. El objetivo de este proyecto es evaluar las condiciones que presentan las fincas asociadas a CANAPALMA mediante la realización de visitas de campo, para determinar las condiciones de la producción, cuidando el medio ambiente y control de *R. palmarum* y como producto final de estas visitas se generó un manual de bolsillo donde se plasmó los aspectos técnicos generales que requiere el cultivo de palma aceitera para un buen desarrollo de la actividad. Esto haciendo un recorrido desde que es la institución, los servicios que brinda hasta ver propiamente como realizar

muestreos de suelo y foliares, control del picudo negro, identificación y eliminación de palmas con anillo rojo, información de las principales deficiencias visuales en las plantas, los aspectos técnicos que se debe tener en cuenta para un buen manejo de la plantación. Este manual es basado en la experiencia adquirida en las visitas de campo efectuadas y la intención es socializar el documento entre los productores asociados a CANAPALMA.

Oil palm cultivation in Latin America has accelerated recently, primarily seeking a sustainable orientation to meet the requirements of markets that demand evidence of a green footprint in the product exported to international markets. The graduation project was carried out at the institution called CANAPALMA, which stands for the National Chamber of Palm Producers (Cámara Nacional de Productores de Palma). This institution is the leading organization in the national palm sector, dedicated to improving the agricultural and industrial activities of oil palm plantations, seeking their proper development. The objective of this project is to evaluate the conditions of the farms associated with CANAPALMA through field visits to determine production conditions, focusing on environmental care and the control of *R. palmarum* (red palm weevil). The final product of these visits was the creation of a pocket manual detailing the general technical aspects required for the proper development of oil palm cultivation. This manual covers the institution's background, the services it provides, and specifically how to perform soil and foliar sampling, control the black weevil (*picudo negro*), identify and eliminate palms affected by red ring disease (*anillo rojo*), information on the main visual deficiencies in the plants, and the technical aspects to consider for proper plantation management. This manual is based on the experience acquired during the field visits, and the intention is to share the document among the producers associated with CANAPALMA.

2. Introducción

En Latinoamérica la producción de palma aceitera se ha acelerado en los últimos años orientándose hacia la producción sostenible, al mismo tiempo consolidándose a nivel mundial por sus estándares de calidad. Países como Colombia, Guatemala Honduras y Brasil se han convertido en los principales productores de palma de aceite siendo Colombia el líder en cuanto a producción en Latinoamérica. En Guatemala, el mayor exportador de aceite de la región está experimentando un aumento de la superficie dedicada a palma aceitera de un 10% anual durante los últimos años (Golden Agri-Resources, 2023). Para el año 2017, América Latina exporta el 6% de la producción mundial de aceite siendo esto 4.1 millones de toneladas, de estas cifras alcanzadas Colombia exportó 1.6 millones de toneladas, Ecuador 543 000 t, Guatemala 764 000 t, Honduras 545 000 t, Brasil 410 000 t, y Costa Rica 270 000 t (Guillermo, 2019).

La palma aceitera en Costa Rica se distribuye en cinco regiones, donde la región Brunca que abarca el mayor porcentaje de palma con un 66.5%, seguida del Pacífico Central con un 23.2%, estas dos regiones representan el 89.7% del sector palmero del país. El otro 10.3% restante se encuentra en las regiones Huetar Caribe, Huetar Norte y Central (Vargas, 2022).

Estas grandes extensiones de palma sembradas generan gran demanda de mano de obra, generando alrededor de 7245 empleos directos y 5000 empleos indirectos. A su vez, la actividad palmero proporciona beneficios a más 37 000 personas, entre las cuales están los productores (3899) quienes el 33% se desempeña de manera independiente y el 67% se encuentran afiliados a cooperativas o asociaciones (Solórzano, 2019).

La Cámara Nacional de Productores de Palma (CANAPALMA), ubicada en Puntarenas, en el cantón de Golfito en el distrito Guaycará, tiene como razón de existir, la mejora del sector palmero en el país. En este caso CANAPALMA brinda extensión al productor, donde lo acerca más a la realidad que sufre este gremio día a día y donde se busca ayudar a los productores que muchas veces pierden comunicación con entes públicos que podrían ayudarlos y con la misma industria a la cual pertenecen. La misión de la institución es unir, representar, integrar, defender, capacitar, organizar, suministrar servicios, en general y apoyar en todo lo que esté a su alcance a las personas productoras de palma aceitera de Costa Rica, para que logren alcanzar sus objetivos de producción, económicos, sociales, ambientales y culturales que les permitan siempre una mejor calidad de vida.

Una de las problemáticas más importantes en las plantaciones de palma en Costa Rica y en otras latitudes, está asociada al *Rhynchophorus palmarum* (Coleóptera, Curculionidae) también conocido como el picudo negro de la palma. Según menciona Motta et al., (2008) este insecto genera daños en el tallo producto de las perforaciones para llegar al tallo y alimentarse del mismo. Sin embargo, tiene más relevancia el papel que juega este picudo transportando al nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, quien es el principal vector del anillo rojo, enfermedad que afecta a las palmas.

Este nematodo se hospeda en diferentes tipos de palmas desde las silvestres, incluyendo plantas ornamentales y comerciales como es el caso del cocotero y la palma de aceite. La palma africana reúne todos los requisitos para que este nematodo complete su

ciclo de vida (Alirio, 2018)¹. Los daños por *B. cocophilus* tiene gran variedad de síntomas según la edad del cultivo y la severidad o tiempo de infección que tenga la palma enferma. Causando un deterioro del sistema vascular de la planta que conlleva a una pérdida en la generación de racimos y como bien sabemos esta es la parte de la palma que se comercializa para producción de productos derivados (Motta et al., 2008).

Viendo la problemática relacionada con el picudo, en las fincas se debe de implementar un plan de manejo, el cual consiste en la colocación de dispositivos de trampeo con feromonas, esto con el fin de bajar sus poblaciones en los sistemas agrícolas y así, disminuir los daños derivados del mismo. Además, de los problemas enfrentados por afectaciones con anillo rojo, existen otras enfermedades y plagas que también acechan las palmas aceiteras. Enfermedades como la flecha seca, pudrición basal y plagas que atacan raíces y follajes son otros de los inconvenientes que se dan en estos sistemas productivos. Por lo tanto, es importante siempre, tener un plan de manejo del cultivo ideado para el mantenimiento y manejo de las labores de cosecha, fertilización, conservación de suelo y biodiversidad.

Otro aspecto importante al que se le dio relevancia en este proyecto de graduación fue la correcta manipulación de los desechos que existen en las fincas, tales como recipientes de agroquímicos, envases plásticos y basura en general. Esto porque es muy común observar en las visitas de campo el mal manejo de los desechos los cuales provocan contaminación en las fincas y posteriormente se pueden alterar fuentes de agua, áreas de conservación dentro de las fincas que afecta negativamente la biodiversidad en estas zonas y ponen en riesgo la salud de los agricultores y de la fauna existente (A. Quesada, comunicación personal, 2023).

Es aquí donde las labores que se realizaron en este proyecto de graduación toman gran relevancia, mantener un contacto directo con los productores mediante las visitas a sus fincas brindó un panorama sobre la situación actual del gremio. Lo cual permitirá de manera más precisa asesorarlos y aconsejarlos para que puedan implementar un plan de manejo orientado a una producción más acertada, actualizada, eficiente y responsable con el ambiente, para lograr alcanzar una producción de fruta cada vez más sostenible y rentable, sin sacrificar el buen uso de los suelos y recursos naturales de las fincas. Se

plantea al productor la posibilidad de apoyo necesario para que logre desarrollar esta actividad productiva de forma tal que el impacto del medio ambiente sea el mínimo y se cumplan las medidas planteadas por Gutiérrez (2018) para el manejo agroecológico e integral de *R. palmarum*.

3. Objetivos

3.1. GENERAL

Evaluar las condiciones que presentan las fincas de los Asociados a CANAPALMA mediante la realización de visitas de campo, para determinar las condiciones de la producción, cuidado del medio ambiente y manejo de *R. palmarum*.

3.2. ESPECÍFICOS

1. Identificar a través de visitas de campo las condiciones de campo, infraestructura y prácticas culturales que se implementan en las fincas.
2. Validar el plan de manejo *R. palmarum* en los sistemas de producción para disminuir la incidencia de la enfermedad del anillo rojo en las plantaciones.
3. Elaborar un manual de bolsillo de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en palma aceitera para contribuir al mejoramiento de los sistemas de producción y de un impacto ambiental más positivo.

4. Marco teórico

4.1. Extensión agrícola

La extensión agrícola es un término que se puede expresar como el mecanismo o proceso mediante el cual se gestiona un bienestar y un progreso en las zonas rurales, utilizando como herramientas la información, capacitación, transferencia de tecnología nuevas y adecuadas, así como el asesoramiento técnico asistido de manera permanente. En Latinoamérica y el Caribe los sistemas de extensión tomaron mayor fuerza con el final de la segunda guerra mundial, se da un giro positivismo entorno a que, con la promoción correcta de la extensión, se podrían brindar tecnologías de actualidad al sector agrario en las regiones de América Latina y el Caribe con el objetivo de aumentar las producciones de

granos básicos e ingresos para los agricultores en todo el continente (RELASER, 2016), y esto a su vez, trasladarlo a otros sistemas de producción, sobre todo a cultivos novedosas y en crecimiento, con potencial económico.

4.2. Historia de la palma aceitera

La palma africana o aceitera tiene como origen las costas del golfo de Guinea en África Occidental, fue introducida en América en el siglo XVI. (Yusoff, 2006; Sumathi et al., 2008; Shuit et al., 2009). Fue llevada de África a Asia a principios del siglo XIX, en donde se estableció la primera plantación comercial en Tnah Itam Ulu, Indonesia en 1911. Ya en 1915 el área plantada era de 2760 ha. Posteriormente otros países comenzaron a sembrar palma en grandes extensiones, principalmente Malasia, que actualmente es el segundo productor mundial detrás de Indonesia (ADS, 2014)

La producción mundial de aceite de palma ha incrementado casi un 600% pasando de 14.72 millones de toneladas en el año 1994 a 80.58 millones de toneladas en el 2021. En cuanto a la superficie ocupada por este cultivo aumentó considerablemente de 7.86 millones de hectáreas en 1994 a 28.91 millones de hectáreas en el 2021. En Latinoamérica Colombia es el principal productor de palma aceitera con 500.000 ha, en el caso de Ecuador tienen 152 000 ha, en Bolivia 60.000 ha, Guatemala 210.000 ha, Honduras 210.000 ha, Brasil 200 000 ha, Nicaragua 35.000 ha (GRAIN, 2024).

4.3. Industria de palma aceitera

El cultivo de la palma de aceite se sitúa como uno de los cultivos con mayor crecimiento a nivel mundial. En nuestro país, a partir de 1940 se empezó a destinar áreas para la siembra de la palma aceitera y ya para 1950 se construyó la primera planta extractora de aceite para procesar las primeras cosechas las cuales tuvieron lugar en Damas de Quepos (Vargas et a., 2017). En el año 1951 en el país se registraban 3 926 ha de palma, en el año 1997 el cultivo tiene una extensión de 29.000 ha y para el 2017 se tenían sembradas 92 456 ha, convirtiéndose en el cultivo de mayor extensión en el país y con un potencial de expandirse a 670 800 ha nuevas (Salas-González, 2020).

De acuerdo con los datos registrados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, el cultivo aumentó cinco veces en los últimos treinta años. En 1989 se tenían 20

000 ha y entre el 2014 y 2017 se alcanzaron las 92 456 ha mostrándose en este periodo de tres años un aumento de 26 000 ha nuevas las cuales se sembraron en mayor porcentaje en las zonas de Corredores, Osa y Golfito (INEC, 2018).

Se considera que el sector palmero nacional para el 2025 tiene un área aproximada de 75 375 ha, de la cuales 66 mil se encuentran ubicadas en la provincia de puntarenas, un 72% de esta producción se encuentra principalmente en los cantones de Corredores, Golfito, Osa, un 26 % en los cantones de Puntarenas, Garabito, Coto Brus, Buenos Aires. La provincia de Limón cuenta con alrededor de 5000 ha, entre Pococí, Matina, Guácimo, Siquirres, Heredia con 2000 ubicadas en Sarapiquí, San José con 1500 ha entre Turrubares, Puriscal y Perez Zeledón. 1000 ha en la Provincia de Alajuela principalmente en la zona norte y cerca de 400 ha en Guanacaste (Comunicación Oral, CANAPALMA 2025).

Asimismo, las fincas palmeras están distribuidas entre 3000 productores con una producción de fruta de palma para el año 2024 de 1,319,062 toneladas, equivalente a 263,000 mil toneladas de aceite crudo de palma (ACP) (Comunicación Oral, CANAPALMA 2025).

4.4. Taxonomía de la palma aceitera

Antes de referirnos con más detalle a esta planta, a continuación, se presenta la clasificación taxonómica de la palma de aceite.

