

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA FINCA EL POTRERO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS A LA EMPRESA TIKINDUSTRIAS, S.A., SAYAXCHÉ, PETÉN, GUATEMALA, C.A.

MARÍA JOSÉ JIMÉNEZ DUBON

GUATEMALA, JULIO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA FINCA
EL POTRERO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS A LA EMPRESA
TIKINDUSTRIAS, S.A., SAYAXCHÉ, PETÉN, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

MARÍA JOSÉ JIMÉNEZ DUBON

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, JULIO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Agr. Marlon Estuardo González Alvares
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, JULIO DE 2019

Guatemala, julio de 2019

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación realizado en Las Arenas, Sayaxché, Petén, como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

María José Jiménez Dubón

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y fuerzas para lograr una de mis metas, por haber puesto en mi camino a personas especiales que me brindaron su cariño y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre

Belia Dubón Gómez por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, los valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero sobre todo, por su amor incondicional.

A mi padre

Julio Alfonzo Jiménez Rodríguez por enseñarnos a que siempre somos capaces de alcanzar nuestras metas y dar lo mejor de nosotros, el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Mis Hijos

Sebastián Alejandro y Leonel Marcelo Navas que son mi orgullo y mi gran motivación para seguir adelante.

Mi Esposo

Douglas Alexander Navas Corado por todo su amor y apoyo que me ha brindado durante la carrera y durante nuestro matrimonio por querer ser siempre mejor persona.

Mis hermanos

Krysthel, Alfonzo y Brandon por estar siempre en mis peores y mejores momentos, los quiero mucho.

Mi familia

Abuelita Paula Gómez Batres, mis tías, tíos, primos y sobrinos gracias por su lindo cariño.

Mis Amigos

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, en especial Jennifer Leal por tu linda amistad y cariño al igual que tu familia me abrieron las puertas de su casa.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA

CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO AGRÍCOLA Y SECUENCIA DE LABORES DE LA EMPRESA TIKINDUSTRIAS, S.A. EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) SAYAXCHÉ, PETÉN.....	1
1.1 Introducción	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Metodología.....	4
1.3.1 Definición del Estudio	4
1.3.2 Tiempo y espacio	4
1.3.3 Revisión bibliográfica.....	4
1.3.4 Observación	4
1.3.5 Caminamientos.....	4
1.3.6 Revisión de mapas y documentos existente	4
1.3.7 Entrevistas.....	4
1.3.8 Fase de gabinete	5
1.4 Resultados.....	6
1.4.1 Ubicación Geográfica	6
1.4.2 Descripción ecológica.....	8
1.4.3 Área cultivada.....	8
1.4.4 Secuencia de labores para establecer una plantación de palma africana.	10
1.4.5 Estructura Organizacional.....	17
1.4.6 Personal de soporte administrativo.....	37
1.4.7 Reunión de trabajo	37
1.5 Conclusiones	38
1.6 Bibliografías	40
CAPÍTULO II. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA FINCA EL POTRERO, DE LA EMPRESA TIKINDUSTRIAS, S.A, MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, CULTIVADA CON PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq).....	41
2.1 INTRODUCCIÓN	42
2.2 MARCO TEÓRICO	43
2.2.1 Marco Conceptual.....	43
2.2.1.1 Suelo	43

PÁGINA

2.2.1.2 Perfil del suelo	43
2.2.1.3 Horizonte	43
2.2.1.4 Calicata	43
2.2.1.5 Diferentes metodologías de levantamiento de suelos	43
2.2.1.6 Sistema de clasificación por capacidad-fertilidad	45
2.2.1.7 Propiedades físicas del suelo	48
2.2.1.8 Textura del suelo	48
2.2.1.9 Profundidad efectiva	49
2.2.1.10 Porosidad	49
2.2.1.11 Consistencia	49
2.2.1.12 Aspectos edafo-climáticos de la palma africana	50
2.2.1.13 Precipitación pluvial	50
2.2.1.14 Temperatura	50
2.2.1.15 Suelos y relieve	51
2.2.1.16 Principios generales de la nutrición vegetal	52
2.2.1.17 Síntomas de deficiencias, exceso y desbalances de los nutrimentos en palma	56
2.2.1.18 Nutrimentos secundarios	59
2.2.1.19 Micronutrientes	60
2.2.2 Marco Referencial	62
2.2.2.1 Ubicación geográfica	62
2.2.2.2 Zona de vida y/o clima	63
2.2.2.3 Suelos	63
2.2.2.4 Área cultivada	64
2.3 OBJETIVOS	65
2.3.1 Objetivo General	65
2.3.2 Objetivos Específicos	65
2.4 METODOLOGÍA	66
2.4.1 Fase inicial de gabinete	66
2.4.1.1 Recopilación de información sobre el área de estudio	66
2.4.1.2 Elaboración del mapa de unidades fisiográficas	66
2.4.1.3 Elaboración del mapa base y pendientes	66
2.4.1.4 Selección de los puntos de muestreo	66
2.4.1.5 Fase de campo	67
2.4.1.6 Toma y preparación de muestras de suelo	68
2.4.1.7 Fase de laboratorio	70
2.4.1.8 Fase final de gabinete	70
2.4.1.9 Procesado de la información	71

	PÁGINA
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
2.5.1 Unidades fisiográficas	72
2.5.2 Factores modificadores	72
2.5.2.1 Distribución de los rangos de pendientes en el área.....	72
2.5.2.2 Profundidad efectiva del suelo.....	76
2.5.2.3 Pedregosidad	76
2.5.3 Determinación de la capacidad – fertilidad.....	78
2.5.3.1 Distribución de las clases texturales	78
2.5.3.2 Capacidad de intercambio catiónico efectivo CICE.....	82
2.5.3.3 Nivel de Potasio.....	82
2.6 CONCLUSIONES	92
2.7 RECOMENDACIONES	93
2.8 BIBLIOGRAFÍA	94
2.9 ANEXOS	96
CAPÍTULO III. SERVICIOS PRESTADOS EN LA EMPRESA TIKINDUSTRIAS, S.A. EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq)	101
3.1 Introducción	102
3.2 Área de influencia	103
3.3 Objetivo general	103
3.4 Servicios realizados	104

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Mapa de ubicación de la finca Tikindustrias, S.A.	6
Figura 2. Mapa de las fincas de la empresa Tikindustrias, S.A.	7
Figura 3. Centro de operaciones de Tikindustrias, S.A.....	7
Figura 4. Variedades Sembradas de Palma Africana	9
Figura 5. Establecimiento y porcentajes de siembra según el área que ocupan.	9
Figura 6. Secuencia de labores que se realizan para establecer una plantación de palma africana.....	10
Figura 7. Organigrama del personal de TIKINDUSTRIAS, S.A.	16
Figura 8. Extracción de fruta de palma africana a mecapal	18
Figura 9. Extracción de fruta por medio de búfalos	19
Figura 10. Extracción de fruta con tractor.....	19
Figura 11. Trasiego de fruta al camión	20
Figura 12. Reparación de calles internas	21
Figura 13. Elaboración de drenajes dentro de la plantación de palma africana	21
Figura 14. Plateo químico	22
Figura 15. Cisterna con instalación anti derrame	23
Figura 16. <i>Rhynchophoruspalmarum</i> , macho (izquierda) hembra (derecha)	25
Figura 17. Larva de <i>Rhynchophorus</i>	25
Figura 18. Adultos de <i>Strategusaloeus</i> , macho (izquierda) hembra (derecha)	26
Figura 19. Adulto de <i>Leucothyrus</i>	28
Figura 20. Adulto de <i>Euprosternaelaeasa</i>	30
Figura 21. Larva de <i>Sibine fusca</i> , parasitado	31
Figura 22. Larva de <i>Durrantia pos arcanella</i>	32
Figura 23. Larva de <i>Automeris liberia</i> en hojas de palma africana	33
Figura 24. Larva de <i>Opsiphanes cassina</i>	34
Figura 25. Pupa de <i>opsiphanes cassina</i>	34
Figura 26. <i>Opsiphanes</i> en estado adulto.....	35
Figura 27. Larvas de <i>Dirphiagra gatus</i>	36
Figura 28. <i>Sigmodon hispidus</i>	37

PÁGINA

Figura 29. Absorción de nutrientes de palmas de aceite hasta 10 años después de la siembra Ng (1977).....	54
Figura 30. Ubicación de la empresa Tikindustrias, S.A.	62
Figura 31. Mapa de las fincas de la empresa Tikindustrias, S.A.	63
Figura 32. Puntos de toma de muestras de suelo y calicatas de cada uno de los bloques de la finca El Potrero.....	69
Figura 33. Mapa de unidades fisiográficas.....	74
Figura 34. Mapa de rangos de pendiente.....	75
Figura 35. Mapa de profundidad efectiva del suelo.....	77
Figura 36. Mapa de pedregosidad.....	78
Figura 37. Mapa de clases texturales.....	80
Figura 38. Mapa de reacción de suelo.....	81
Figura 39. Mapa de capacidad de intercambio cationico.....	84
Figura 40. Mapa del comportamiento de potasio.....	85
Figura 41. Mapa de capacidad - fertilidad.....	86
Figura 42. Disponibilidad de Manganeso Mn.....	99
Figura 43. Disponibilidad de Cu.....	99
Figura 44. Disponibilidad de Potasio.....	100
Figura 45. Disponibilidad de Hierro.....	100
Figura 46. Aplicación manual de fertilizante.....	107
Figura 47. Mapa de primera aplicación de fertilizante.....	107
Figura 48. Mapa de Segunda aplicación.....	108
Figura 49. Trampas a diferentes alturas de saco.....	112
Figura 50. Promedio de capturas con las distintas medidas de saco.....	112
Figura 51. <i>Rhynchophoruspalmarum</i>	113
Figura 52. Trampa para el control de <i>R. palmarum</i>	113
Figura 53. Trampa con botella plástica para proteger boleta de control y monitoreo de <i>R. palmarum</i>	115
Figura 54. Palma marcada con nylon, lista para aplicar cirugía.....	117
Figura 55. Palma marcada con nylon, las cuales se deben erradicar.....	117

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Variedades de palma y épocas de cosecha.....	8
Cuadro 2. Secuencia de labores en pre-vivero.....	11
Cuadro 3. Secuencia de labores para establecer vivero	12
Cuadro 4. Preparación del terreno para siembra.....	13
Cuadro 5. Estaquillado para ahoyado y siembra	13
Cuadro 6. Distribución de palma en el terreno	14
Cuadro 7. Establecimiento de la planta en el terreno	14
Cuadro 8. Labores realizadas en el primer año de palma	15
Cuadro 9. Labores realizados en el segundo año de palma.....	15
Cuadro 10. Labores realizadas al tercer año de estar sembrada la palma	15
Cuadro 11. Labores realizadas en el cuarto año de estar sembrada la palma	16
Cuadro 12. Propiedades de los suelos para el cultivo de palma africana	52
Cuadro 13. Rangos de propiedades químicas e índices nutrimentales para palma africana.....	53
Cuadro 14. Nutrimientos requeridos por la palma hasta los 9 años de edad expresados en kg/ha.	55
Cuadro 15. Contenido nutricional en una tonelada de aceite	55
Cuadro 16. Número de bloques de la finca el potrero, variedad cultivada, número de plantas por área, años de siembra y época de cosecha.	64
Cuadro 17. Parámetros químicos y físicos determinados en las muestras de suelo y metodologías empleadas en los análisis.....	70
Cuadro 18. Leyenda fisiográfica de la finca El Potrero	72
Cuadro 19. Distribución del rango de la pendiente y sus respectivas áreas en ha.	73
Cuadro 20. Comportamiento de la profundidad efectiva.....	76
Cuadro 21. Niveles de pedregosidad determinados en el área de estudio y sus respectivas áreas en ha de cada nivel.....	76
Cuadro 22. Categorías de la distribución Textural del suelo.....	79
Cuadro 23. Indicadores de la reacción del suelo.....	79

PÁGINA

Cuadro 24. Indicador del comportamiento de la capacidad de Intercambio cationico efectivo en el área de estudio	82
Cuadro 25. Indicadores del comportamiento del nivel de potasio en el suelo del área en estudio.....	82
Cuadro 26. Resumen de las categorías de suelo determinadas para cada bloque de cultivo de la finca.	87
Cuadro 27A. Resultados de laboratorio.....	96
Cuadro 28A. Resultados de laboratorio.....	97
Cuadro 29A. Porcentajes y clases de texturales del suelo	98
Cuadro 30A. Categorías de la distribución textural del suelo	98
Cuadro 31. Especificación de fórmulas y dosis a aplicar en diferentes siembras	106
Cuadro 32. Boleta de control y monitoreo de revisión de trampas en campo	114

RESUMEN

Este documento integrado contiene el informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado durante 10 meses agosto-mayo de 2015, en el municipio de Sayaxché del departamento de Peten con el apoyo de la empresa Tikindustrias, S.A. y se compone de tres capítulos (Diagnostico, Investigación y servicios).

Durante los primeros meses se realizó el diagnostico, el cual consistió en analizar cada una de las labores y actividades que son necesarias para la producción de racimos de fruta fresca de palma africana, la empresa cuenta con 10,106 hectáreas con palma africana. Cuenta con diferentes años de siembra (2005 al 2015) y diferentes variedades como (Dami, Yangamby, Cabaña, DelixGhana y DelixNigeria, unipalma). Las actividades se pueden dividir en tres; el primero en establecimiento (vivero, diseño de plantación, mecanización de suelos y siembra), el segundo en mantenimiento (control de malezas, control de plagas, fertilización y poda) y por ultimo cosecha (corte de racimos, evacuación de racimos y transporte de racimos).

La investigación es una propuesta de clasificación de la fertilidad y productividad de suelos, se realizó en 73 ha en un finca llamada El Potrero, la cual es un área plana, con altitud de 100 msnm, en donde la plantación tiene 11 años de haberse establecido, La finca El Potrero está dividida en cuatro bloques en donde el bloque I tiene un área de 18.20 ha, bloque II 19.50 ha, bloque III 16.20 ha y el bloque IV 19ha, en cada uno de los bloques se realizaron los análisis necesarios para evaluar el estado nutricional y otras características del suelo. Otro método que también se utilizó fue el método de Boul para poder realizar una clasificación de la capacidad – fertilidad la cual dio como resultado la identificación de unidades que agruparon los suelos con limitaciones químicas y físicas relacionadas con la fertilidad que podrían afectar el desarrollo de los cultivos de las cuales se realizaron mapas temáticos para presentarlos y de algunas propiedades físicas como también químicas que son de interés en donde se pudieron identificar ocho categorías distintas.

Conjuntamente se realizó una serie de servicios profesionales solicitados por el área agrícola, así como servicios propuestos que están relacionados directamente con las labores del departamento de Sanidad Vegetal y que tienen como propósito poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del estudio académico como también adquirir nuevos conocimientos tanto teóricos como prácticos.

Los servicios fueron enfocados en apoyar al monitoreo y control de aplicación de fertilizante en el cultivo de palma africana, evaluación de tres tipos de altura del saco para el trapeo de *Rhynchophorus palmarum* y la identificación de palmas con daños de pudrición de flecha, pudrición de cogollo y erradicaciones, utilizando nylon de colores (blanco y rojo).



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO AGRÍCOLA Y SECUENCIA DE LABORES DE LA EMPRESA TIKINDUSTRIAS, S.A. EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis jacq*) SAYAXCHÉ, PETÉN.

1.1 Introducción

La empresa Tikindustrias, S.A. es una organización dedicada al procesamiento de la palma africana para la producción de aceite rojo, aceite de palmiste y harina de palmiste. Se ha convertido en uno de los cultivos más importantes para Guatemala, ya que es generador de fuentes de divisas y trabajo.

El presente estudio está enfocado en el área agrícola desde la estructuración que se tiene hasta la secuencia de labores que se llevan a cabo, cada una de estas labores es importante para el manejo que se le debe de dar desde el vivero, manejo en vivero, siembra y los primeros cuatro años de siembra, después de los cuatro años es similar el manejo que se le da a la palma africana, así como cada una de las plagas que se han encontrado en la plantación; características y el daño que estas ocasionan. La empresa cuenta con 10,106 hectáreas cultivadas con Palma Africana y está ubicada en el municipio de Sayaxché, departamento de Petén, para el cual se presenta la información recabada en los monitoreos realizados durante el ejercicio profesional supervisado (EPS).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Conocer en general el área agrícola y la secuencia de labores de la empresa Tikindustrias, S.A. con la finalidad de evaluar los procesos agronómicos hasta la etapa de producción.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir la estructura organizacional del departamento agrícola.
- Describir la secuencia de mantenimiento de una plantación de palma africana.
- Describir cada una de las plagas que se han presentado en la plantación de Tikindustrias, S.A.
- Describir la secuencia de labores necesarias para la estabilización de una plantación de palma africana.

1.3 Metodología

1.3.1 Definición del Estudio

La investigación diagnóstica se realizó en la finca Tikindustrias, S.A., la cual cuenta con una extensión de 10,106 hectáreas sembradas con palma africana.

1.3.2 Tiempo y espacio

El diagnóstico fue realizado a partir del mes de Agosto 2014 a Mayo del 2015, la información obtenida y recaudada fue analizada en las oficinas del Área Agrícola dentro del casco de la empresa Tikindustrias, S.A.

1.3.3 Revisión bibliográfica

Se consultaron textos pertenecientes al Área Agrícola de la empresa Tikindustrias, S.A., y documentos de bibliotecas. Se seleccionó la información útil para documentar y fortalecer los hallazgos.

1.3.4 Observación

Este procedimiento se realizó desde el primer día del mes de Agosto, fecha en la cual se comenzó el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Con la realización de este paso se logró identificar al personal que labora en el Área Agrícola así como también en las visitas a campo se pudo observar las labores que realiza cada persona en esta área.

1.3.5 Caminamientos

Al realizar la observación de campo por medio de caminamientos se logró delimitar la acción de cada departamento, por medio de la observación, entrevistas y actividades que se realizan para diversos fines.