- División = Fanerógamas
- Tipo = Angiospermas
- Clave = Monocotiledóneas
- Orden = Palmales
- Familia = Palmaceae
- Género = *Elaeis*
- Especie = *guineensis* y *oleifera*

Esta planta es una perenne que se cultiva con el objetivo de obtener aceite, la especie tiene tres variedades, estas son: “dura”, “pisifera” y “tenera”. De las cuales, la variedad que se utiliza en la industria es la “tenera”, que viene a su vez siendo un cruce entre las variedades “dura” y “pisifera” (Sula, 2009).

4.5. Condiciones climáticas para la actividad

Las condiciones climatológicas que favorecen la actividad palmera, se dan entre los 23 y 27°C, a una altura de entre los 0 a 400 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a las precipitaciones cantidades entre los 1750 y 2000 mm anuales, habiendo precipitaciones de 150 mm por mes aproximadamente, se tienen condiciones en el suelo que favorecen el crecimiento y fructificación de las palmas. Cuando los suelos son los adecuados, la retención de agua de 130mm en las zonas de las raíces, un mes de bajas precipitaciones no provocaría una reducción del rendimiento. Dos meses muy secos pueden reducir en un 9% la producción (MAG, 2007).

La palma prospera en suelos con una buena fertilidad, ricos en elementos nutritivos y materia orgánica. En rangos de pH entre los 4.5 y 7.5 la palma se adapta de buena forma, Suelos con altos niveles de calcio intercambiable pueden provocar problemas en la absorción de cationes. Suelos limosos profundos y bien drenados son los que presentan un mejor rendimiento. Suelos con texturas extremas no son buenos para el cultivo, deben de evitarse texturas arcillosas, estas producen problemas de drenajes, texturas muy gruesas o arenosas tiene problemas para retener agua y se generan desbalances nutricionales (MAG, 2007).

4.6. Condiciones climatológicas en el área de estudio

En el área de estudio, el Pacífico Sur la cuál es comprendida por los cantones de Osa, Golfito y Corredores donde se concentra la producción de Palma en el Pacifico Sur. Se poseen diversas influencias de los vientos y la humedad que proviene del océano. Esto deriva en que se presente áreas donde las temperaturas medias anuales lleguen a los 18°C y en otras zonas se registren en los 27°C, en el caso de la precipitación media anual puede alcanzar los 2000 mm y en otras zonas los 6500 mm. (INDER, 2014).

La altitud presente en este sector se puede clasificar en tres categorías, piso basal que va desde los 0 a los 500 msnm donde la temperatura anual media es de 24 a 28°C, piso premontano que va desde los 500 a las 1200 msnm y temperaturas de 20 a 24°C y piso montano bajo que comprende desde los 1200 a las 2100 msnm con temperaturas de 15 a 20°C. La humedad relativa que se registra no tiene una variación grande a la largo de año, se alcanza un valor de 90% y en cuanto a las precipitaciones media anual se obtienen valores entre 1710 y 6840 mm. (INDER, 2014).

4.7. Requerimientos nutricionales y fertilización de la palma aceitera

El manejo nutricional del cultivo de palma de aceite es de gran importancia, debido a que es una planta con elevado potencial de producción de biomasa, por lo que demanda una cantidad importante de nutrientes. Una adecuada fertilización, permite que las palmas tengan un crecimiento vegetativo adecuado, además de una absorción eficiente dado a su efecto directo sobre los rendimientos de fruto, agregando la prevención de enfermedades y plagas que afecten los rendimientos del cultivo (Donough, 2008).

Entre los principales nutrientes de la palma de aceite se menciona el nitrógeno, el cual favorece el rápido crecimiento y desarrollo foliar, además de la producción de frutos y semillas. En segundo lugar está el fósforo, el cual participa en el desarrollo del sistema radicular y la floración. El potasio es otro de los nutrientes esenciales, ya que incrementa la resistencia a la sequía y tiene un papel importante en el tamaño y número de racimos producidos.

Otros nutrientes igual de importantes, corresponden al magnesio, azufre y boro. El magnesio cumple funciones vitales en el metabolismo de la planta, participando de forma directa en la fotosíntesis de la palma, además, actúa en el transporte de asimilados hacia las hojas y racimos. El azufre estimula la producción de racimos y semillas. Por último, el boro es el micronutriente más importante, ya que es esencial para la elongación radical y producción y transporte de sacarosa (Loli, 2012).

4.8. Tipos de suelo presentes en el área de estudio

En la Región Pacífico Sur está integrada por cuatro tipos de suelo los cuales son:

Entisoles: Este orden incluye los suelos arenosos de las costas, los suelos mal drenados de textura gruesa, con influencia de mareas generalmente con vegetación de mangle, como en el Humedal Terraba- sierpe).

Inceptisoles: Incluye los suelos rojizos, poco profundos y poco desarrollados, además se caracteriza por su baja saturación de bases. Se asocia también a los suelos poco desarrollados de las zonas montañosas.

Mollisoles: En este orden tenemos los suelos con una textura media, oscura, son suelos provenientes de depósitos fluviales con algunos problemas de drenaje. Se pueden encontrar en el Parque Nacional Corcovado, en Pejeperro y Valle de Coto Colorado.

Ultisoles: Es el orden de suelo que engloba los suelos rojizos, profundos, arcillosos y ácidos, estos se pueden encontrar en la zona de Cerro Brujo, el sector de los Mogos, en la Fila Costeña, Parque Nacional Piedras Blancas y Sector de Punta de Banco.

4.9. Picudo negro

El picudo negro (*Rhynchophorus palmarum*), es un insecto que pertenece al Orden Coleóptera de la Familia Curculionidae. Es considerado como la principal plaga en el cultivo de palma en Latinoamérica, esto debido a que es el principal vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, que es el causante de la enfermedad del anillo rojo (Aldana *et al.*, 2010; Lohr *et al.*, 2015). En este caso, las hembras adultas del picudo son infectadas con el nematodo, cuando se alimentan de palmas enfermas (Torres, 2021; Araújo *et al.*, 2018). Además, genera otros daños, como los problemas que causan las larvas en las bases peciolares, las zonas de crecimiento del cogollo de plantas que han sido afectadas por el mal de la flecha seca hasta llegar en algunos casos a generar daños en las inflorescencias.

Es un insecto holometábolo por poseer una metamorfosis completa que va desde su etapa de huevo, larva, pupa y por último adulto, cuyo ciclo de vida se desarrolla por completo en los tallos de las palmas, donde se alimenta de los tejidos vegetales (Montagna *et al.*, 2015). Su etapa como huevo tiene un periodo de incubación de dos a cuatro días, como larva viven por un periodo de 42 a 62 días, la etapa de pupa tiene una duración de 30

a 45 días, donde se da la confección del capullo a base de tejido vegetal y finalmente en su etapa adulta el picudo negro logra vivir 90 días (Lemus, 2020). Según Borja (2022), una hembra de este insecto puede llevar a ovipositar alrededor de 21 huevos en un día. La larva es muy voraz, se puede generar canibalismo si se encuentra con otra larva o generar graves daños, ocasionando hasta la caída de las plantas (Montagna *et al.*, 2015). Estas larvas tienen un crecimiento constante logrando alcanzar los 5.5 cm de longitud en un periodo de 60 días.

En Costa Rica, este insecto es una plaga de mucha importancia. Actualmente se encuentra distribuido principalmente en la Región Brunca y Región Central. Para el año 2018, se reportaron resultados de trampeo en las comunidades de Punta Zancudo, Pavón y Manzanillo, además de las regiones de Osa, Golfito y Corredores. Asimismo, se menciona que, los daños del picudo en el país, se observan principalmente en palmas jóvenes de entre tres a seis años (Jiménez, 2018).

En la zona de Paso Canoas y la región de Coto se han realizado diferentes estudios para probar la efectividad de distintos componentes en las trampas para la captura de picudos, estos ensayos se realizaron durante el mes de setiembre del año 2015. Los resultados del ensayo nos indican que el sector fronterizo de Paso Canoas es la región con mayor presencia de *R. palmarum* registrando 243 picudos en una semana, en el caso de la Región de Coto se capturaron alrededor de 30 picudos en una semana (Rodríguez, 2016).

Para el año 2022 CANAPALMA inició una campaña de eliminación de palmas afectadas por *R. palmarum* y que presentaban la enfermedad del anillo rojo. Durante el año 2022 se registraron 194 casos eliminados entre los meses de octubre y noviembre. Así mismo en el año 2023 esta labor de eliminación se retomó dando como resultado la eliminación de 327 casos a lo largo del año, en el 2024 se eliminaron 183 casos. Dando así un paso importante en el control de esta enfermedad y disminuyendo los focos de dispersión de este nematodo (Comunicación Oral, CANAPALMA 2025).

4.10. Trampeo del picudo negro

El trapeo de picudo negro es un método de manejo que se ha desarrollado mediante la confección de trampas con el principal objetivo de atraer y atrapar picudos adultos y lograr una disminución de la población dentro de los palmares. Según menciona Gutiérrez (2018) el éxito de un trapeo dentro de una finca se ve influenciado por varios factores. La ubicación y distribución de las trampas dentro de la plantación, la densidad, mantenimiento y capacitación del personal a cargo de dar asistencia al trapeo.

La feromona según menciona Santos *et al* (2012), “es una técnica que se desarrolló aprovechando las mismas características biológicas de los picudos. Estos insectos se comunican por una sustancia química y su agudo sentido del olfato. Esta sustancia es producida por los machos y tanto machos como hembras reaccionan al percibir y se dirigen a la fuente del olor. Por tal razón, esta sustancia es denominada feromona de agregación.”

4.10.1. Alternativas de manejo del picudo negro

Existen distintas maneras de manejar las poblaciones de picudos negro, una de ellas es el manejo biológico con el hongo *Metarhizium anisopliae* que según Alvarado (2013) “este hongo provoca mortalidades significativas de *R. palmarum*, por el método de inmersión en condiciones de laboratorio, con una tasa de infección del 85,7 % y una esporulación hasta del 60,7%, luego de 24 horas de aplicado el tratamiento”.

Además según Aldana (2011), “la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPALMA) logró demostrar la virulencia y patogenicidad de *M. anisopliae* sobre adultos de *R. palmarum*, hasta en 87%”. y estudios realizados por Esteves y Cedeño (2008) registran una alta patogenicidad y virulencia en adultos de *R. palmarum* y por consecuencia una mortalidad entre el 90 y 100% en ensayos con diferentes cepas de *M. anisopliae*.

4.10.2. *Bursaphelenchus cocophilus*

El nematodo *B. cocophilus* (Tylenchida, Aphelenchoididae) es el causante de la enfermedad del anillo rojo. Tiene la capacidad de hospedarse en varias clases de palmas, teniendo especial afinidad por las especies silvestres, ornamentales y comerciales, entre estas el cocotero, palmas de aceites y las variedades desarrolladas. En el caso específico de las palmas de aceite, por su constante labor de cosecha, las heridas que se causen en las

hojas y males como la fecha seca, proporcionan las condiciones ideales para que el picudo transporte este nematodo y cumpla todo su ciclo de vida (Alirio, 2018).

El nematodo mide aproximadamente un milímetro de largo y posee un estilete en forma de aguja que le permite alimentarse de las células de las plantas. Es endoparásito migratorio, ya que los adultos se desplazan y las hembras ovipositan en el interior de los tejidos de la palma, donde su ciclo de vida se completa entre 9 y 10 días, que comprende la fase de huevo y tres fases larvales (Lecca, 2016).

Según menciona FEDEPALMA (2013), los nematodos se encuentran en las inflorescencias en formación y en los niveles foliares 1, 9, 17 estando concentrados en los primordios florales y luego en la base de las flechas. Durante los primeros 45 días los nematodos se encuentran en el punto de crecimiento (cogollo) ocasionando un acortamiento de hojas y malformaciones. Para los 75 días después de que la palma se haya infectado se pueden observar en la base de las flechas y cerca del meristemo y en algunas ocasiones también puede observar un anillo marrón en raíces y en la periferia de las palmas.

4.11. Manejo de desechos

Los sistemas de producción de palma no se encuentran exentos de producir desechos contaminantes durante el ejercicio de la actividad. La actividad palmera conlleva a la contratación de mano de obra para distintas labores, entre ellas se encuentran las labores de corta, cosecha y mantenimiento del área. El constante tránsito de personas en la finca a lo largo del tiempo va a generar contaminación ante una posible ausencia de costos de basura para el correcto trato de los desechos. Además es importante la capacitación del personal a la hora del manejo de los desechos producidos después de una aplicación de algún herbicida.

4.12. Infraestructura de fincas para el desarrollo de una plantación de palma

4.12.1. Topografía

De acuerdo con Sula (2009), siempre que sea posible se debe escoger para el cultivo de palma aceitera tierras planas o que presente una ligera ondulación, esto con el fin de obtener mejores rendimientos. Por el contrario, terrenos en colinas o con una pendiente

pronunciada va a dificultar las labores como, mantenimientos de caminos, establecimiento y producción, cuando la cosecha aumente va a aumentar también la dificultad para asistir estos sectores. Problemas de erosión de suelos van a aparecer provocando a su vez una disminución en la fertilidad del suelo e influyendo en la productividad de la palma.