1.3.6 Revisión de mapas y documentos existente

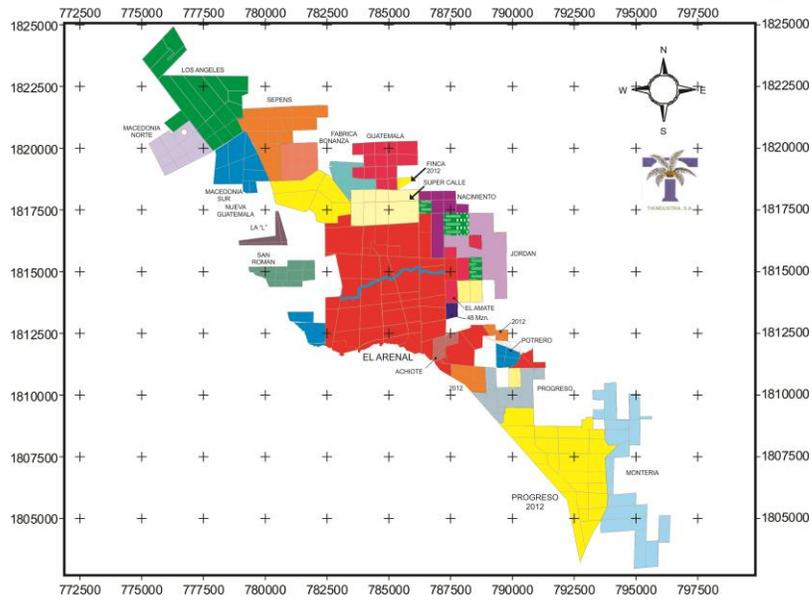
La revisión de documentos proporcionados por la empresa brindó información del área, con este tipo de información (mapas) y documentos que se han realizado de las fincas de la empresa Tikindustrias, S.A., se pudo validar la información.

1.3.7 Entrevistas

Las entrevistas se realizaron a todos los encargados de los departamentos, así como a las personas que realizan cada una de las labores, ya que todos proporcionan información necesaria para poder realizar dicho diagnóstico.

1.3.8 Fase de gabinete

La fase de gabinete se realizó con la ayuda de manuales, mapas, etc, de los bloques y áreas en las que se divide la empresa Tikindustrias, S.A., donde se revisó dicha información obtenida y se logró describir cada una de las labores que se realizan en el Área Agrícola.



Fuente: Tikindustrias, S.A. 2014

Figura 2. Mapa de las fincas de la empresa Tikindustrias, S.A.



Figura 3. Centro de operaciones de Tikindustrias, S.A.

1.4.2 Descripción ecológica

1.4.2.1 Zona de vida y/o clima

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Guatemala de Holdridge, De la Cruz (1982) indica que el área, se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical cálido (bmh-S (c)), la cual se caracteriza por mantener una precipitación que varía entre 2000 y 2500 milímetros, con una temperatura que varía de 14 a 47 grados centígrados siendo los meses más cálidos marzo y abril.

1.4.2.2 Suelos

Dentro de la taxonomía de suelos se clasifican a los suelos de Sayaxché (clasificación de simons et al.) como suelos Vertisoles, los cuales son suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan. (FAO 2006).

1.4.3 Área cultivada

Tikindustrias cuenta con 10,106 hectáreas cultivadas con palma africana en donde podemos encontrar variedades las cuales se muestran a continuación

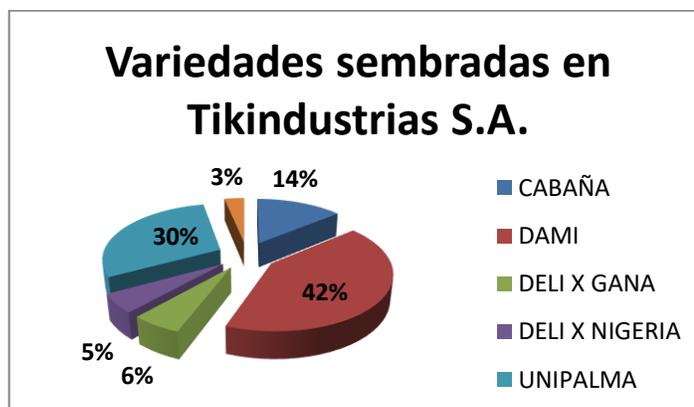
Variedad	Área (ha)	Época de Cosecha
Cabaña	1,417.10	Época seca
Dami	4,216.62	Época lluviosa
Deli x Gana	588.40	Época lluviosa
Deli x Nigeria	547.88	Época lluviosa
Unipalma	3,011.53	Todo el año
Yangambi	324.85	Todo el año

Fuente: Tikindustrias, S.A.

Cuadro 1. Variedades de palma y épocas de cosecha

En la figura 4, se muestra el porcentaje de cada una de las variedades en relación al área total que ocupan, se puede observar que la variedad que predomina es Dami, esta variedad se cosecha la mayor parte en época lluviosa y por lo tanto la finca presenta los mayores

picos de cosecha entre septiembre y octubre. Mientras que Unipalma a pesar de que se cosecha todo el año es la segunda más alta.



Fuente: Tikindustrias, S.A.

Figura 4. Variedades Sembradas de Palma Africana

La finca cuenta con plantaciones de diferentes edades, en la figura 5, se muestran los porcentajes de siembra de palma africana en los distintos años de establecimiento en campo.



Fuente: Tikindustrias, S.A.

Figura 5. Establecimiento y porcentajes de siembra según el área que ocupan.

1.4.4 Secuencia de labores para establecer una plantación de palma africana.

Después de detallar al personal encargado de las labores de la empresa Tikindustrias se muestra un proceso de labores que se realizan para establecer una plantación; Pre-vivero hasta el cuarto año del establecimiento de la palma africana.

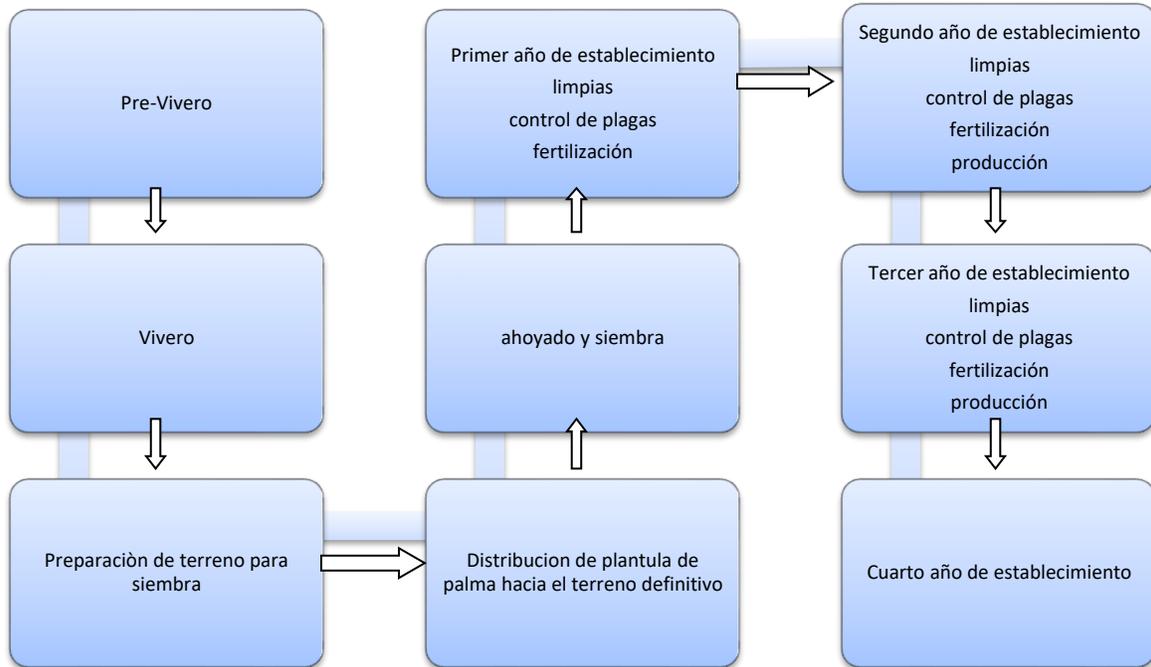


Figura 6. Secuencia de labores que se realizan para establecer una plantación de palma africana

1.4.4.1 Secuencia de actividades que se llevan a cabo en Pre-vivero

Cuadro 2. Secuencia de labores en pre-vivero

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Recolección y distribución de sustrato para llenado de bolsas.
2	Desinfección de suelos (500 ml/m ³ de Metam sodio) en suelos humedecidos.
3	Cubrir el suelo con nylon negro durante 15 a 20 días, para que exista mejor efecto de desinfección.
3	Llenado de bolsas
4	Distribución y ordenamiento de bolsas en camellones.
5	Instalación de sistema de riego por aspersión.
6	Riego inicial para adecuar la humedad del sustrato para el llenado de bolsas para la siembra.
7	Colocación de postes para soporte de sarán, cada 5m.
8	Siembra de semillas pre-germinadas importadas de Colombia.
9	Riego diario del pre-vivero
10	Fertilización foliar quincenal con Bayfolan
11	Revisión semanal de plagas y enfermedades para determinar posibles aplicaciones de control.
12	Separación y resiembra de palmas gemelas.
13	Primera erradicación de palmas indeseables. (Palmas que vengan juntas, se selecciona la mejor)
14	Control manual de malezas en bolsas.
15	Control químico de malezas entre calles.
16	Segunda erradicación de palmas indeseables. (antes de trasplantarse)
17	Traslado a vivero a partir de los 90 días de siembra.

1.4.4.2 Secuencia de labores para el establecimiento de Vivero

Cuadro 3. Secuencia de labores para establecer vivero

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Recolección y distribución de sustrato que será utilizado para llenado de bolsas. Con 21,000 cc de suelo/bolsa
2	Desinfección de suelos con 1.125 gramos de Banrot 40WP (Etridiazol) 5,000 bolsas/jornal. 1.12gr/lt (25cc/planta)
3	Llenado de bolsas grandes, 21,000cc/jornal 100/jornal
4	Distribución y ordenamiento de bolsas al tresbolio a 1.2 o 0.90 metros, 50 plantas/jornal.
5	Instalación de sistema de riego por aspersión.
6	Riego inicial para adecuar la humedad del sustrato de las bolsas para la siembra.
7	Siembra de plantas traídas de pre-vivero
8	Riego de vivero de acuerdo a programación. 10hrs/día
9	Fertilización quincenal de 10 gramos/palma, alternando entre Triple 15 y Sulfato de Amonio. 2,250 plantas/jornal.
10	Revisión semanal de plagas y enfermedades para determinar posibles aplicaciones de control.
11	Primera erradicación de palmas indeseables. (hembras y machos)
12	Control manual de malezas en bolsas, 400 bolsas por jornal.
13	Control químico de malezas entre calles. Basta 3lt/ha.
14	Segunda erradicación de palmas indeseables. Antes de ser trasladadas a campo.
15	Arrancado de palmas enraizadas al suelo.
16	Tratamiento con fungicida de las plantas al momento de salir del vivero (Clorotac) 0.15 cc/planta.
17	Traslado a campo definitivo a partir de los 10 a 12 meses de vivero.

1.4.4.3 Preparación de terreno para siembra

Cuadro 4. Preparación del terreno para siembra

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Delimitación del área de siembra.
2	Trazo y construcción de carreteras.
3	Trazo y construcción de sistemas de drenaje.
4	Tumba de la montaña
5	Socoleo
6	Quema de residuos vegetales 1 galon de diesel + 1 galón de gasolina por 50mz
7	Aplicación de Glifosato 15 días antes de la siembra, 3 lts por ha + 300cc de Aquanova + 300 cc de SilkaWet.

1.4.4.4 Trazo del campo de siembra

Cuadro 5. Estaquillado para ahoyado y siembra

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Recolección de balizas utilizando raquis de hoja de palma, 300 balizas por jornal
2	Colocación de banderines a cada baliza para su identificación en campo.
3	Colocación de banderines al tresbolio a 90 m con ayuda de estación total
4	Estaquillado a distancia de 9 m al tresbolio con cables a razón de 125 balizas/jornal.

1.4.4.5 Distribución de plántulas de palma en el terreno

Cuadro 6. Distribución de palma en el terreno

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Recolección de balizas.
2	Colocación de banderines a cada baliza para su identificación en campo.
3	Colocación de banderas al tresbolio a 90 m con ayuda de estación total.
4	Estaquillado a distancia de 9 m al tresbolio con cables
5	Limpieza de camiones utilizados para traslado de palmas
6	Traslado de plantas
7	Descarga de palmas en puntos ya establecidos para cada unidad de siembra.
8	Colocación de cebos contra roedores al contorno de los puntos de descarga.
9	Traslado de palma con personal desde los puntos de descarga y colocación junto a cada baliza previamente establecida.

1.4.4.6 Plantación

Cuadro 7. Establecimiento de la planta en el terreno

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Ahoyado al contorno de la baliza
2	Desbolsado del pilón de palma.
3	Colocación del pilón desbolsado en el sitio de siembra
4	Fertilización con 4 onzas de fertilizante 18-46-0 al contorno del pilón.
5	Apisonamiento y llenado con suelo resultante del ahoyado.
6	Recolección de las bolsas plásticas.
7	Colocación de la baliza como tutor para asegurar la palma.
8	Plateo manual de cada palma
9	Aplicación de 3 bolsas cebo para roedores
10	Siembra de 5 kilogramos de kudzu por hectárea, para cobertura vegetal.

1.4.4.7 Primer año de establecimiento de palma africana

Cuadro 8. Labores realizadas en el primer año de palma

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Ciclos de 2 plateos con herbicida quemante con periodos de control de 40 días y 1 plateo manual con periodo de control de 25 días.
2	Plateos con herbicidas quemantes, la frecuencia definida de acuerdo a desarrollo de malezas
3	Limpias manuales entre palmas, mensuales o de acuerdo a desarrollo de malezas
4	Fertilización con 10 libras de sulfato de amonio por planta

1.4.4.8 Segundo año de establecimiento de palma africana

Cuadro 9. Labores realizados en el segundo año de palma

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Plateos manuales de un radio de 2 metros, cada 30 a 40 días.
2	Limpias manuales entre palmas, la frecuencia definida de acuerdo a desarrollo de malezas
3	Aplicación de 10 libras de triple 15 por planta
4	Ensayos de producción, rendimientos de 1 Ton/ha promedio

1.4.4.9 Tercer año de establecimiento de palma africana

Cuadro 10. Labores realizadas al tercer año de estar sembrada la palma

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Plateos manuales de un radio de 2 metros, a cada 40 o 60 días.
2	Chapias manuales entre palmas, la frecuencia definida de acuerdo a desarrollo de malezas
3	Aplicación de dosis y tipo de fertilizante de acuerdo a análisis foliares y producción por lote.
4	Ensayos de producción, rendimientos de 2 Ton/ha promedio

1.4.4.10 Cuarto año de establecimiento de palma africana

Cuadro 11. Labores realizadas en el cuarto año de estar sembrada la palma

SECUENCIA	Actividades Realizadas
1	Desmalezado de estipe y plateos manuales de un radio de 2 metros, a cada 60 días.
2	Limpías manuales entre palmas, la frecuencia definida de acuerdo a desarrollo de malezas
3	Colocación de trampas plásticas con feromona y atrayentes para captura de picudo (<i>Rhynchophorus palmarum</i>) a cada 5 ha
4	Colocación de trampas hechas con bolsas plásticas con melaza para captura de Lepidópteros defoliadores.
5	Censos fitosanitarios a cada dos meses.
6	Aplicación de tratamientos de acuerdo a resultados de censos fitosanitarios.
7	Aplicación de dosis y tipo de fertilizante de acuerdo a análisis foliares y producción por lote.
8	Muestreos mensuales de fruta para predecir rendimientos de cosecha.
9	Cosecha de acuerdo a ciclos de maduración establecidos para cada variedad y época del año.
10	Construcción de calles bufaleras para cosecha.
11	Poda sanitaria anual en época de verano.

1.4.4.11 Organigrama de la organización agrícola de Tikindustrias, S.A.

**Figura 7. Organigrama del personal de TIKINDUSTRIAS, S.A.**

1.4.5 Estructura Organizacional

Tikindustrias está compuesta por 10,106 hectáreas sembradas con palma africana, maneja en promedio 2,500 empleos permanentes, genera 500 empleos temporales.

A. Gerente Agrícola

Es el encargado general de todas las labores de la finca, con énfasis en las administrativas, estudios financieros y de ahorro, planeamiento y logística, junto con la función motivacional de su equipo de trabajo. Debe de aplicar formación agronómica y financiera sobre el cultivo, ya que la misma es fundamental para la toma de decisiones y en especial el control de las mismas. Aplica y da cuenta de las directrices planteadas por el gerente general de la compañía.

B. Encargados de área

La finca cuenta con 10,106 hectáreas sembradas con palma africana y está dividida en dos áreas, las cuales cuentan con un encargado por área, en donde los agrónomos se encargan de las decisiones agronómicas del cultivo, de su correcta aplicación y ejecución, junto con el control adecuado de las mismas. Su enfoque está en el control de malezas, enfermedades, plagas, fertilización y manejo de raquis.

C. Encargado de cosecha

Su enfoque es todo lo referente a las labores de corta de racimos, recolección de frutos y poda. Además coordina con el encargado de transporte el movimiento y transporte de la fruta a la planta extractora.

Para cortar los racimos de palma joven se hace por medio de una chuza o bien un cincel que mide aproximadamente 1. 20 metros de largo y en palma más alta donde supera la altura se hace por medio de una herramienta llamada malayo, la cual consiste de una vara de aluminio de 2 metros que en la punta tiene un pico filoso, facilitando la cosecha.

La palma adulta puede llegar a producir bajo las condiciones de Petén más de 25 ton/ha al año, hay un criterio de corte sobre la maduración de la fruta; verde, maduro, sobre maduro, no se debe de cosechar ni verde ni sobre maduro ya que eso afecta en los niveles de extracción y de acidez del aceite, en el caso de sobre maduro. Uno de los parámetros que

se utilizan para saber si está un su punto de corte es cuando el racimo ha desprendido 3 pepas.

La programación de la cosecha es realizada en base a la época del año y la variedad, las vueltas de cosecha oscilan entre 3 días hasta 15 días en épocas de baja producción. En Tikindustrias se utilizan tres equipos de cosecha, mecapal, búfalos para halar las carretas que llevan la fruta y tractores.



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 8. Extracción de fruta de palma africana a mecapal



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 9. Extracción de fruta por medio de búfalos



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 10. Extracción de fruta con tractor



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 11. Trasiego de fruta al camión

1.4.5.1 Encargado de maquinaria

Dedicado a las labores de arreglo de caminos internos en la finca y los accesos hacia las fincas, encargado de monitorear y corregir los trabajos de drenajes en los bloques y del descombramiento en el momento de adquirir nuevas tierras.