4.12.2. Drenajes

Según menciona Artavia (2013), la palma de aceite posee un sistema de raíces que se desempeña superficialmente, este abarca desde los 0 hasta los 50 cm de profundidad. Un mal drenaje en el terreno puede desencadenar la pudrición de raíces, una mala nutrición, provoca que las palmas sean susceptibles a las enfermedades, genera un debilitamiento de la estructura del suelo y va a facilitar que el suelo sea compactado. Un aspecto importante a tener en consideración es que los drenajes deben ser diseñados y elaborados antes de realizar la siembra de la plantación.

4.12.3. Caminos

El diseño y construcción de caminos en las plantaciones es muy importante, ya que estos facilitará el acceso a la finca para la realización de los distintos trabajos tanto de mantenimiento como se cosecha, un camino en el diseño correcto brindará un mejor desempeño a la hora de la extracción de las frutas de los sistemas productivos, facilitara las laborales del personal y por ende se tendrá un mejor desempeño en esta labor.

Según Artavia (2013), los callejones o calles internas son sitios donde se depositan cantidades de fruta cada vez mayores, por eso es tan importante que en el diseño de la plantación se contemplen las vías de comunicación. Dependiendo del tamaño de la plantación se deben definir las siguientes: trayecto del cosechador, esto no es un camino, es el recorrido que hace el cortador. El centro de cosecha, es un tipo de callejón o calle interna donde se dejan los frutos provenientes del trayecto del cosechador, en este punto es cargada y transportada al centro de acopio. El camino de recolección que es una calle o callejón donde se acumula fruta, en este punto los racimos son cargados y transportados al centro de acopio y luego está el camino principal hacia planta extractora que es el camino principal por donde es extraída la fruta fuera de la finca.

5. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto de graduación y como parte de las actividades realizadas en la Cámara Nacional de Productores de Palma, se efectuaron visitas de campo a los productores asociados a CANAPALMA, ubicados en la región Brunca del país en los cantones de Golfito, Osa y Corredores, estos productores se dividieron en dos grupos: productores que entregan su racimos de fruta fresa ya sea a Palma Tica o Coopeagropal por medio de un representante que en este caso es una cooperativa y luego, están los productores particulares que entregan directamente a Palma Tica y Coopeagropal sin un intermediario, ellos entregan la fruta a su nombre. En estas visitas se evaluaron y realizaron diferentes actividades dentro de la finca como parte del proceso de obtención y organización de la información y para el desarrollo de la metodología que permitió organizar la información técnica en busca de los componentes que permitieron la caracterización de la calidad de las zonas de producción.

Entre las actividades que se realizaron están los muestreos de suelo, muestreos foliares, evaluación del estado de las trampas contra picudo negro, el estado de las rodajas, poda de las palmas y estado nutricional de la finca, el diseño de drenajes, caminos, buen trato de los residuos plásticos entre otras. Estas visitas se organizaron por medio de un formulario de visita que se completó durante la visita y luego de evaluar los aspectos de manejo; además, se procedió a complementar con observaciones y recomendaciones adicionales para fortalecer las mejoras pertinentes en cada una de las plantaciones y de los diferentes agroecosistemas de producción.

5.1. Visitas de campo

Las visitas de campo que se realizaron como parte de los servicios de atención para sus asociados fueron la base para el establecimiento de una comunicación con el productor y fueron el enlace directo que tiene la institución con el campo. Es de esta manera es que se recopilaron las condiciones a las que se enfrentan los palmeros día a día y así dar asistencia técnica en las áreas que sean requeridas de manera más adecuada y cercana a la realidad.

Para la realización de las visitas de campo se utilizó la metodología planteada por Méndez (2019) la cual establece ciertos parámetros necesarios a seguir para la realización de visitas de campo. Primeramente se realizó un cronograma de visitas mensuales donde se

definieron las cantidades de productores que se visitaron, así como el orden en que estas visitas se realizaron. Fue importante también establecer la fecha para las visitas, para esto se tomaron en cuenta el factor climático del lugar y la accesibilidad que haya en la finca. Por último se realizó un planteamiento sobre qué aspectos se observarían dentro de la finca para así tener un orden en las actividades que se realizaron durante las visitas.

Una vez definidos los puntos anteriores, durante las vistas y al finalizarlas se rellenó el “reporte de asistencia técnica a productores asociados” donde se determinaron los estados en que se encontraron las plantaciones, la nutrición de las palmas, infraestructura de la finca, el manejo de plagas y enfermedades (Anexo 1). Como último rubro se anotaron las observaciones sobre los aspectos vistos durante el recorrido, tanto positivos o negativos, así como las recomendaciones sobre cómo mejorar o corregir algunos puntos en específico de manejo ante diferentes problemas fitosanitarios.

5.2. Muestreos de suelo

Para la ejecución de los análisis de suelo se siguió la metodología de Munevar, (2008) que consistió en tomar varias submuestras en la finca que se va a muestrear, como condición fundamental, el área de estudio debía tener características homogéneas en todo el sector seleccionado. Si el área de una finca no fue homogénea, se clasificó el terreno en sectores que compartan las mismas características por ejemplo: la pendiente, drenaje, profundidad, color del suelo y edad de la palma debe ser la misma para la designación de las áreas de muestreo. Por ejemplo, una finca que presentó un sector plano y una parte de la finca tenía pendiente, se dividió el muestreo en dos unidades de muestras de suelo (UMS) para mayor calidad del muestreo.

Las formas de tomar las muestras en el campo, depende de si en la finca se encontró el cultivo ya establecido o si, por lo contrario, el área estaba por ser cultivada y aún no habían palmas. Cuando fue antes del establecimiento de las palmas, las muestras se recolectaron en forma de zigzag y entre 15 a 20 submuestras por cada UMS. Cuando el cultivo era joven, tenía menos de tres años de estar establecido, el muestreo se realizó tomando las submuestras en la rodaja de la palma y se tomaron cada diez líneas y cada diez palmas para lograr una correcta distribución. En el caso de las plantaciones con más de tres

años, se tomaron las muestras en tres principales sitios: donde se concentra la mayor cantidad de raíces, donde se aplicó por última vez fertilizante y en donde se tiene planeado aplicar la próxima vez.

Las muestras se obtuvieron limpiando el sitio donde se introdujo el barreno de tipo media caña con un machete para retirar todo material vegetal que se encontró, una vez retirado este material, se procedió a introducir el barreno a una profundidad de aproximadamente 20 cm, luego se giró el barreno para que este se le adhiera el suelo y luego se procede a retirar el barreno del suelo, el material recolectado se introdujo en una bolsa y se continuó con las tomas de las demás submuestras. Los materiales requeridos para la realización de un muestreo de suelo fueron: un barreno tipo media caña, recipiente para recolectar muestras, machete para limpiar zona de muestreo, marcador para la rotulación de la muestra, tamizador para limpiar muestra, selladora de bolsas y etiquetas para agregar la información de las muestras.

5.3. Muestreos foliares

Para un muestreo foliar según la metodología aplicada por Munevar, (2008) es importante tomar en cuenta que se deben muestrear las zonas de la finca que representan las condiciones normales de las palmas que se ubican en la finca. Al igual que en el muestreo de suelo. Se debe tener en cuenta que la zona a muestrear sea uniforme en cuanto a aspectos como tipos de suelo, drenaje, pendiente. Al ser un muestreo foliar, las plantas deben tener la misma edad y ser de la misma variedad.

En cada unidad de muestreo foliar (UMF) se tomaron entre 20 y 30 submuestras, cada submuestra se tomó de una planta diferente. En los muestreos foliares se tomaron los folíolos de una hoja en específico, en el caso de las plantas mayor de cuatro años se tomó la hoja # 17 y cuando las plantaciones son menores a cuatro años se tomaron los folíolos de la hoja # 9.

Los pasos para obtener la submuestras y muestras en el campo fueron: ubicar la UMF y seleccionar las plantas que será muestreadas, identificar la hoja a muestrear sea la número 17 o la número 9, una vez identificada la hoja, se procedió a cortarla y de su parte central, se desprendieron cuatro folíolos, dos de cada lado del raquis. Se repitieron estos

pasos en el total de plantas identificadas de la UMF, se rotularon las muestras tomadas en el campo y se enviaron al Laboratorio del Centro de Investigaciones Agrícolas (CIA) de la Universidad de Costa Rica.

5.4. Validación y confección de trampas para el picudo negro

La ubicación de las trampas se realizaron tomando en cuenta las visitas que se hicieron a los asociados. La compañía Palma Tica y Coopeagropal recomiendan colocar las trampas a una densidad de 5 a 7 trampas por hectárea dependiendo de la extensión del sistema productivo. Ahora bien, existen excepciones a esta regla y es cuando en una finca se han registrado altos promedios de capturas de picudos por trampa, por lo que cifras de 15 picudos por trampa en promedio se recomienda aumentar la densidad de trampas a una cada tres hectáreas.

Las trampas se ubicaron en el perímetro de las fincas, esto con el fin de que la trampa atrajera los picudos desde adentro de la finca hacia afuera de ella y de igual manera, al estar en la zona perimetral, el picudo en lugar de entrar a la plantación, sería atrapado en cuanto intentara entrar a la plantación. Es por esto que es muy importante no solo tener el trampeo activo sino también saber ubicar las trampas, de lo contrario se puede favorecer la presencia de picudos dentro de las fincas.

Siguiendo la metodología de Santos, D.J (2012) el proceso de confección del trampeo para el picudo negro en fincas de palma consistió en tomar un recipiente plástico de color blanco, de unos 20 litros, el cual se acondicionó para colocar feromona atrayente y agregar una solución de melaza y agua en proporción de 3 partes de melaza y 1 parte de agua en el fondo del recipiente. La dinámica consiste en que el picudo será atraído por la feromona, entra en la trampa y esa solución de melaza y agua, que aparte de atraerlo hace que se quede atrapado en el recipiente y no pueda escapar, realizando así la captura de los picudos y para las posteriores revisiones.

Para construir la trampa se siguieron los siguientes pasos: se tomó el recipiente de unos 20 litros de color blanco, se marcó un rectángulo de 10 cm de ancho por 12 de largo, se procedió a cortar los bordes laterales y el inferior del rectángulo trazado, formando una especie de ventana y pestaña. Se realizó una perforación en la parte inferior de la ventana

para pasar una piola y mantener la ventana abierta. Con un saco, se cubrió el recipiente dejando una pequeña porción que sobrepase la ventana, así los picudos lograrían entrar fácilmente dentro de la trampa. La feromona se colocó dentro de la trampa, con ayuda de un alambre, quedando suspendida sin que se sumerja en la solución de maleza y agua.

Esta feromona viene en una presentación de 0,8 gramos es un atrayente alcohol alifático, cuyo nombre comercial es *R. palmarum Lures* (Rhyncolure) de composición química 2-Metil- 4-hidroxi 5 -heptenol (Rhynchopherol) con una pureza mayor al 95 %, su apariencia es de burbuja plástica de color blanco, de olor no perceptible y con un periodo de acción de 3 meses (Chemtica Internacional S.A, s.f.)

Una alternativa para el trampeo es la trampa de balde modificado para *R. palmarum* presentada por Chemtica Internacional. S.A la cual se confeccionó de la siguiente manera: se tomó un recipiente tipo balde de 2.5 galones el cual se cubrió con un mesh plástico para facilitar el ingreso de picudos. Además, se modificó la tapa añadiendo un embudo plástico por donde ingresarán los picudos sin posibilidades de salir. Esta trampa tenía una feromona Rhyncolure, un atrayente Weevil Magnet, entre cinco y siete pedazos de caña de azúcar y un litro de solución con insecticida cubriendo un 75% de la caña (Chemtica Internacional S.A, s.f.).

5.5. Eliminación de palmas con anillo rojo

Según lo mencionado por el MAG (2021), el proceso para eliminar plantas con anillo rojo inició realizando una inspección en las fincas en busca de las plantas enfermas, estas fueron marcadas con un spray y una cinta para diferenciarlas del resto. Se eliminaron las plantas, con la ayuda de una motosierra, se realizaron dos cortes profundos de entre 40 a 50 cm en el tronco, este corte se hizo en un ángulo de 45° buscando la parte central del tallo. Cuando los cortes se realizaron se aplicó un producto de nombre comercial Drexel Msm 72 SL cuyo ingrediente activo es el metano arsenato monosodio conocido como MSMA, la aplicación de este producto se realizó con ayuda de un dosificador casero el cual consiste en un embudo unido a una manguera para facilitar su introducción en la ranura realizada con la motosierra. La dosis utilizada fue de 100ml de MSMA y 100ml de agua, agregando un total de 200 ml de esta mezcla en cada corte realizado. Luego, los cortes se

taparon con hojas, musgo o material orgánico que había en los alrededores para evitar que la solución se lave o degrade.