El drenaje en la palma es de suma importancia debido a que la palma no debe de tener zonas de anegamiento, existen enfermedades que al estar bajo esas condiciones facilitan la entrada de patógenos en el sistema radical y en la base del estipe de las palmas afectadas, por lo que se construyen quíneles a cada 8 surcos y en lugares donde existe más humedad a cada 4 surcos.



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 12. Reparación de calles internas



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 13. Elaboración de drenajes dentro de la plantación de palma africana

1.4.5.2 Encargado de herbicidas

Se encarga de la aplicación de herbicidas en el plato, entre-surcos, canales, linderos y orillas de calle. El encargado tiene la responsabilidad de preparar las mezclas. La empresa a pesar de no estar certificada utiliza actualmente productos que estén en el listado de productos aprobados por las certificadoras.

Para las aplicaciones de siembras jóvenes se aplica un herbicida que no dañe la palma ya que estas siembras tienen aún muchas hojas bajas y para las siembras mayores a cinco años se están aplicando herbicidas de contacto.



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 14. Plateo químico



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 15. Cisterna con instalación anti derrame

1.4.5.3 Encargado de sanidad vegetal

Es el responsable de realizar chequeos fitosanitarios bimestrales en la plantación, para evitar sorpresas con las plagas, especialmente las defoliadoras. Existen diferentes enfermedades y plagas que atacan a la palma, las que más se han localizado en la empresa son: pudrición de cogollo, pudrición basal seca, pudrición basal húmeda, plagas como: *Rhynchophorus palmarum*, *Strategus aloeus*, *Ieucothyreus femoratus*, *Euprosterina elaeasa*, *Sibine fusca*, *Durrantia sp*, *Automeris liberia*, *Opsiphanes cassica*, *Dirphia gragatus*, *Sigmodon hispidus*. La detección y el tratamiento de los diferentes problemas fitosanitarios se lleva a cabo con plantillas que se digitalizan diariamente y se realizan reportes semanales de los mismos, para esta etapa digital se cuenta con un empleado especializado en esta función. El supervisor revisa diariamente la información, coordina y controla las labores de campo. Existe un protocolo detallado de los procedimientos que deben de ejecutarse para cada enfermedad y plaga que se detecte, este supervisor junto a los jefes de área son los responsables de la correcta aplicación del manual de procedimientos fitosanitarios que ha ejecutado una persona especializada en estos controles.

En esta área, se cuenta con un grupo de revisores, los cuales en el periodo de dos meses deben de haber revisado toda la finca, el primer mes hacen solo los bloques impares y el siguiente mes los pares, esta forma se hace para llevar un mejor control de la revisión, luego se cuenta con una persona que confirma las enfermedades que se reportaron.

También se cuenta con cuatro personas que realizan cirugías en las palmas que tienen pudrición de flecha y pudrición de cogollo y otras dos personas que erradican las palmas que se reportan con pudrición basal húmeda y pudrición basal seca y palmas dobles.

Las plagas que se han encontrado dentro de la plantación de palma africana, son las siguientes:

1.4.5.3.1 *Rhynchophorus palmarum*

Orden: Coleoptera

Familia: *Curculionidae*

Especies: *Rhynchophorus palmarum* (L.)

Nombre Vulgar: Gualpa casanga, cucarrón de las palmas, gusano de los cogollos.

El *Rhynchophorus palmarum* se considera una de las principales plagas en palma africana además de ser el principal vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* que causa la enfermedad Anillo rojo, en donde las palmas afectadas por la enfermedad pudrición del cogollo (PC) o algún daño mecánico. Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por la fermentación de los tejidos de las palmas enfermas por PC o cortes ocasionados por poda o cosecha. Estos insectos se alimentan de los tejidos de la palma y se reproducen en las palmas con PC o en proceso de descomposición. Las hembras depositan sus huevos en estos sitios y cuando las larvas emergen, y durante su desarrollo, se alimentan consumiendo el tejido blando del cogollo y las bases peciolares lo que impide que la palma se recupere. (Calvache, 2005). (1)

- **Detección del insecto**

El uso de trampas permite monitorear la presencia del insecto en el cultivo. El análisis de los insectos capturados permite conocer qué porcentaje de individuos diseminadores de nematodos causantes de AR. Además, la revisión de inflorescencia y los cogollos de palmas afectadas con la Pudrición del Cogollo permite evidenciar el ataque del insecto. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 16. *Rhynchophorus palmarum*, macho (izquierda) hembra (derecha)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 17. Larva de *Rhynchophorus*

1.4.5.3.2 *Strategusaloeus*

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Especies: *Strategusaloeus* (L.)

Nombre vulgar: Torito

El *strategusaloeus*, causa daño en estado adulto, ya que generalmente el macho abre una perforación junto al bulbo de la palma. Durante los primeros diez días el insecto construye una galería de longitud variable, que puede llegar a los 150 cm de profundidad y no hace daño a la palma. Posteriormente, el insecto hace una perforación lateral en la galería a una profundidad de 5 a 10cm de la superficie del suelo. Esta perforación está dirigida hacia la parte inferior del bulbo de la palma, donde inicia su alimentación y el consiguiente daño. En este proceso el daño al bulbo de las palmas jóvenes (menores de dos años) puede llegar hasta el meristemo y provocar la muerte de la palma. Los síntomas solo son visibles después de varios años. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 18. Adultos de *Strategusaloeus*, macho (izquierda) hembra (derecha)

- **Detección del insecto**

La presencia de este insecto es fácilmente detectable, ya que el adulto hace una perforación en el suelo muy cerca del estípite; en este lugar deja un pequeño montículo de suelo recién removido con apariencia arenosa, lo cual se constituye en una señal precisa de la presencia del insecto en la palma. Rondas cada diez días, palma por palma, para detectar los montículos en lotes de palma joven, son suficientes para mantener un buen control y evitar el daño en el bulbo de la palma. (1)

1.4.5.3.3 *Leucothyreus femoratusburmeister*

Orden: Coleoptera

Familia: Scarabaeidae

Especies: *Leucothyreus femoratusburmeister*

Nombre Vulgar: Chinche de encaje

El adulto de *L. femoratus* de hábito nocturno, puede atacar cualquier nivel foliar de la palma y consumir hasta 1.5 cm² de área foliar de la palma en una noche. Evaluaciones realizadas bajo condiciones controladas demostraron que cuatro individuos alimentándose sobre la hoja 1, durante un periodo de dos meses, pueden consumir 10% de su área foliar. Esta defoliación se incrementa con el tiempo y puede alcanzar porcentajes entre 40 y 70% hacia el nivel medio de la palma. En muchas ocasiones este daño se confunde con el ocasionado por hormigas arrieras. La principal característica que identifica el daño del insecto es la irregularidad de sus cortes, el área consumida se presenta en forma de cuadros o rectángulos irregulares. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 19. Adulto de *Leucothyrus*

- **Detección del insecto**

Las características del daño en el borde de los folíolos es la principal forma de detectar la presencia del insecto, que generalmente está asociado a lotes o plantaciones cuyas áreas están cubiertas de gramíneas invasoras. Para el muestreo más detallado de este insecto se debe hacer una calicata de 75 x 50 cm y 5 cm de profundidad, a 1.50 m del tallo donde se presenten gramíneas y contabilizar larvas, pupas y adultos. Esto permite conocer el estado de desarrollo que predomina en el lote para realizar cualquier práctica de control. Es necesario realizar el muestreo en dos palmas por hectáreas (Cenipalma, 2005). (1)

1.4.5.3.4 *Euprosternaelaesa*

Orden: Lepidoptera

Familia: Limacodidae

Especie: *Euprosternaelaesa asa* Dyar (*Darna metaleuca* Walker)

Nombre vulgar: Darna

Las larvas entre el segundo y cuarto instar roen epidermis, por el envés de los folíolos, con lo cual facilitan la entrada de los microorganismos causales de la pestalotiopsis. Las larvas de tercer instar hacen roeduras en la epidermis de aproximadamente un milímetro de ancho en línea recta, mientras que las de cuarto instar roen por secciones y son de aproximadamente 2 mm de ancho. A partir del quinto o sexto instar las larvas consumen la lámina foliar y cuando su población es elevada dejan solo la nervadura central del folíolo. Una larva puede llegar a consumir individualmente entre 40 a 75 cm² de área foliar, el 68% del consumo lo hace en su último instar. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 20. Adulto de *Euprosternaelaesa*

- **Detección del insecto**

La larva prefiere ubicarse en el tercio inferior de la palma, pero puede desplazarse al tercio medio y superior según el crecimiento de la población. (1)

1.4.5.3.5 *Sibine fusca*

Orden: Lepidoptera

Familia: Limacodidae

Nombre científico: *Sibine fusca stoll*

Nombre vulgar: Gusano caballito

En los primeros instares la larva ataca la epidermis del envés de los folíolos haciendo pequeñas roeduras. Luego devoran toda la lámina foliar hasta dejar solo la nervadura central. Un solo individuo puede consumir 350cm² (eq. 1.5 folíolos) de lámina foliar durante los 40 a 55 días que dura en estado larval. Puede causar grandes defoliaciones cuando no se detectan oportunamente. Los mayores ataques se presentan durante la época seca. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 21. Larva de *Sibine fusca*, parasitado

- **Detección del insecto**

Para su detección se debe tener en cuenta que esta especie es gregaria, coloca masas de huevos, se localiza en el tercio medio e inferior de la palma. (1)

1.4.5.3.6 *Durrantia pos arcanella*

Orden: Lepidoptera

Familia: Oecophoridae

Especie: *Durrantiapos arcanella*

La larva inicia su daño en los niveles 9 y 17. Durante los primeros instares solo hace roeduras o pequeñas raspaduras y a medida que crece puede consumir completamente la lámina foliar. En zonas donde hay añublo foliar o pestalotiopsis, el daño de este insecto adquiere especial importancia dadas las características y la ubicación del daño. En este caso, su efecto como insecto inductor de la enfermedad, es más grave que el de *Leptopharsa gibbicarina* Froeschner. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 22. Larva de *Durrantia pos arcanella*

- **Detección del insecto**

Por sus hábitos, la revisión deberá dirigirse hacia los niveles 9 ó 17 de la palma, por ser los preferidos para la oviposición. Con el fin de reducir el tamaño de la muestra por palma e incrementar la eficiencia en la revisión, se puede utilizar el modelo de distribución larval por hoja, sugerido por Sarria y colaboradores (2001). (1)

1.4.5.3.7 *Automeris Liberia*

Orden: Lepidoptera

Familia: Saturniidae

Especie: *Aumeris liberia cramer*, *A. vividor*, *A. tamphilusschaus*, *A. cinctistrigatafelderr*.

Esta plaga debe ser vigilada, ya que una sola larva destruye alrededor de 1,000 cm² de hoja (cuatro foliolos). Es especialmente peligrosa en los cultivos de uno a tres años. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 23. Larva de *Automeris Liberia* en hojas de palma africana

- **Detección del insecto**

Los ataques son generalmente localizados y se deben buscar las larvas en los foliolos de la punta de la hoja. (1)

1.4.5.3.8 *Opsiphanes cassica*

Orden: Lepidoptera

Familia: Brassolidae

Especie: *Opsiphanes cassina* Felder

Nombre vulgar: Gusano cabrito de las palmas

Las larvas se alimentan de los diferentes niveles del follaje, mostrando preferencia por la parte superior de la palma y consumen follaje de manera voraz. Según Genty et ál., (1978) y Jiménez (1980), una larva alcanza a consumir de 700 a 800 cm² durante su estado larval. Al alimentarse solo dejan la nervadura central de cada foliolo. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 24. Larva de *Opsiphanes cassina*



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 25. Pupa de *opsiphanes cassina*



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 26. *Opsiphanes* en estado adulto

- **Detección del insecto**

Además de utilizar el sistema “detección-censo”, que permite conocer el sitio donde existen larvas de *O. cassina*, es recomendable la utilización de trampas para la captura de adultos, estas deben ser ubicadas en sitios estratégicos y permite calcular el potencial de la próxima generación de la plaga. (1)

1.4.5.3.9 *Dirphiagragatus*

Orden: Lepidoptera

Familia: Saturniidae

Especie: *Dirphiagra gatus* (Bouvier), *D. peruvianus bouvier*

Nombre vulgar: Gusano indio

Rara vez presentan grandes poblaciones, pero la agresividad de este insecto se da por su voracidad y habito gregario; una larva puede consumir 400 a 600 cm² de la lamina foliar en palma joven. (1)



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 27. Larvas de *Dirphiagra gatus*

- **Detección del insecto**

La población es muy localizada, por lo cual es fácil observar palma por palma y así detectar las colonias o las posturas. Para la determinación de las poblaciones se cuenta el número de colonias de huevos o larvas por palma, ya que por su distribución errática la lectura por hoja no es representativa.(1)

1.4.5.3.10 **Sigmodon hispidus**

El desplazamiento de estos mamíferos ocurre principalmente en las primeras horas de la mañana y por la noche, realizando actividades de alimentación, apareamiento y migración. El hábito nocturno ha especializado los sentidos del olfato, oído y tacto, que guían su actividad defensiva y de localización de alimentos. La distribución y el crecimiento de sus poblaciones dependen, en parte, de los recursos del ambiente para proveerse de alimento, agua y refugio.

Es la causante de las pérdidas en fruta así como de las raíces de la palma recién establecida en campo.



Foto: María José Jiménez, 2014.

Figura 28. *Sigmodon hispidus*

1.4.6 **Personal de soporte administrativo**

Personal especializado en la digitación de información (datos de enfermedades y plagas, herbicidas, informes, etc.). Su función es esencial para evitar que los supervisores de campo tengan que estar en la oficina en labores para las cuales no son especializados.

1.4.7 **Reunión de trabajo**

Junto a un seguimiento en el campo de las operaciones, un diálogo para tratar los problemas en el momento, un respeto jerárquico de la solución de conflictos laborales, existe una reunión diaria, donde se revisan avances, solicitudes de trabajos, problemas agronómicos, administrativos, se motiva y capacita, entre otros, la cual tiene una duración máxima de 1 hora. Además todo el personal mantiene una comunicación constante vía radio, telefónica con su centro de trabajo y otros departamentos de apoyo.

1.5 Conclusiones

- La estructura organizacional del departamento agrícola está constituido por lo siguientes departamentos, cuatro encargados de área, un departamento de sanidad vegetal, encargado de herbicidas, maquinaria, cosecha y fertilización.
- Los encargados de área; son responsables de mantener su área en las mejores condiciones, dividiendo sus funciones para un mejor manejo y control a nivel administrativo, en donde cada uno de los encargados tiene diferentes labores dentro de su área asignada, los cuales se resumen a continuación:
- El encargado de cosecha, tiene como responsabilidad llevar los ciclos de acuerdo a la maduración de la fruta, asignar a cuantos días estarán las vueltas para cosechar en cada bloque, esto para que no se pase la fruta de maduración, se encargará de planificar junto con el encargado de transporte los camiones y también coordinará la utilización de los búfalos dentro de los bloques para facilitar la cosecha.
- El encargado de maquinaria, es el encargado de mantener todos los caminos en buen estado para facilitar el transporte de la fruta cosechada de las fincas hacia la fábrica, también se encarga de supervisar los drenajes que se realizan en la finca.
- El encargado de herbicidas, es el encargado de realizar un programa de control de malezas que incluya los herbicidas que estén dentro de los agroquímicos aceptados por la certificadora Rainforestalliance.
- Departamento de Sanidad Vegetal, es el encargado de hacer un manejo integrado de plagas enfocado en un control ecológico debido a que la empresa está en proceso de certificación, por lo que los controles se basan en controles físicos, manuales, etológicos, culturales y biológicos y al menor uso posible el uso de agroquímicos.

- La empresa cuenta con un Gerente Agrícola el cual distribuyo la finca en cuatro encargados con un área de 2,500 Ha cada uno, con un encargado; herbicidas, sanidad vegetal, maquinaria, cosecha.
- En Tikindustrias las plagas que se han detectado son: *Rhynchophoruspalmarum*, *Strategusaloeus*, *leucothyreusfemoratus*, *Euprosterna laeasa*, *Sibine fusca*, *Durrantiasp*, *Automerisliberia*, *Opsiphane scassica*, *Dirphiagragatus*, *rata*.)
- A la plantación de palma africana es necesario realizarle plateos manuales de un radio de 2 metros, esto para que se pueda realizar las labores de cosecha y aplicación de fertilizante de una mejor manera, esto cada 40 a 60 días, chapia entre palmas, esta labor va a depender del desarrollo de malezas y la aplicación de fertilizante de acuerdo a análisis foliares realizados previamente por cada lote.
- Para el establecimiento de una plantación de palma africana se empieza desde el pre-vivero; recolección y distribución de sustrato, desinfección de suelos, llenado de bolsas, siembra de semillas, riego, fertilización, revisión de plagas y enfermedades, erradicación de palmas indeseables, control de malezas, traslado a vivero. En vivero se llevan las plantas de palma africana a bolsas negras, riego, fertilización, revisiones de plagas y enfermedades, preparación de terreno para siembra, establecimiento de balizas en campo, distribución de palma hacia el punto, siembra, mantenimientos que se da a la palma en los primeros cuatro años de estar establecida.

1.6 Bibliografías

1. Aldana, Rosa. Aldana, Jorge. Calvache, Hugo. Franco, Pedro. 2010. Manual de plagas de la palma de aceite en Colombia. Cenipalma. 198 p.
2. Cenipalma (Centro de investigación de Palma de Aceite). Manual de plagas de palma de aceite en Colombia. 198p.
3. Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
4. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.



2.1 INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural producto de la interacción de componentes ambientales como el material original, los organismos, el clima y el relieve que a través del tiempo ha producido su génesis y posteriormente su desarrollo. Cuando se desea realizar un plan de manejo para los cultivos es necesario conocer y detallar las características físicas y químicas de los suelos.

La empresa cuenta con 10,180 ha cultivadas con palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), con diferentes edades y variedades. Para la realización del presente estudio se realizó un lineamiento para la propuesta de dicha clasificación en 73 ha de la finca El Potrero, la cual es un área plana, con una altitud de 100 m s.n.m., en donde la plantación tiene 10 años de haberse establecido, en el año 2013 fue una de las fincas en las que se obtuvo mayor rendimiento (25 T/ha).

La presente investigación es una propuesta de clasificación de la fertilidad y utilizando la clasificación de la Capacidad -Fertilidad propuesta por Boul S.W y de productividad de los suelos de la finca El Potrero de la empresa Tikindustrias, S.A. ubicada a 391km de la ciudad capital en el municipio de Sayaxche, del departamento de Petén.