5.6. Manejo de los recipientes provenientes de agroquímicos y los residuos de sustancias mediante el método del triple lavado de envases con agroquímicos.

Durante las visitas que se realizaron a los productores se reforzaron los temas sobre el manejo de desechos provenientes de la aplicación de agroquímicos en las fincas, esto abarca tanto adecuado manejo de los recipientes así como la disposición de los residuos de sustancias químicas. Una vez que el contenido de un agroquímico es terminado, se debe dar un correcto manejo del envase, para esto se implementó el método del triple lavado según Ariza (2021), “el triple lavado consiste en lavar inmediatamente después de vaciar el envase de agroquímico con tres enjuagues consecutivos, estos necesariamente debe ser con agua equivalente a un cuarto de la capacidad del envase durante 30 segundos, lo importante de este tipo de procedimiento es que el agua entre en contacto directamente con el caldo de aspersión con el fin de obtener el 100% de aprovechamiento del producto y evitar la contaminación posterior del ambiente”. Estos enjuagues de los recipientes fueron vertidos en las camas biológicas o biocamas que hay en las fincas.

Finalizado el procedimiento del triple lavado, estos envases fueron recolectados y depositados en un lugar de la finca destinado exclusivamente para este fin, los depósitos de envases de agroquímicos se ubican en lugares aparte, con una buena ventilación y protegido de la lluvia, además están rótulos y advierten al visitante o personas ajenas a la finca del uso que tendrán en este lugar. Los envases almacenados en dicho establecimiento fueron perforados una vez realizado en triple lavado para así evitar que alguna persona los reutilice. Una vez que el centro de recolección se llenó, se transportaron los envases al centro de reciclaje especial para este tipo de residuos. Estos envases entregados serán posteriormente procesados para la producción de productos plásticos como bumpers o postes de cerca (UCR, s.f.).

5.7. Confección de camas biológicas.

Para la construcción de las camas biológicas se utilizó de guía la metodología implementada por Brenes (2020), primeramente para la confección de las camas biológicas se necesitaron de los siguientes productos: un estañón, sacas de plástico, fibra de coco, suelo y compost. El suelo, la fibra de coco y el compost fueron agregados en proporciones de: suelo 84 L, compost 26 L y fibra de coco 90 L. Para la medición de estos volúmenes se utilizó un recipiente que venía con las medidas señaladas. El suelo requerido para la cama biológica fue un suelo limpio, libre de piedras, ramas y restos vegetales esto con el fin de que se facilite su mezcla con la fibra de coco y el compost. Al igual que el suelo, la fibra de coco fue preparada con el fin de que se desmorone o bien adquirir fibra de coco molina. Para el caso del compost, se adquirió ese material en una tienda de agro servicios o se utilizó uno de elaboración propia.

Una vez con los materiales listos, se procedió a la construcción de la cama biológica, colocando las materias primas suelo, compost y fibra de coco previamente medidas, en sacos extendidos en el suelo y se mezcló con ayuda de una pala a disposición para facilitar este trabajo. Una vez con la mezcla uniformada, se vertió en el estañón. Al finalizar la preparación de la cama biológica se dio un reposo de al menos 30 días sin ser utilizada y manteniendo una humedad entre el 50 y 60% de la capacidad de campo para favorecer la maduración de la bio mezcla y promover el desarrollo de los microorganismos. Se confeccionó una cama biológica propiedad de CANAPALMA la cual sirvió como material didáctico, con el fin de incentivar la instalación y uso, además durante la elaboración de la cama biológica se filmará el procedimiento paso a paso para la construcción de la cama biológica.

5.8. Manual de buenas prácticas agrícolas en palma aceitera

La elaboración del Manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en palma aceitera se realizó a partir de la información recopilada en las visitas de campo a los asociados a la Cámara, además se reforzó mediante la revisión de literatura respecto al tema. El manual tendrá portada con su respectivo título, un índice, la misión y visión de CANAPALMA, el motivo por el cual se creó este manual de bolsillo y seguidamente el desarrollo de la información indicada en el índice, apoyada de imágenes y fotografía tomadas en las diferentes fincas de los asociados. El manual será de confección propia, una vez finalizado

se enviará a una imprenta donde se producirán 50 ejemplares en una primera edición para su distribución a los productores.

El manual incluirá temas como los elementos esenciales para una correcta nutrición en palma, manejos adecuados de la plantación, correcta aplicación de los fertilizantes químicos, beneficios e importancia de los abonos orgánicos, correcto uso de los agroquímicos así como el correcto manejo de los residuos de sustancias y envases vacíos. También se reforzará el tema del trampeo del picudo negro, vector de la enfermedad del anillo rojo, la forma de elaboración de una trampa, su correcta ubicación en las fincas y la manera de eliminar una palma que se encuentre infectada por anillo rojo.

6. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

6.1. Visitas al campo.

Una vez aprobado el anteproyecto, se procedió a efectuar las labores de campo, para ello CANAPALMA aprobó empezar a realizar las visitas a campo a partir del año 2024, de esta forma se procedió con las visitas de campo las cuales se desarrollaron en un periodo de 6 meses los cuales están comprendidos desde enero a junio del 2024. Durante este periodo de tiempo se logró visitar a un total de 157 productores asociados a la cámara.

Estos 157 productores se dividieron en 50 productores particulares que venden su fruta fresca a Palmatica, 18 productores que corresponden a COOPETRIUNFO R.L, 18 productores asociados a ASBAPROFA y 30 productores que son parte de OSACOOOP R.L. El rango de alcance logrado con estas visitas abarcó los cantones de Golfito, OSA, Puerto Jiménez y Corredores.

6.2. Muestreo de suelo.

Los muestreos de suelo realizados a los productores se hizo en un periodo de 2 meses, siendo febrero y marzo el periodo destinado a dicha tarea (Anexo 7). Se logró brindar este beneficio a 34 productores. Los cuales están distribuidos en los cantones de OSA, Golfito, Corredores y Puerto Jiménez. Logrando así tener información del suelo de la región y no centralizarlo en un solo lugar, esto nos ayudó a tener conocimiento de los

estados del suelo en general y de esta forma ser más acertado a la hora de la elaboración del manual de buenas prácticas agrícolas.

Como características generales de los suelos de las fincas muestreadas, se buscó realizar los muestreos en parcelas con topografía plana para facilitar la labor, con edades de plantación entre los 5 a 20 años, evitando las parcelas de productores que poseen palmas de mucha altura. Una vez tomadas las muestras de suelo, estas fueron enviadas al laboratorio de la UCR en San Pedro para su análisis, una vez que el laboratorio devolvió los resultados, se procedió a interpretar los resultados y se entregaron a los productores asociados las recomendaciones para mejorar la calidad de los suelos y la producción de las plantaciones.

6.3. Muestreos foliares.

Los muestreos foliares realizados a los productores asociados a CANAPALMA fueron realizados en conjunto con los muestreos de suelo (Anexo 6). Se realizaron los muestreos de esta manera con el objetivo de brindar un servicio más completo a los asociados, donde el tener información del estado nutricional de sus suelo y la condición nutricional de palmas, ayudará en la toma de decisiones para manejar de manera más eficiente los problemas nutricionales en sus palmas.

Los muestreos se realizaron a un total de 34 productores, los rasgos que se buscaron para realizar los muestreos foliares, eran parcelas con palmas de entre los 5 y 20 años para facilitar la labor de toma de las muestras, ya que palmas de gran altura dificulta tales labores. Para el muestreo foliar se tomaron las plantas más representativas el estado general de la finca, para las submuestras se recolectó la hoja número 17 en cada palma muestreada, ya que es esta hoja se obtienen los mejores parámetros de cómo se encuentran los niveles de nutrientes en las plantas. Cabe resaltar que los muestreos foliares se realizaron en horas de la mañana, preferiblemente antes de las 11 de la mañana, esto con el fin de evitar una deshidratación de las submuestras.

Observando los valores promedios obtenidos de los muestreos foliares realizados, tenemos nutrientes con una nivel de disponibilidad deficiente, otros con valores óptimos y también algunos con valores altos. Utilizando como guía la tabla de niveles críticos de () el nitrógeno (2.20), fósforo (0.137), potasio 0.87) y azufre (0.15) son los nutrientes que se

encuentran en un rango de disponibilidad medio. En el caso de los que se encuentran en un nivel óptimo están el magnesio (0.27), hierro (78.75), cobre (6.06), y boro(13.50). Y para los nutrientes calcio (0.76), zinc (19.63) y manganeso (232.91) se encuentran a niveles altos.

Correlacionando los valores promedio de ambos muestreos se nota una tendencia similar en cuanto a los niveles de disponibilidad con el suelo y su absorción en las plantas. Para el calcio (Ca) vemos como los valores tanto a nivel foliar como en suelo tienen una tendencia a estar altos en ambos, lo mismo pasa con el zinc (Zn) y manganeso (Mn). El magnesio (Mg) se encuentra óptimo en ambos muestreos lo cual indica que la relación Ca/Mg a pesar de ser alta (6.6) aparentemente no está generando un problema mayor. En caso contrario el potasio (K) que se encuentra en un nivel medio a nivel en un valor foliar, parece estar presentando problemas en una asimilación por parte de las palmas, esto debido a las relaciones de bases Ca/K (66.2) y Mg/K (16) poseen valores altos lo cual se traduce en un bloqueo del nutriente.

6.4. Resultados obtenidos de los muestreos

6.4.1. Valores de pH

Observando los resultados de los muestreos realizados durante el periodo establecido, se puede notar que el valor del pH de los resultados tiene un promedio de 5.7 que para el cultivo de palma es un valor óptimo ya que como menciona Molina (2002) un suelo con pH inferior a 5 se considera muy ácido, y el pH óptimo para la mayoría de cultivos debería estar entre 6 y 7, aunque muchos cultivos crecen bien en rangos de pH entre 5.5 y 6. Además para valores de pH inferiores a 5.5 la solubilidad de aluminio incrementa, al igual que el riesgo de causar toxicidad a las raíces (Anexo 16).

6.4.2. Acidez.

Según Molina (2002) la acidez intercambiable corresponde a aluminio y el hidrógeno intercambiable en la solución del suelo y estos pueden perjudicar el crecimiento de las plantas en ciertos valores determinados. Cuando el valor de la acidez intercambiable es mayor de 0.5 cmol (+)/l, algunas plantas pueden presentar problemas moderados de crecimiento, en casos donde la acidez intercambiable presente valores mayores a 1

cmol(+)/l se considera muy alto, en general el valor óptimo de acidez intercambiable debería ser inferior a 0.3 cmol(+)/l (Anexo 16).

Para nuestro caso los valores de acidez intercambiable obtenidos de los muestreos de suelo fueron en promedio de 0.8 cmol(+)/l lo cual nos indica que es un valor de menor a nivel crítico que es 1 cmol(+)/l y a su vez es mayor al rango óptimo de 0.3cmol(+)/l, por lo tanto podemos determinar que el nivel de acidez intercambiable se encuentra en un rango medio donde se presentan problemas moderados de crecimiento para la palma (Anexo 16).

6.4.3. Relación de bases

Según menciona Bertsch (1987) el contenido de cationes en el suelo (Ca, Mg, y K) puede estar en cantidades relativamente altas y aún así ofrecer una mala disponibilidad de absorción para las plantas debido a una mala proporción de nutrientes en el suelo donde hay más de uno que el otro. Viendo los niveles de disponibilidad obtenidos de los muestreos realizados durante el proyecto, estos arrojaron para el Ca un valor de 25.2 cmol(+) considerado muy alto ya que su rango óptimo es entre 6 y 15 cmol(+)/l. El Mg está en su rango óptimo cuando se encuentra entre 3 y 6 cmol(+)/l, el valor promedio de los muestreos fue de 5.7cmol(+)/l por lo tanto se encuentra en su nivel óptimo. Para el caso del K su valor promedio es de 0.6cm(+)/l y se encuentra en su rango óptimo ya que este comprende entre 0.5 y 0.8 cmol(+)/l (Anexo 16).

Analizando las relaciones de bases estas muestran valores promedios altos. La relación Ca/Mg presentó un valor de 6.6 que es considerado alto que nos indica un desbalance, en el caso de la relación Ca/K fue de 66.2 considerado muy alto ya que el rango óptimo es de 5-25, lo cual evidencia un desbalance. Y finalmente la relación Mg/K también presenta un desbalance ya que la relación tiene un valor de 16 donde el rango óptimo es de 2.5 a 15. Para el caso de la relación catiónica (Ca+Mg)/K el intervalo óptimo donde hay balance es de 10 a 40. El valor promedio obtenido de los muestreos fue de 81, esto no indica que esta relación catiónica también se encuentra en desbalance (Anexo 14).