La clasificación de la capacidad - fertilidad de los suelos dio como resultado la identificación de unidades que agruparon los suelos con limitaciones químicas y físicas relacionadas con la fertilidad que podrían afectar el desarrollo de los cultivos de las cuales se realizaron mapas temáticos y de algunas propiedades físicas y químicas de interés en donde se pudieron identificar once categorías distintas; Lk, Lkh, Lkhh, Lkab, cvb, cvkab, cvkb, cvkhh, cvab, Lkab, Skhe, mostrándonos el comportamiento que tiene cada uno de los bloques donde se obtuvieron las muestras químicas y físicas de los suelos relacionadas con la fertilidad de los mismos.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco Conceptual

2.2.1.1 Suelo

Es un cuerpo natural formado a partir de materiales minerales y orgánicos que cubren parte de la superficie terrestre, contienen materia viva y pueden soportar vegetación natural y en algunos casos han sido transformados por actividad humana (4).

2.2.1.2 Perfil del suelo

Es una parte del pedón, que se encuentra en forma perpendicular a la superficie del terreno y tiene dos dimensiones (ancho y profundidad). El perfil está compuesto por horizontes o capas del suelo, las cuales se han formado como consecuencia de los procesos genéticos que dieron lugar al desarrollo y evolución del suelo (6).

2.2.1.3 Horizonte

Es una capa más o menos paralela a la superficie del suelo, que se ha originado por procesos de formación del mismo. El término “capa” es aplicado al nombrar los componentes relativos al material parental u originario (6).

2.2.1.4 Calicata

Es un agujero que se abre en el suelo, generalmente de superficie rectangular y profundidad variable, en donde se puede observar, describir y muestrear los horizontes que comprenden el perfil de un suelo. Las dimensiones comunes son de 1 x 2 metros de ancho y 1.5 metros de profundidad.

Recibe otros nombres, como: pozo de observación o trinchera (14).

2.2.1.5 Diferentes metodologías de levantamiento de suelos

El levantamiento de suelos es un conjunto de actividades que permiten tener un conocimiento aparentemente real de un área determinada, que presentara diferentes suelos luego de ejecutado, y para ello existen diferentes tipos de estudios, diferenciados básicamente por el nivel de planificación agrícola que se quiera realizar, se cuenta con los siguientes tipos: (12).

- Semidetallado
- Detallado

Semidetallado

Se realiza en áreas específicas, con el fin de obtener información que se utiliza en la planificación general del uso de la tierra, el establecimiento del orden de prioridad entre proyectos y en determinados casos para la elaboración de anteproyectos de desarrollo agropecuario, e inclusive para proyectos de baja a moderada inversión por unidad de superficie (12).

En áreas donde el patrón de distribución de suelos es uniforme y poco constatado, el nivel de estudio semidetallado provee información suficiente para proyectos donde la utilización del recurso suelo está en función de unidades de producción de decenas de hectáreas (12).

Detallado

Usualmente solo se efectúan para la planificación final de proyectos con gran inversión de capital o en áreas de agricultura muy intensa (12).

Este tipo de estudio determina con gran detalle la extensión y las características de los suelos. La obtención de esta información es lenta, exigiendo altas inversiones por unidad de superficie, consecuentemente este nivel de estudios solo se justifica en proyectos de alta inversión (12).

Para realizar estudios detallados es necesario tener facilidad de acceso a cualquier lugar. La selección de áreas susceptibles a estudios detallados requiere la existencia de estudios de suelos a nivel de reconocimiento y semidetallado que permitan justificar el levantamiento de acuerdo al potencial edáfico del área y a su vez permite delimitar con precisión el área a estudiar (12).

La metodología de trabajo consiste en:

- Fase preparatoria.
- Reconocimiento, que incluye la fotointerpretación detallada a nivel de posición geomorfológica, y el reconocimiento de campo.

- Leyenda inicial del levantamiento, que se va ajustando en la fase de campo a medida que aparecen nuevas unidades.
- Levantamiento de campo: Constituye el fundamento del estudio ya que la fotointerpretación solo es un débil auxiliar a estas escalas. El edafólogo debe recorrer todo el terreno trazando las líneas de suelos y verificando las líneas de fotointerpretación.
- Elaboración del informe y planos: la escala de publicación varía entre 1: 10,000 a 1: 20,000 (12).

2.2.1.6 Sistema de clasificación por capacidad-fertilidad

Dentro del campo de la ciencia del suelo, hay una clara diferencia entre las subdisciplinas de mapeo y fertilidad de suelos. Frecuentemente estos grupos compiten entre ellos al tratar de proveer información sobre el potencial agrícola de un país. El grupo encargado del mapeo de suelos anhela producir mapas, en los cuales se cuantificaría las condiciones existentes. Por su parte el grupo de fertilidad evalúa el potencial del suelo para la producción de cultivos, a través del análisis de suelos y experimentos de campo, considerando ambas funciones esenciales para el planeamiento del desarrollo agrícola de un área (8).

Este sistema se diseñó para agrupar los suelos de acuerdo con las características que afecta la dinámica del fertilizante en los mismos así como su manejo (8).

Generalmente hay una tendencia a interpretar clasificaciones técnicas más allá de su propuesto uso. Por esta razón debería ser enfatizado que este sistema no es más que una armazón, dentro de la cual todos los suelos del mundo pueden agruparse de acuerdo con algunas características de manejo de la fertilidad (8).

El sistema técnico aquí propuesto puede ser usado para interpretar mapas de suelos, siempre y cuando existan ciertos datos analíticos. Los parámetros de este sistema han sido definidos en forma adaptable a la nueva taxonomía de suelo, así como a otros sistemas de clasificación (8).

A. Tipo y subtipo de suelo

El sistema está formado por tres niveles. El tipo es la categoría superior y esta determina la textura promedio de la capa arable o de los 0.20 m. superficiales. Ha sido empleado el sistema de clasificación textural propuesto por USDA. Un estimado de la textura en el campo es probablemente suficiente en ausencia de datos de laboratorio (2).

El subtipo es la textura del subsuelo que ocurre dentro de los 0.50 m. de profundidad. Se incluye solo si difiere a la textura de la capa arable (Tipo) dentro de los límites definidos. Por ejemplo, un suelo arenoso en el cual el horizonte arcilloso o argilico empieza a los 0.60 m. de profundidad, sería designado como S, mientras que un suelo similar en el cual el horizonte argilico empieza a 0.40 m. sería designado como SC (arenoso sobre arcilloso). Por otra parte si un suelo con textura de arena fina en la superficie presente una textura franco arenoso en el subsuelo, será designado como SL (arenoso sobre franco), pero si el subsuelo presenta una textura de arena franco se designada como S (arenoso) (2).

Esquema para el sistema de clasificación de suelos de acuerdo con la Capacidad – Fertilidad, de Boul S.W (6).

- TIPO

Textura promedio de la capa arable 0 m a 0.20 m. de profundidad, el que sea menos Profundo:

S = Arenoso: arena y arenas francas

L = Franco: menor 35% arcilla excepto arenas y arenas francas

C = Arcilloso: Mayor 35% arcilla.

D = Limoso

O = Suelo orgánico: Mayor 30% materia orgánica en los primeros 0.50 m.

- SUBTIPO

Usado solo si existe un cambio de textura o una capa dura que impide desarrollo radicular dentro de los primeros 0.50 m.

S = Subsuelo arenoso

L = Subsuelo franco

C = Subsuelo arcilloso

R = Roca u otra capa dura que restringe desarrollo radicular

- Modificadores de los tipos y subtipos del sistema de clasificación de los suelos con base a su Capacidad-Fertilidad por Boul (1975)

En la capa arable 0 m a 0.20 m. excepto cuando sea marcado con un asterisco (*).

*g = (Gley): Moteados con cromas <2 dentro de los primeros 60 cm y debajo de los horizontes A, o suelo saturado con agua por más de 60 días.

*d = (Seco): Suelo seco por más de 60 días consecutivos por año, dentro de 20 cm a 60 cm de profundidad.

e = (Baja CIC): <4 meq/100 g de suelo determinado por suma de bases más aluminio extraído por KCl 1 N o <7 meq/100 g de suelo determinado por suma de cationes a pH 7 <10 meq/100 g de suelo determinado por suma de cationes + Al + H a pH 8.2.

*a = (Toxicidad de Al): $>60\%$ de la CIC saturada con aluminio (por suma de bases + Al) en los primeros 50 cm o $>67\%$ de la CIC saturada con aluminio (por suma de cationes a pH 7) en los primeros 50 cm o $>86\%$ de la CIC saturada con aluminio (por suma de cationes a pH 8.2) en los primeros 50 cm, o pH en agua (1: 1) <5.0 excepto en suelos orgánicos.

*h = (Ácido): 10 % a 60% de la CIC saturada con aluminio (por suma de bases + aluminio en los primeros 50 cm, o pH en agua (1:1) entre 5.0 y 6.0.

x = (minerales amorfos) pH >10 en NaF 1N, o prueba la prueba de NaF en campo es positiva, u otras evidencias indirectas de la presencia de alófono como mineral de arcilla predominante.

v = (Vertisol) >35% de arcilla muy plástica y pegajosa y >50% de la fracción arcillas expandibles (2:1), o COLE >0.09, o severo agrietamiento e hinchamiento del suelo.