Viendo estos desbalances en las relaciones catiónicas podemos deducir problemas en la disponibilidad de K por posibles problemas antagonistas, como bien menciona Meléndez (2012) “Las limitaciones para la adecuada absorción de las bases intercambiables

pueden ocurrir no solo cuando las concentraciones de estos nutrientes son bajas en la solución del suelo, sino también cuando los niveles de estos elementos son adecuados pero se presentan problemas por antagonismos y desbalances. Esta situación puede ser inclusive más adversa para la producción que cuando los contenidos de cationes son bajos pero equilibrados". Basado en la anterior vemos que se está presentando un posible problema de antagonismo en la relaciones Ca/Mg y Ca/K donde se está afectando la disponibilidad de estos nutrientes en los palmares muestreados.

6.4.4. %SA

La saturación de acidez es una medida del porcentaje del complejo de intercambio catiónico que está ocupado por aluminio e hidrógeno. El valor de saturación de Al o acidez intercambiable es el mejor criterio para diagnosticar problemas de acidez. Es común aceptar que valores de saturación de acidez mayores al 10% afectan negativamente el crecimiento de especies vegetales poco tolerantes a presencias de Al, por lo tanto el valor óptimo sería en valores menores al 10% de saturación de acidez. Para valores de 60 % se considera como el máximo para especies tolerantes a la acidez del suelo. Un rango aceptable para la mayoría de las plantas oscila entre 10 y 25%. (Anexo 16)

Si vemos el porcentaje de saturación de acidez promedio tiene un valor de 2.9% lo cual indica que se encuentra en un valor óptimo, por lo tanto se esperaría que las palmas no presenten problemas de toxicidad por presencia de Al en el suelo.

6.4.5. Fósforo (P)

Según menciona Méndez (2012) el fósforo en un rango de 5.5 a 6.5 de pH es donde adquiere su máxima solubilidad, en valores de pH menores (más ácidos) favorecen la formación de fosfatos de Fe y Al insolubles, mientras que valores mayores (más básicos) favorece la formación de fosfatos de Ca.

El valor promedio de P obtenido de los muestreos de suelo realizados es de 16.9 mg/l, esto sumando a lo mencionado por Bertsch (1987) donde a un valor de pH promedio de 5.8 nos indica que el P se encuentra en forma soluble en los suelos muestreados y el nivel crítico general definido para la mayoría de suelos y cultivos es de 10 mg/l. Nos permite determinar que no solo el P se encuentra soluble en el suelo si no también que sus

nivel de disponibilidad se encuentra arriba del nivel crítico, por lo tanto las fincas muestreadas no debería tener problemas para absorber el P. (Anexo 16).

6.4.6. M.O.

La materia orgánica (M.O.) influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. En cuanto a las propiedades físicas Grand (2020) asegura que “Con un incremento de la materia orgánica del suelo, el impacto sobre las características físicas es significativo. La estabilidad de los agregados aumenta y por lo tanto la infiltración del agua, la capacidad de retención de agua, y la distribución del aire y agua se ven mejoradas. El aumento de los niveles de materia orgánica también provoca la reducción de la formación de costras y un mejor espaciado de los poros, aspectos que pueden ser comprobados fácilmente”.

La influencia de propiedades químicas ante un aumento de la materia orgánica, se traduce en un incremento de la capacidad de intercambio catiónico y, con ello, una mejor dinámica de los nutrientes. Se benefician los niveles de los nutrientes, su movilidad y disponibilidad para las plantas. A nivel biológico la materia orgánica del suelo no solo es un hábitat para los microorganismos sino que también es un alimento para ellos. Cuanto mayor sea el nivel de materia orgánica más diversa y abundante es la vida en el suelo. La materia orgánica ayuda a los suelos a resistir ante condiciones o efectos negativos como sequías, temperaturas extremas, compactación, plaguicidas, entre otros Grand (2020).

Observando los valores de materia orgánica de los muestreos realizados, tenemos como valor promedio un 3.8% de materia orgánica (Anexo 16). Basándonos en la tabla de interpretación propuesta por Molina (2002) un valor de 3.8% de materia orgánica es catalogado para un nivel medio de materia orgánica siendo un porcentaje deseable un valor mayor al 5% (Anexo 14).

6.4.7. Correlación entre muestreos de suelo y muestreos foliares

Observando los valores promedios obtenidos de los muestreos foliares realizados, tenemos nutrientes con una nivel de disponibilidad deficiente, otros con valores óptimos y también algunos con valores altos. Utilizando como guía la tabla de niveles críticos de (Von Uexkull & Fairhurst, 1991) el nitrógeno (2.20), fósforo (0.137), potasio 0.87) y azufre

(0.15) son los nutrientes que se encuentran en un rango de disponibilidad medio. (Anexo 19). En el caso de los que se encuentran en un nivel óptimo están el magnesio (0.27), hierro (78.75), cobre (6.06), y boro(13.50). Y para los nutrientes calcio (0.76), zinc (19.63) y manganeso (232.91) se encuentran a niveles altos (Anexo 18).

Correlacionando los valores promedio de ambos muestreos se nota una tendencia similar en cuanto a los niveles de disponibilidad con el suelo y su absorción en las plantas. Para el calcio (Ca) vemos como los valores tanto a nivel foliar como en suelo tienen una tendencia a estar altos en ambos, lo mismo pasa con el zinc (Zn) y manganeso (Mn). El magnesio (Mg) se encuentra óptimo en ambos muestreos lo cual indica que la relación Ca/Mg a pesar de ser alta (6.6) aparentemente no está generando un problema mayor. En caso contrario el potasio (K) que se encuentra en un nivel medio a nivel foliar, parece estar presentando problemas en una asimilación por parte de las palmas, esto debido a las relaciones de bases Ca/K (66.2) y Mg/K (16) poseen valores altos lo cual se traduce en un bloqueo del nutriente.

En el caso del hierro a pesar que su valor promedio es alto en el valor foliar promedio está en un nivel óptimo, esto es importante ya que según (Heeren-Díaz, 2018) altos niveles de hierro puede afectar el crecimiento afectando el intercambio de gases y la fotosíntesis, a nivel morfológico un exceso de hierro disminuye la elongación y crecimiento celular de la raíz principal deteniendo su crecimiento y a su vez limita el crecimiento de raíces laterales nuevas.

Los niveles de boro se encuentran en un rango medio esto quiere decir que se puede empezar a notar signos de deficiencia. De acuerdo a lo mencionado por (Heeren-Díaz,2018) el boro cuando se encuentra deficiente en la palma inhibe los tejidos de crecimiento de las plantas, especialmente las estructuras reproductivas. Cuando existe una deficiencia de boro, durante la división celular no hay una completa separación de las células en división, permaneciendo cortas las paredes longitudinales, esto se traduce a hojas pequeñas, hojas en forma de gancho, espina de pescado, hojas ciegas, hojas redondas.

El nitrógeno presenta un niveles medio en el resultados promedio foliar, esto se traducen en posibles deficiencias de nitrógeno en las palmas las cuales según (Fedepalma,

1991) se pueden reflejar como descoloramiento de foliolos, pasan de verde oscuro limo a verde amarillento, este descoloramiento afecta inicialmente hojas jóvenes y puede progresar a las hojas bajas, además una deficiencia de nitrógeno genera reducción de peciolos y foliolos, disminución de emisión foliar y número de hojas presentes en la corona así como reducción de crecimiento.

El azufre elemento importante para la palma presentó un valor promedio que se encuentra en un nivel medio lo cual hace se reflejar deficiencias en las plantas. De acuerdo con (Mariategui, 2012) el azufre interviene en funciones importantes para la planta, promueve la producción de semillas y el fruto, así como el crecimiento energético del cultivo. También constituye un componente indispensable de las proteínas y participa en la síntesis de vitaminas para el cultivo.

6.5. Producción de palma de forma sostenible.

En el cultivo de palma existen diversas formas de aprovechar los recursos que se tienen disponibles en las plantaciones. Basado en la experiencia adquirida durante el proceso de visita a plantaciones en la elaboración del proyecto. tuve la oportunidad de ver las condiciones y prácticas llevadas a cabo en las plantaciones de palma. Un aspecto reflejado de forma general es ver como el manejo de las plantaciones de palma siguen un mismo patrón o “método convencional” el cual gira en torno a brindar facilidades o condiciones favorables al productor y los trabajadores para realizar las diferentes labores en la plantación y no se enfatizan las actividades en relación a lo que brindar mayor beneficio al suelo y las palmas.

6.6. Coberturas

El mantenimiento de coberturas, la forma convencional de manejo va enfocado en brindar al trabajador facilidad para desplazarse sin tomar en cuenta los beneficios que un manejo alternativo podría brindar a la plantación. Existen plantaciones donde la cobertura es prácticamente nula y el suelo se mantiene desnudo. Esto genera problemas en compactación, pérdida del suelo por erosión, escorrentía y la salud del suelo disminuye.

Una alternativa que es beneficiosa para la palma de aceite es el uso de leguminosas como cobertura. Según menciona Rincón (2018) las leguminosas son beneficiosas para el cultivo de palma por su fijación biológica de nitrógeno. En las raíces de las leguminosas se forman nódulos, en los cuales se da la relación simbiótica de la planta con bacterias del suelo. Gracias a esto, las leguminosas fijan el nitrógeno del aire y lo hacen disponible para el cultivo.

6.7. Distribución de hojas en el área

Una alternativa para promover el incremento de materia orgánica en las plantaciones es mediante la distribución de las hojas cortadas en la labor de cosecha. Este método consiste en no agrupar las hojas en montículos como tradicionalmente se ha realizado y aprovechar la sección de las hojas que carece de espinas para distribuir las por el área, solamente respetando la rodaja de las palmas. De esta manera se puede promover una descomposición de las hojas de forma más acelerada al estar en contacto directo con el suelo y esto a su vez a proporcionar materia orgánica al mismo y de paso ayuda a controlar la cobertura en las plantaciones y lograr disminuir la frecuencia en el control de coberturas.

6.8. Beneficios del biochar (biocarbón) y aplicación de bioles

El biochar es un material rico en C que se produce al tratar térmicamente biomasa, ya sea madera, hojas, ramas o rastrojos de cultivos estas son sometidas a un proceso de descomposición térmica de esta materia orgánica con un suministro limitado de oxígeno a temperaturas altas. Entre los beneficios del biochar están la captura de carbono, mejora la fertilidad y capacidad de retención de agua, disminuye la lixiviación de nutrientes, aumenta la disponibilidad de nutrientes así como también estimula procesos biológicos debido a la mejora de la estructura del suelo y ayuda a balancear los valores de pH entre otros beneficios Benavente (2022).

El cambio hacia las aplicaciones de este tipo de enmiendas viene a ayudar a contrarrestar también el uso excesivo de fertilizantes químicos y reconstituir estructura y microbiología del suelo. Como menciona Muñoz (2024) el uso intensivo de fertilizantes químicos ha llevado a la acumulación de sales y sustancias tóxicas en el suelo. Si bien en un inicio estos aumentan la fertilidad, con el uso constante y a largo plazo estos compuestos

alteran la estructura del suelo y todo lo que esto conlleva, dando como resultado una disminución en la productividad y mayor vulnerabilidad a efectos como erosión.

Los bioles son en términos más amplios un biofertilizante que contiene microorganismos vivos. Después de su aplicación en semillas, plantas o suelo, estos colonizan la rizosfera o la superficie de los tejidos vegetales desarrollando varias actividades fisiológicas. Un aporte importante de los bioles es que mantiene el balance físico químico y biológico en el sistema planta-suelo y también ayuda a soportar salinidad, sequedad y acidez del suelo. Jara, J (2021)

Como podemos ver, este tipo de enmiendas (biochar, bioles) funcionan como alternativas a una agricultura convencional basada en la aplicación de químicos al suelo que perjudica sus propiedades. Analizando los resultados de suelo de las muestras realizadas en las fincas de palmas, estas presentan alto nivel de cobre que pueden llegar a ser tóxicos y afectar procesos fisiológicos en las plantas a esto se sumando que los resultados brindaron un porcentaje de materia orgánica en un rango medio, lo cual indica que hay espacio para la mejora de estos niveles. Singh et al. (2024) afirma que el biocarbón es un absorbente rico en carbono, debido a su alta porosidad, grupo funcionales activos y CIC alto, el biocarbón se ha considerado una enmienda ideal para inmovilizar metales pesados, reducir su disponibilidad y movilidad además el biocarbón puede proteger a las plantas de metales pesados al aumentar la actividad antioxidante.

6.9. Validación de trampas y su implementación en fincas.

Durante las visitas a campo, uno de los aspectos que más énfasis se dio, fue la correcta implementación del trapeo en las fincas (Anexo 2), debido a la problemática que se presenta con el picudo negro causante de la enfermedad del anillo rojo. Durante el recorrido por las fincas se revisaron las trampas para observar su correcto funcionamiento.

Así mismo se reforzaron los conocimientos de los productores sobre el mantenimiento de las trampas, colocación de las feromonas y registros de capturas para monitorear las poblaciones de picudos. A modo demostrativo se elaboró una trampa para picudos y se documentó el proceso para ser incluido en el manual de buenas prácticas

agrícolas. Esta trampa se mantiene en las oficinas de CANAPALMA para ser mostrada a los productores y así se les facilita la elaboración en sus parcelas.

6.10. Eliminación de palmas con anillo rojo.

La eliminación de anillo rojo es una actividad que se realizó durante el periodo de los meses en que se realizó la práctica de manera constante debido a la importancia que se le da en la cámara. Estos programas de eliminación de anillo rojo se crearon como una actividad conjunta de la empresa Palmatica, debido a la problemática encontrada en la región y con más énfasis en el cantón de Corredores, donde se obtuvo la mayor cantidad de casos de palma infectadas con la enfermedad anillo rojo (Anexo 4). Como resultados se realizaron 25 campañas de eliminación de anillo rojo a productores asociados a CANAPALMA así como productores que no están asociados a la cámara.

Las campañas de eliminación de anillo rojo realizadas se enfocaron principalmente en el cantón de Corredores, esto debido a que es la zona donde más casos se han encontrado. En el periodo de enero a junio del 2024 se eliminaron 235 palmas infectadas con anillo rojo (Anexo 5). La eliminación de estas palmas no tuvo ningún costo para los agricultores, CANAPALMA adquirió el equipo requerido para esta labor, además donó el producto a aplicar, así como el combustible y motosierra utilizada.

6.11. Manejo de los recipientes provenientes de agroquímicos y los residuos de sustancias mediante el método del triple lavado de envases con agroquímicos.

El manejo de los recipientes con residuos de agroquímicos es una tema que se desarrolló durante las visitas a campo, a modo de revisar si se hace una correcta manipulación de los desechos, también se le explicó la forma correcta de realizar un lavado y desecho de los envases. Se instó a los productores a tener espacios en sus fincas para el reciclaje de los desechos, además de tener separados los envases de agroquímicos vacíos y que estos se deben almacenar aparte. Todo esto con el fin de evitar la presencia de desechos dentro de las fincas (Anexo 3).

En el Manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) se incluyó un ejemplo de cómo se puede destinar un lugar para reciclar desechos de las fincas y también de cómo se realiza el triple lavado de los envases. Este proceso tiene gran importancia para la conservación del medio ambiente y de los mantos acuíferos.

6.12. Confección de cama biológica.

El tema de la cama biológica se abordó en la práctica, dando énfasis al montaje de una que fuera propiedad de CANAPALMA, la cual servirá como ejemplo para ser mostrada a los productores, el proceso de su confección se incluirá en el Manual de BPA, para poder ser replicada y confeccionada por los productores en sus fincas (Anexo 8).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización de este proyecto de graduación me ha brindado un acercamiento al entorno del productor de palma aceitera permitiéndole conocer desde adentro la situación que se presenta en las diferentes plantaciones que he visitado y también enterarme un poco tanto de las condiciones económicas como de la situación social en la que se encuentra este sector palmero.

La edad de una gran parte de los productores es un tema limitante, son adultos mayores o por condiciones de salud ya no tiene la misma facilidad para estar asistiendo las plantaciones como en un principio, esto ha provocado en algunos casos que las condiciones para la actividad se vean un poco desmejoradas. Las labores como poda, mantenimiento del área y el proceso de corta y extracción de la fruta ha ido quedando en manos de personas que trabajan por contrato. Lo cual con el tiempo refleja una desmejora de la plantación que a pesar que sigue teniendo producción la misma se ve mermada.

A parte de esto se nota como el manejo de las plantaciones tiende a ser convencional, se realizan las mismas prácticas desde hace 20 o 30 años sin innovar o modificar algo en el sistema. Por ejemplo muchas veces no se da un mejor aprovechamiento de las hojas cortadas, estas los acumulan en montículos grandes donde su descomposición e integración al suelo es más lenta que si la extendieron más por el mismo.

La fertilización muchas veces se realiza sin un muestreo previo, la fórmula y dosis de aplicación se suministra a la plantación a gusto del productor y no basado en lo que requiere el cultivo.

Las fincas que tenían mejores condiciones son aquellas que tienen manejos orientados a la conservación de la vida del suelo, esto ya que al tener una salud en el suelo sus condiciones físicas no se ven alteradas, hay menos compactación, el suelo es más permeable y la rizosfera más abundante. Se ven casos donde permiten el ingreso de animales a la plantación y eso degrada el suelo, genera compactación, deteriora drenajes y la plantación se ve afectada.

En cuanto al trampeo del picudo en las fincas de los asociados, este se realiza bajo un desconocimiento de su importancia fitosanitaria, los productores consideran que es el picudo negro el que causa la enfermedad del anillo rojo cuando en realidad es el vector del *B. cocophilus*. Las trampas se encuentran ubicadas generalmente en la zona central de la plantación cuando en realidad deberían estar situadas en los márgenes. Esto para lograr que los picudos que quieran ingresar sean capturados en los límites y también atraer hacia afuera los que hayan penetrado en la plantación. Durante el periodo de visita a los productores, se observó que las fincas que mantenían el sistema de trampeo inactivo tendieron a ser las más susceptibles a la aparición de casos de anillo rojo.

Los envases de agroquímicos dentro de la plantación es un aspecto que debe de mejorarse, durante las visitas a campo era común encontrar recipientes vacíos de agroquímicos. Prácticas como el triple lavado de los envases y su correcto almacenamiento deben ser puestas en práctica. Relacionado a este punto está también el tema del uso de equipo de protección que es una práctica que no suele llevarse a cabo, el uso de un equipo de protección adecuado es fundamental para el resguardo de la salud de la persona que aplica el agroquímico.

Los productores deben comenzar a implementar alternativas más amigables con el ambiente para recuperar la salud del suelo, bioinsumos como los bioles y biocarbón son alternativas que benefician mucho la actividad microbiana del suelo, así como el mejoramiento de sus propiedades.

Realizar análisis de suelo en sus plantaciones y orientar los programas de fertilización en base a lo que arrojan estos resultados para de esta manera atender las deficiencias existentes y hacer un uso de los recursos enfocado en atender los requerimientos nutricionales específicos de sus plantaciones.

El almacenamiento de las herramientas debe de tener un lugar específico donde estas no produzcan accidentes ni se deterioren, el almacenamiento de fertilizante no debe ser por largos periodos de tiempo y es recomendable que sea en un lugar seco y bajo techo.

La recreación del manual de bolsillo sobre aspectos técnicos generales del cultivo de palma viene a atender estos temas, a tratar de brindar bajo un lenguaje más simple información relevante en este cultivo. El manual está nutrido por información sobre CANAPALMA y su papel en la ayuda del productor así como información general del cultivo y las diferentes actividades que deben de llevar a cabo para que el mismo se mantenga en un buen estado productivo y permite que sea una actividad viable para las familias productoras.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, R. C.; Aldana, J. A.; Calvache, H.; Franco, P. N. (2010). Manual de plagas de la palma de aceite en Colombia. 4ta edi. Bogotá, Colombia. 198p. recuperado de: <https://www.cabi.org/wp-content/uploads/Aldana-2010-Oil-palm-pest-manual.pdf>
- Aldana, R.C., J.A. Aldana, y O.M. Moya. 2011. Manejo del picudo *Rhynchophorus palmarum* L. Coleóptera: Curculionidae. CENIPALMA, Bogotá, COL.
- Alirio, C., Solano, C., & Agronomía, P. (2018). Diagnóstico actual de la enfermedad anillo rojo, en las plantaciones proveedoras de fruto de palma de aceite. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/24414/cacastros.pdf;jsessionid=29FD9D42B01CD3C5D171561466D9CE33.jvm1?sequence=3>

- Alvarado, H.L., L.G. Montes, H. Gomes, A.E. Bustillo, y E. Mesa. 2013. Patogenicidad de cepas de *Metarhizium anisopliae* (L.) y *Beauveria bassiana* sobre *Rhynchophorus palmarum*. *Palmas* 34(2):15-24
- Araújo, J., Araújo, R., Sabino, A., Silva, V., Dantas, P., & Duarte, A. (2018). Associação de *Bursaphelenchus cocophilus* ao *Rhynchophorus palmarum* e *Metamasius hemipterus* em plantios de coqueiro no estado de Alagoas. *Revista da Universidade Estadual de Alagoas*, 2, 39-47.
- Ariza Mercado, O. J., & Diaz Peña, D. (2021). Plan de gestión para el manejo de envases y empaques de agroquímicos, caso piloto finca Santa María ubicada en la Vereda Limoncito, Pacho – Cundinamarca, plan de gestión para el manejo de envases y empaques de agroquímicos, caso piloto finca Santa María. 1–112. <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/6704/Monograf%C3%ADa%20Plan%20de%20gestion%20para%20los%20envases%20y%20empaques%20de%20agroquimicos.pdf?sequence=3>
- Artavia, E. (2013). Guía técnica para el cultivo de palma aceitera en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, 2013. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 35. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10917.pdf>
- ASD (Agricultural Services and Development). (2014). Guía de variedades y clones. Semillas y clones de palma aceitera de alto rendimiento. Agriculture Services and Development. San José, Costa Rica. 16p.
- Barrientos, F. (2016). *Manejo de deficiencias foliares de hierro en cultivos adultos de palma de aceite* (Folleto Técnico No. 9). Fedepalma; Cenipalma. [Se puede añadir el URL de donde se obtuvo: Recuperado de https://fedepalma.org/wp-content/uploads/2016/09/9_Manejo_de_deficiencias_foliares_de_hierro_en_cultivos_adultos_de_palma_de_aceite.pdf]
- Borja, L. (2022). *CICLO DE VIDA DE Rhynchophorus palmarum (Coleóptera: Dryophthoridae) EN PALMAS DE CHONTADURO (Bactris gasipaes K.) EN BUENAVENTURA, VALLE DEL CAUCA*. Universidad Del Pacífico. Repositorio

institucional

<https://repositorio.unipacifico.edu.co/bitstream/handle/unipacifico/722/Proyecto%20Rhynchiphorus%20palmarum%202022%20%28Terminado%29Borja%20y%20Madrid%20%281%29%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Benavente, I. (2002). Efectos del uso de biochar sobre cultivo y las propiedades del suelo en ecosistemas agrícolas semiáridos. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid

Brenes, L. (2020). Manual de uso de biobeds: dirigido a agricultores de la zona norte de Cartago, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación en contaminación Ambiental.
https://cica.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2023/05/Manual-de-uso-de-BIOBEDS-2020_compressed.pdf

Chemtica Internacional S.A. (s.f.). *Rhynchophorus palmarum Lures* (Rhyncolure) Especificaciones técnicas. Chemtica Internacional S.A. www.chemtica.com

Donough, C. (2008). Manejo de la nutrición y fertilización de la palma aceitera. *Informaciones Agronómicas*, 69, 1-8.
[http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/507F36F2304F376E852579A0006BF2F6/\\$FILE/Manejo%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Palma%20Aceitera.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/507F36F2304F376E852579A0006BF2F6/$FILE/Manejo%20de%20la%20Nutrici%C3%B3n%20y%20Fertilizaci%C3%B3n%20de%20la%20Palma%20Aceitera.pdf)

Esteves, E.F., y R.J. Cedeño. 2008. Susceptibilidad de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleóptera: Curculionidae) a cepas de hongos entomopatógenos. Tesis pregrado. Universidad EARTH, Guácimo, CRI.

Fedepalma. (1991). Marango. *Palmicultor*, (235)

Fedepalma. (2013). Boletín técnico No. 36. El anillo rojo en palma de aceite. Obtenido de Federación de Palmicultores:
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/513/513>

- GRAIN. (2024). *La palma de aceite en América Latina: monocultivo y violencia*. GRAIN.
<https://grain.org/es/article/7118-la-palma-de-aceite-en-america-latina-monocultivo-y-violencia>
- Golden Agri-Resources. (2023). *Tres cosas que debe saber sobre el aceite de palma en América Latina*. Golden Agri-Resources.
<https://www.goldenagri.com.sg/es/three-things-you-should-know-about-palm-oil-in-latin-america/>
- González-Cárdenas, A. (2016). La agroindustria de la palma de aceite en América. *Palmas* 37(Esp. II):215-228.
- Guillermo, A. (2019)., Campos, J., Arguelles, J. Pathogenicity and autodissemination of promising entomopathogenic fungi strains on *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Dryophthoridae). *Agronomía Mesoamericana: Volumen 30(3): 631-646. Septiembre-diciembre, 2019.*
<http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso>
- Gutiérrez, U. (2018). *Implementación de un sistema de trapeo para el control del picudo negro (Rhynchophorus palmarum) En palma africana; Finca Santa Lucrecia, San Marcos sistematización de práctica profesional*. Universidad Rafael Landívar.
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrcd/2018/06/17/Gonzalez-Urias.pdf>
- Heeren-Díaz, O. (2018). *Efecto del arsénico en la germinación y crecimiento de plántulas de tomate (Solanum lycopersicum L.)* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH.
https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/9988/Efecto_Heeren_Diaz_Oscar.pdf?sequence=
- INDER (Instituto de Desarrollo Rural). (2014). Informe de caracterización básica: Territorio Sur Bajo (Corredores, Golfito, Osa).
<https://www.inder.go.cr/osa-golfito-corredores/Caracterizacion-Osa-Corredores-Golfito.pdf>

- Jara-Samaniego, J., Gallegos, J., & Cruz, A. (2021). Elaboración y caracterización de bioles de residuos orgánicos. *InterSedes*, 22(45). <https://doi.org/10.15517/isucr.v22i45.46013>
- Jiménez, P. (2018). SFE trabaja para disminuir diseminación del escarabajo: picudo negro en las palmáceas. Servicio Fitosanitario del Estado. <https://www.sfe.go.cr/Prensa2018/CP-11%20SFE%20trabaja%20para%20disminuir%20diseminaci%C3%B3n%20del%20escarabajo%20Picudo%20negro%20en%20las%20palm%C3%A1ceas.pdf>
- Lecca, A. Estudio poblacional de *Rhynchophorus palmarum* L. y presencia de *Bursaphelenchus cocophilus* Baujard en Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el distrito de Caynarachi - San Martín. [Tesis, Universidad Nacional Agraria de La Selva].
- Lemus, R. (2020). Manual de bolsillo plagas de la palma de aceite en Guatemala. https://www.grepalma.org/wp-content/uploads/2020/08/Manual_de_bolsillo_plagas_de_la_palma_de_aceite_en_Guatemala_2020.pdf
- Löhr, B., Vásquez Ordóñez, A., López Lavallo, L. (2015). *Rhynchophorus palmarum* in disguise: underscribed polymorphism in the “Black” Palm Weevil. *PLoS ONE*, 10(12). DOI:10.1371/journal.pone.0143210
- Loli, O. (2012). Guía técnica: “análisis de suelos y fertilización en el cultivo de palma aceitera”. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/30-c-palma-aceitera.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2021). Erradicación de planta de palma aceitera infectadas con anillo rojo. https://www.youtube.com/watch?v=Db5GUB_ElQA&t=4s
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2007). Cadena agroalimentaria del cultivo de palma aceitera en el distrito de Chires de Puriscal. *Agrocadena de Palma Aceitera*, 104. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10271.pdf>

- Mariategui, J.-C. (2012). Guía Técnica: Análisis de Suelos y Fertilización en el Cultivo de Palma Aceitera. UNALM, 32. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/30-c-palmaaceitera.pdf>
- Méndez, V. (2019). Manual para la planeación de un día de campo. Repositorio institucional de la Universidad de Costa Rica <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/80406/Manual%20para%20la%20Planeaci%C3%B3n%20de%20un%20D%C3%ADa%20de%20Campo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montagna, M., Chouaia, B., Mazza, G., Prosdocimi, E., Crotti, E., Mereghetti, V., Vacchini, V., Giorgi, A., De Biase, A., Longo, S., Cervo, R., Lozzia, G., Alma, A., Bandi, C., Daggonchio, D. (2015). Effects of the diet on the microbiota of the red palm weevil (Coleoptera: Dryophthoridae). *PLoS ONE*, 10(1). DOI:10.1371/journal.pone.0117439
- Molina, E. y Meléndez, G. (2002). Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.
- Munevar, F. (2008). *Guía general para el muestreo foliar y de suelos en palma de aceite* (p. 23).
- Muñoz, J. (2024). El impacto del uso inadecuado de agroquímicos y riego intensivo en la degradación del suelo: cultivo al yermo. Alianzas y tendencias BUAP
- RELASER. (2016). *Manual de buenas prácticas de extensión rural caso de Costa Rica*.
- Rincón, A. (2018). Establecimiento y manejo de leguminosas de cobertura en plasma de aceite / Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite Guía para facilitadores. Publicación de la Corporación Centro de Investigación de Palma de Aceite, Cenipalma, cofinanciada por Fedepalma - Fondo de Fomento Palmero

- Rodriguez, C. (2016). Examination of critical components of *Rhynchophorus palmarum* pheromone traps. Agriculture Services and Development. San José, Costa Rica. 15p.
- Salas-González, D. (2020). Cambios en la superficie sembrada de palma aceitera en el cantón de Osa, Puntarenas. Período 2014-2018. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65), 93 - 119. <https://doi.org/10.15359/rgac.65-2.4>
- Santos, D. J.; Wilson, M. G., Ostinelli, M. (2012). *Metodología de muestreo de suelo y ensayos a campo* (p. 74).
- Singh, H., Kumar, N., Upadhyay, V., & Singh, J. (2024). Heavy metals immobilization and bioavailability in multi-metal contaminated soil under ryegrass cultivation as affected by ZnO and MnO₂ nanoparticle-modified biochar. *Scientific Reports*, 14(1), 10684. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61270-5>
- Solórzano, J. (2019). Retos y oportunidades del sector palmero. Congreso Palma Aceitera, 24/25 abril 2019, Laurel de Corredores. Recuperado de: <https://www.canapalma.cr/wp-content/uploads/2019/10/Presentacion-Tema-1-Johanna.pdf>
- Sula, S. A. N. P. (2009). Manual técnico de palma africana. *Mac*, 99.
- Sumathi, S., S. Chai, and A. Mohamed. (2008). Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia. *Renew. Sust. Energy Rev.* 12:2404 -2421.
- Shuit, S.H., K.T. Tan, K.T. Lee, and A.H. Kamaruddin. (2009). Oil palm biomass as a sustainable energy source: A Malaysian case study. *Energy* 34:1225-1235.
- Torres, I. (2021). Manejo integrado de *Bursaphelenchus cocophilus* causante del anillo rojo en las palmas aceiteras. [Trabajo de Titulación, Universidad Técnica de Babahoyo].
- UCR (Universidad de Costa Rica). (s.f.). *Buenas prácticas agrícolas, eliminación de los desechos de los plaguicidas*. <http://www.buenaspracticasagricolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-de-desechos/eliminacion-de-los-desechos-de-los-plaguicidas>

- Vargas, A., Berrocal, Á., Vignola, R., Watler, W., & Poveda, K. (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos. Cultivo de palma aceitera en Costa Rica. MAG 1–85. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-pina.pdf>
- Vargas, Y., Vargas, C., Manrow, M., & Miller, C. (2022). Conservando la biodiversidad por medio del manejo de paisajes productivos: Monitoreo del estado de la palma aceitera en las principales regiones productoras de Costa Rica para el año 2018 (2ª edición).
- Von Uexkull, H. R., & Fairhurst, T. H. (1991). *The oil palm: Fertilizing for high yield and quality*. (IPI Bulletin 12). International Potash Institute. Bern.
- Yusoff, S. (2006). Renewable energy from palm oil - innovation on effective utilization of waste. *J. Clean Prod.* 14:87-93.

9. ANEXOS

Anexo 1. Reporte de asistencia técnica a productores asocia



REPORTE DE ASISTENCIA TÉCNICA A PRODUCTORES ASOCIADOS N° 1101

CANAPALMA Tel. 2789-9770/2789-9772 WhatsApp: 89688177 Río Claro, Golfito, Costa Rica

A) INFORMACIÓN GENERAL

- 1) Fecha: _____ 2) Nombre del Productor: _____
3) Dirección: _____
4) Teléfono: _____ 5) Correo: _____
6) # Has: _____ 7) # Plantas: _____ 8) Área efectiva: _____
9) Año de Siembra: _____ 10) Coordenadas GPS: Latitud: _____ Longitud: _____

B) ESTADO DE LA PLANTACIÓN

- 1- Limpieza Área: Manual () Química () Producto _____ Dosis/Planta: _____
2- Limpieza Rodaja: Manual () Química () Producto _____ Dosis/Planta: _____
3- Fertilización: Fórmula: _____ Dosis/Planta: _____
4- Aplicación de emmiendas: Cuál?: _____ Cantidad/Planta: _____
5- Poda: Bien () Regular () Deficiente ()
6- Producción Promedio/mes: _____

C) CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

- 1- Trampeo: Activo () Inactivo () #Trampas: _____ Ubicación de trampas: Bien () Regular () Deficiente ()
2- Promedio de capturas: _____
3- Observación de enfermedades o plagas. Enumere: _____

D) ESTADO NUTRICIONAL

- 1- Buena () Regular () Deficiente ()
2- Síntomas de Deficiencias apreciables: N: _____ P: _____ K: _____ Mg: _____ Bc: _____ Otros: _____
3- Análisis realizados: Suelo: Si () No () Año: _____ Foliar: Si () No () Año: _____

E) ESTADO INFRAESTRUCTURA

- 1- Drenajes: Bien () Regular () Deficiente ()
2- Caminos: Bien () Regular () Deficiente ()
3- Centros de acopio: Bien () Regular () Deficiente () ..

F) OTROS ASPECTOS

- 1- Certificación: Cuál?: _____
2- Maneja Bodega: Si () No () Estado: Bien () Regular () Deficiente ()

G) OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- 1- _____
2- _____
3- _____
4- _____

Firma Productor

Firma Unidad Técnica - Canapalma

Anexo 2. Trampa para picudo negro en mal estado, encontrada en visita a campo.



Anexo 3. Desecho de agroquímicos mal desechados encontrados en visita a campo.



Anexo 4. Palma de aceite infectada con la enfermedad del anillo rojo encontrada en visita a campo.



Anexo 5. Daño provocado por el picudo en palma de aceite encontrado en visita a campo.



Anexo 6. Muestreo foliar realizado a productor afiliado.



Anexo 7. Actividad de muestreo de suelo y muestreo foliar.



Anexo 8. Mesa biológica demostrativa.



Anexo 9. Elaboración de mesa biológica



Anexo 10. Elaboración de mesa biológica



Anexo 11. Elaboración de mesa biológica



Anexo 12. Elaboración de mesa biológica



Anexo 13. Elaboración de mesa biológica



Anexo 14. Tabla de interpretación de análisis de suelos.

		Bajo	Medio	Óptimo	Alto
pH		<5	5-6	6-7	>7
Ca	cmol/L	<4	4-6	6-15	>15
Mg	cmol/L	<1	1-3	3-6	>6
K	cmol/L	<0.2	0.2-0.5	0.5-0.8	>0.8
Acidez	cmol/L		0.3-1	<0.3	>1
S.A.	%		10-30	<10	>30
P	mg/L	<12	12-20	20-50	>50
Fe	mg/L	<5	5-10	10-50	>50
Cu	mg/L	<0.5	0.5-1	1-20	>20
Zn	mg/L	<2	2-3	3-10	>10
Mn	mg/L	<5	5-10	10-50	>50
B	mg/L	<0.2	0.2-0.5	0.5-1	>1
S	mg/L	<12	12-20	20-50	>50
MO	%	<2	2-5	5-10	>10
RELACIONES		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
CATIÓNICAS		2-5	5-25	2.5-15	10-40

Anexo 15. Resultados de los muestreos de suelo.

Productor	Lote	pH	H ₂ O	cmol(+)L				%	mg/L							mS/cm	%	%	Relación	g/mL	M.O %	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
				ACIDEZ	Ca	Mg	K		CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn										
ORLANDO SANCHEZ MATA	1	0-20	5,7	0,38	15,01	8,60	0,13	24,12	2	7	1,7	7	229	89	<0,1	2,14	0,26	8,2	32	3,1	2	115	66	182	
MARIA MAGDALENA SANTAMARIA	1	0-20	5,9	0,13	22,03	7,52	0,42	30,10	0,4	10	2,5	10	255	129	0,1	2,73	0,30	9,1	44	3,9	3	52	18	70	
FRANCISCO MORALES MORALES	1	0-20	5,8	0,60	13,40	4,24	0,17	18,41	3	7	2,0	6	174	124	0,1	2,91	0,31	9,4	27	4,2	3	79	25	104	
OSACOOP (Testigo)	1	0-20	6,6	0,14	22,45	10,94	0,18	33,71	0,4	8	1,6	11	278	122	0,1	1,52	0,17	8,9	42	2,2	2	125	61	186	
OSACOOP (Validación)	2	0-20	6,4	0,12	21,26	8,65	0,25	30,28	0,4	8	1,4	9	253	132	<0,1	1,77	0,20	8,8	41	2,5	2	85	35	120	
ROSALINA PASTRAN PASTRAN	1	0-20	5,8	0,55	18,65	3,78	0,15	23,13	2	7	2,7	6	197	100	0,1	2,42	0,28	8,6	38	3,5	5	124	25	150	
ALCIDIZ FERNANDEZ	1	0-20	5,4	0,99	15,74	6,88	1,00	24,61	4	9	3,7	6	316	92	0,1	2,73	0,28	9,8	37	3,9	2	16	7	23	
LEONEL AVENDAÑO	1	0-20	6,2	0,13	21,21	11,15	0,23	32,72	0,4	9	2,8	13	357	150	0,1	2,73	0,25	10,9	46	3,9	2	92	48	141	
VIVIAN MORALES CHACON	1	0-20	5,5	0,55	26,10	3,28	1,02	30,95	2	18	4,9	9	286	96	0,2	3,32	0,35	9,5	55	4,7	8	26	3	29	
RODOLFO GUTIERREZ MATARRITA	1	0-20	6,4	0,12	27,48	6,82	0,33	34,75	0,3	11	4,2	13	347	126	0,2	2,58	0,25	10,3	55	3,7	4	83	21	104	
EFRAIN ARIAS PIZARRO	1	0-20	6,1	0,22	36,46	2,15	0,37	39,20	0,6	15	3,9	8	337	61	0,1	1,80	0,22	8,2	69	2,6	17	99	6	104	
JOSUE MENDEZ BRENES	1	0-20	6,6	0,18	47,91	2,52	0,38	50,93	0,2	19	6,6	9	362	82	0,2	2,68	0,29	9,2	90	3,8	19	126	7	133	
MARIA ISABEL MONTERO SOLORZA	1	0-20	5,9	0,65	35,46	3,84	0,35	40,30	2	16	2,9	6	297	91	0,1	1,77	0,21	8,4	68	2,5	9	101	11	112	
JUAN JARA MATAMOROS	1	0-20	5,9	1,44	19,86	2,73	0,19	24,22	6	9	2,4	2	114	95	0,1	3,75	0,41	9,1	39	3,4	7	105	14	119	
COOPEGUAYCARA	11	0-20	5,4	2,81	20,02	3,32	0,76	26,91	10	23	2,0	3	284	21	0,1	1,55	0,20	7,8	46	2,2	6	26	4	31	
COOPEGUAYCARA	12	0-20	5,3	3,00	20,57	3,29	0,43	27,29	11	14	2,1	4	235	21	0,1	1,81	0,25	7,2	47	2,6	6	48	8	55	
MANUEL ADONAY PEREZ UREÑA	1	0-20	5,3	0,92	32,18	4,48	1,24	38,82	2	16	2,7	6	373	72	0,2	2,02	0,26	7,8	61	2,9	7	26	4	30	
RAFAEL CHAVES ARGUEDAS	1	0-20	5,5	1,15	28,01	2,80	0,81	32,77	4	22	2,6	4	279	37	0,2	1,77	0,22	8,0	54	2,5	10	35	3	38	
RAFAEL CHAVES ARGUEDAS	1	0-20	5,4	0,48	28,03	12,34	1,45	42,30	1	56	4,2	9	506	37	0,3	2,48	0,30	8,3	51	3,5	2	19	9	28	
ESTRELLA ABARCA ROJAS	1	0-20	5,6	0,18	16,98	9,52	0,92	27,60	0,7	30	11,6	7	446	46	0,2	3,77	0,32	11,8	35	5,4	2	18	10	29	
AGRICOLA JAN LUNA	1	0-20	4,9	0,66	16,37	14,47	0,60	32,10	2	15	5,1	12	520	159	0,5	3,17	0,33	9,6	39	4,5	1	27	24	51	
JOSE DAVILA MORA	1	0-20	5,8	0,19	26,34	9,57	1,10	37,20	0,5	22	4,3	9	383	38	0,1	2,41	0,28	8,6	46	3,4	3	24	9	33	
UBALDO DAVILA	1	0-20	5,8	0,48	27,90	10,30	1,43	40,11	1	31	6,3	9	395	24	0,1	2,06	0,24	8,6	48	2,9	3	20	7	27	
MARITZA ACEVEDO CHAVARRIA	1	0-20	5,5	0,24	4,95	0,52	0,08	5,79	4	8	1,6	3	47	5	0,1	9,03	0,93	9,7	9	12,8	10	62	7	68	
RODRIGUEZ	1	0-20	5,6	0,70	29,40	3,30	0,97	34,37	2	28	9,7	236	219	85	0,1	2,91	0,33	8,8	56	4,2	9	30	3	34	
WILSON MUÑOZ ZUÑIGA	1	0-20	5,4	1,78	28,17	3,86	0,39	34,20	5	20	4,7	70	230	41	0,1	2,30	0,30	7,7	55	3,3	7	72	10	82	
FRANCISCO GOMEZ PEREZ	1	0-20	5,7	1,05	29,00	3,33	0,40	33,78	3	26	3,4	79	240	48	0,1	1,52	0,19	8,0	55	2,2	9	73	8	81	
MIRNA DIAZ BRICEÑO	1	0-20	6,7	0,14	40,36	2,82	0,30	43,62	0,3	13	2,8	63	237	118	0,1	1,65	0,21	7,9	75	2,4	14	135	9	144	
GARMELO ALVARADO	1	0-20	6,7	0,09	36,10	2,85	0,57	39,61	0,2	12	5,3	3	254	135	0,2	3,70	0,32	11,6	72	5,3	13	63	5	68	
GARMELO ALVARADO	2	0-20	5,4	4,17	17,28	4,24	0,34	26,03	16	8	9,9	3	142	130	0,1	2,81	0,21	13,4	36	4,0	4	51	12	63	
JOHEL PORRAS SALAS	1	0-20	5,6	0,77	31,81	4,23	0,56	37,37	2	27	8,1	329	169	58	0,1	3,56	0,34	10,5	63	5,1	8	57	8	64	
ZORAIDA MARCHENA GOMEZ	1	0-20	5,8	1,02	28,50	2,54	0,27	32,33	3	16	4,5	165	200	39	0,1	2,17	0,25	8,7	54	3,1	11	106	9	115	

Anexo 16. Valores promedio de los resultados de suelo.

	pH	cmol(+)/L					%	mg/L					mS/cm	%	%	Relación	g/mL		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/k
	H ₂ O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn	CE	C	N	C/N	S	M.O %				
Promedio	5,8	0,8	25,2	5,7	0,6	32,2	2,9	16,9	4,2	35,3	279,7	81,3	0,1	2,7	0,3	9,1	49,5	3,8	6,6	66,2	16	81,7

Anexo 17. Resultados de los muestreos foliares

Productor	Lote		DLAB	% masa							mg/kg				
				N*	P*	Ca*	Mg*	K*	S*	C**	Fe*	Cu*	Zn*	Mn*	B*
ORLANDO SANCHEZ MATA	1	17	P-24-00626	2,06	0,14	0,72	0,39	0,93	0,13	46,37	65	6	16	362	10
MARIA MAGDALENA SANTAMARIA	1	17	P-24-00627	2,30	0,16	0,65	0,24	0,50	0,15	47,45	94	7	23	158	14
FRANCISCO MORALES MORALES	1	17	P-24-00628	1,94	0,14	0,48	0,30	1,03	0,11	46,99	68	5	21	291	10
OSACOOP (Testigo)	Testigo	17	P-24-00629	2,67	0,09	0,75	0,28	1,19	0,18	47,04	81	8	19	204	14
OSACOOP (Validación)	Tratamiento	17	P-24-00630	2,37	0,15	0,68	0,30	1,14	0,13	47,52	62	7	18	153	12
ROSALINA PASTRAN PASTRAN	1	17	P-24-00631	2,09	0,15	0,84	0,39	0,63	0,14	45,74	75	6	17	449	10
ALCIDEZ FERNANDEZ	1	17	P-23-05252	2,22	0,13	0,60	0,26	0,59	0,12	45,65	76	6	21	289	18
LEONEL AVENDAÑO	1	17	P-23-05253	2,40	0,15	0,58	0,33	0,64	0,13	46,00	81	8	17	194	15
VIVIAN MORALES CHACON	1	17	Foliar	2,31	0,10	0,67	0,27	0,91	0,15	46,10	62	6	16	254	17
RODOLFO GUTIERREZ MATARRITA	1	17	Foliar	2,03	0,17	0,67	0,43	0,74	0,15	46,61	69	5	17	219	13
EFRAIN ARIAS PIZARRO	1	17	Foliar	2,17	0,15	0,88	0,14	1,07	0,14	2,17	55	6	19	145	16
JOSUE MENDEZ BRENES	1	17	Foliar	2,31	0,14	0,92	0,16	1,06	0,16	45,74	65	6	22	113	18
MARIA ISABEL MONTERO SOLORZANO	1	17	Foliar	2,13	0,16	0,86	0,18	0,95	0,15	46,51	69	6	20	205	15
JUAN JARA MATAMOROS	1	17	Foliar	2,39	0,16	1,02	0,28	0,83	0,16	47,54	67	7	26	326	12
COOPEGUAYCARA	11	17	Foliar	2,35	0,06	0,75	0,11	1,00	0,15	46,5	97	5,0	19,0	107	14
COOPEGUAYCARA	12	17	Foliar	2,32	0,15	0,61	0,16	0,99	0,14	46,9	96	6,0	18,0	109	11
MANUEL ADONAY PEREZ UREÑA	1	17	Foliar	2,06	0,13	0,74	0,18	0,78	0,14	46,16	68	5	19	237	11
RAFAEL CHAVES ARGUEDAS	2	17	Foliar	2,35	0,16	0,74	0,18	1,14	0,16	46,38	127	6	20	83	16
RAFAEL CHAVES ARGUEDAS	1	17	Foliar	1,78	0,10	0,70	0,36	1,04	0,14	45,38	171	6	20	203	16
ESTRELLA ABARCA ROJAS	1	17	Foliar	2,32	0,16	1,03	0,15	0,62	0,14	43,90	75	6	22	206	13
AGRICOLA JAN LUNA	1	17	Foliar	2,27	0,08	0,86	0,53	0,48	0,20	47,04	133	5	24	360	12
JOSE DAVILA MORA	1	17	Foliar	2,34	0,15	0,85	0,22	1,14	0,17	44,10	89	8	25	78	16
UBALDO DAVILA	1	17	Foliar	2,24	0,15	0,82	0,23	1,04	0,15	45,01	86	6	21	176	15
MARITZA ACEVEDO CHAVARRIA	1	17	Foliar	2,25	0,15	0,88	0,23	0,74	0,14	44,63	78	6	19	121	14
MARIA CELESTE AROSEMENA	1	17	P-24-01358	2,09	0,16	0,97	0,24	0,92	0,16	44,96	57	7	27	201	15
WILSON MUÑOZ ZUÑIGA	1	17	P-24-01360	2,35	0,16	0,85	0,16	1,01	0,15	45,48	81	6	20	173	12
FRANCISCO GOMEZ PEREZ	1	17	P-24-01361	2,30	0,17	0,74	0,27	0,95	0,15	46,37	85	7	21	195	13
MIRNA DIAZ BRICEÑO	1	17	P-24-00490	2,13	0,14	0,60	0,25	0,92	0,13	2,13	57	7	17	246	12
CARMELO ALVARADO	loma	17	P-24-00492	1,73	0,12	0,58	0,43	0,69	0,12	1,73	47	5	19	597	9
CARMELO ALVARADO	plano	17	P-24-00493	1,86	0,13	0,72	0,42	0,57	0,13	1,86	51	5	18	608	14
JOHEL PORRAS SALAS	1	17	P-24-00494	1,81	0,12	0,82	0,18	0,90	0,13	1,81	70	4	13	247	10
ZORAIDA MARCHENA GOMEZ	1	17	P-24-01194	1,86	0,11	0,75	0,23	0,76	0,14	47,21	63	5	14	144	15

Anexo 18. Valores promedio de los muestreo foliares.

	% masa							mg/kg				
	N*	P*	Ca*	Mg*	K*	S*	C**	Fe*	Cu*	Zn*	Mn*	B*
Promedio	2,20	0,137	0,76	0,27	0,87	0,15	39,22	78,75	6,06	19,63	232,91	13,50

Anexo 19. Tabla de interpretación de los análisis foliares.

Concentraciones foliares de nutrientes consideradas deficientes, óptimas y excesivas en palma aceitera.

Palmas jóvenes (<de 6 años) Hoja # 17	Elemento	Deficiente	Optimo	Excesivo
	N (%)	<2.50	2.6-2.9	>3.1
P (%)	<0.15	0.16-0.19	>0.25	
K (%)	<1.00	1.1-1.3	>1.8	
Mg (%)	<0.20	0.3-0.45	>0.7	
Ca (%)	<0.30	0.5-0.7	>0.7	
S (%)	<0.20	0.25-0.40	>0.6	
Cl (%)	<0.25	0.5-0.7	>1.0	
B ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<8	15-25	>40	
Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<3	5-8	>15	
Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<10	12-18	>80	
Palmas maduras (>de 6 años) Hoja # 17	Elemento	Deficiente	Optimo	Excesivo
	N (%)	<2.30	2.4-2.8	>3.0
P (%)	<0.14	0.15-0.18	>0.25	
K (%)	<0.75	0.9-1.2	>1.6	
Mg (%)	<0.20	0.25-0.40	>0.7	
Ca (%)	<0.25	0.5-0.75	>1.0	
S (%)	<0.20	0.25-0.35	>0.6	
Cl (%)	<0.25	0.5-0.7	>1.0	
B ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<8	15-25	>40	
Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<3	5-8	>15	
Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<10	12-18	>80	
<i>Fuente: von Uexkull, H. R. and Fairhurst, T. H. (1991) IPI Bulletin 12. The Oil Palm, Fertilizing for High Yield and Quality. IPI, Bern.</i>				
$\mu\text{g g}^{-1} = \text{ppm} = \text{mg kg}^{-1}$				