*k = (K deficiente). <10% de minerales meteorizables en la fracción limo y arena dentro de los primeros 50 cm, o un contenido de K intercambiable <0.2 meq/100 g, o K <2% de la suma de base si esta es <10 meq/100 g.

*b = (Calcáreo). Carbonato de calcio libre dentro de 50 cm. (efervescencia con HCl) o pH >7.3.

*s = (Salino). >4 mmhos/cm de conductividad eléctrica en pasta saturada a 25 °C dentro de 1 m de profundidad.

*n = (Sodico). >15% de la CIC saturada con Na dentro de los primeros 50 cm.

*c = (Catclay): Reacción en agua (pH, 1:1) <3.5 cuando seco, moteados de jarosita con matices 2.5Y o más amarillas y cromas de 6 o más altas dentro de 60 cm.

2.2.1.7 Propiedades físicas del suelo

En estas propiedades se incluyen la textura del suelo, estructura, color, profundidad, porosidad, consistencia y topografía (1).

2.2.1.8 Textura del suelo

El suelo es un conjunto de texturas que indican el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, de la misma manera se subdividen en fina, media y gruesa. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con la que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (1).

- Grava de 2 mm a 20 mm y piedra mayor de 20 mm. Los valores de los porcentajes de cada fracción se interceptan en un triángulo y se obtiene, el nombre para determinado tipo de suelo (1).
- Como criterio para estimar el potencial productivo de un suelo se toma en cuenta el porcentaje de partículas menores de 10 Mm (limo fino + arcilla) y se considera optimo 40%, en reducido porcentaje se disminuye la capacidad de campo, mientras que en alto se deteriora la capacidad de aireación del suelo (1).

Clasificación textural del suelo

Arcilloso	>40% arcilla	Poros pequeños
Limo	>40% limo	Porosidad equilibrada
Arenoso	>40% arenal	Poros grandes

2.2.1.9 Profundidad efectiva

Profundidad hasta donde sea posible observar suelo formado, es una de las propiedades importantes a considerar al sembrar cultivos. El volumen de suelo contenido en esa profundidad será el ambiente de exploración disponible para las plantas, no más. No existe una profundidad ideal, lo importante es conocerla y por lo menos tener certeza que supera las exigencias de desarrollo radical del cultivo a sembrar. Los suelos problemáticos son los delgados o superficiales. Los límites de profundidad de un perfil pueden ser identificados por la presencia de un material rocoso solido o semitriturado, que corresponde al horizonte C (1).

2.2.1.10 Porosidad

El volumen del suelo está constituido en general por 50% materiales sólidos (45% mineral y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso, el cual en condiciones de capacidad de campo se compone de 25% aire y 25% agua (1).

2.2.1.11 Consistencia

Esta característica es la que se refiere principalmente a la pegajosidad (capacidad de adherirse a los objetos externos) y a la plasticidad (capacidad de moldearse) de los suelos. Tiene mucho que ver con la facilidad que se presentará ese suelo para el uso

de maquinaria y se asocia principalmente al tipo de arcilla presente y al contenido de humedad. Las arcillas 2:1 (montmorillonita y vermiculita) son las que tienen la propiedad de expandirse e incorporar agua entre sus laminas y, por lo tanto, expresar características pegajosas y plásticas con gran facilidad. En presencia de estas la movilidad vertical del agua es difícil y la utilización de maquinaria se complica siendo necesario no solo mayor potencia en el equipo sino una elección más precisa del momento de labranza. Las caolinitas (1:1) y los sesquióxidos, dominantes en suelos rojos, aunque pueden llegar a ser moldeables e incluso pegajosos, requieren de mucho más agua y laboreo para expresar estas propiedades. En condiciones naturales estos coloides tienen una consistencia más fácilmente manejable (1).

2.2.1.12 Aspectos edafo-climáticos de la palma africana

La palma africana prospera bien en las tierras bajas de la región tropical húmeda, donde se la cultiva con éxito entre los 18 grados de latitud norte y los 15 grados de latitud sur. No obstante el clima ejerce un efecto muy importante sobre el crecimiento y producción de la palma aceitera. Las principales variables climáticas que afectan el desempeño de este cultivo son la precipitación pluvial, la temperatura y la luz solar (9).

2.2.1.13 Precipitación pluvial

Para producir adecuadamente, la palma aceitera requiere de una buena humedad en el suelo y en la atmosfera que rodea el follaje. Como regla general, esta condición es garantizada por una precipitación pluvial total anual superior a 1,800 mm, distribuida equitativamente durante el año (al menos 150 mm cada mes). En regiones donde hay una estación seca de tres meses o más, la producción de racimos de fruta fresca (RFF) se reduce significativamente, y la mayor parte de esta puede concentrarse en pocos meses. Un déficit hídrico anual superior a 300 mm puede disminuir el rendimiento en 30% o más (9).

2.2.1.14 Temperatura

La temperatura puede influir de manera importante sobre el desarrollo y la producción del cultivo. La palma africana se desempeña mejor en regiones con un ámbito de temperatura entre los 21°C y 32°C y una variación pequeña de la temperatura media anual a lo largo del año, así como dentro de un mismo día.

Periodos frescos prolongados con temperaturas por debajo de 19°C, reducen considerablemente el crecimiento, la tasa de emisión de hojas y afectan negativamente la polinización. Asimismo, una fluctuación grande de la temperatura causa el aborto de inflorescencias, lo cual provoca una reducción en la producción de racimos (9).

2.2.1.15 Suelos y relieve

La palma africana puede ser sembrada en una amplia gama de suelos en las regiones tropicales. No obstante, las características edáficas adquieren mucha importancia en áreas con una estación seca bien definida (>2 meses). Los mejores suelos son profundos (>1 m), bien drenados, de textura media a fina y de alta fertilidad natural (9).

Las características físicas de los suelos son más importantes que las químicas, característica como la profundidad y la textura son muy importantes, ya que afectan la capacidad de retención de humedad del suelo. Así como una alta porosidad, que a su vez depende de la textura y la estructura del suelo, permite una buena aireación, la cual es esencial para el crecimiento radical normal y una buena absorción de nutrientes (9).

El drenaje excesivo de los suelos inundados ácidos sulfatados pueden inducir condiciones acidas toxicas. En este caso el énfasis debe ser puesto en el manejo del agua del suelo y no en el drenaje por sí mismo.

La palma de aceite posee un sistema radical relativamente superficial ya que la mayoría de sus raíces activas se encuentran distribuidas dentro de los primeros 30 cm de profundidad Gray (1969). En algunos suelos bien drenados de textura gruesa la pobre capacidad de retención de agua y el pobre estado nutritivo pueden ser parcialmente por un mejor enraizamiento.

Tinker (1979) calculo que en un suelo de textura franca arenosa y humedad la concentración mínima de potasio, fosforo y magnesio, en la solución del suelo es 0.7×10^{-6} m para potasio, 3×10^{-6} m para fosforo y 1.5×10^{-6} m respectivamente. Una concentración mucho mayor es necesaria para mantener una concentración adecuada de nutrientes a nivel de la superficie radical. Muy pocos suelos pueden por lo tanto

suplir las necesidades nutritivas de palmas de aceite altamente productoras por eso es que la palma de aceite tiende a responder a la aplicación de fertilizantes aun en suelos tropicales que son considerados comparativamente fértiles.

Sin embargo, el beneficio potencial completo del fertilizante aplicado pueden ser alcanzado donde las técnicas de manejo del suelo son desplegadas para asegurar la máxima retención de los nutrientes aplicados en una forma disponible.

2.2.1.16 Principios generales de la nutrición vegetal

A. Nutrición de la palma africana

En el cuadro 12, se muestran las propiedades químicas que necesita el suelo para el cultivo de palma africana. Se estima que para producir 1 T de racimos, una palma debe obtener 4.6 kg de nitrógeno (3 kg salen en la fruta y 1.6 kg se usan para crecimiento vegetativo), 0.6 kg de fósforo (0.5 kg salen en la cosecha y 0.1 kg para un crecimiento vegetativo), 6 kg de potasio y 1.3 kg de magnesio. Entonces para producir 25 T de fruta fresca, se requieren 115 kg de nitrógeno, 15 kg de fósforo, 150 kg de potasio, y 32 kg de magnesio. Todo esto para satisfacer el crecimiento vegetativo y lo que es removido en la cosecha de 25 T de fruta (2).

Propiedades de los suelos, favorables, marginales, desfavorables para el Cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq).

Cuadro 12. Propiedades de los suelos para el cultivo de palma africana

PROPIEDAD	FAVORABLE	MARGINAL	DESFAVORABLE
Pendiente	0 – 12%	12% a 20%	mayor 20%
Profundidad efectiva	0.75m ó mas	0.40 m a 0.75m	menor 0.40 m
Textura	Franca ó más	Franco arenoso	Arena franca o arena
Consistencia	Muy friable	Moderadamente friable	extremadamente firme
pH	4.0 a 6.0	3.2 a 4.0	menor 3.2
Permeabilidad	Moderada	Rápida o lenta	muy rápida o muy lenta

Fuente: ASD de Costa Rica, 2004

En el cuadro 13, se presentan rangos de propiedades químicas del suelo para el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq).

Cuadro 13. Rangos de propiedades químicas e índices nutrimentales para palma africana

Propiedad		Bajo	Medio	Alto
pH	Cmol (+)/L	<5.5	5.6 - 6.5	>6.5
Ca		<4	4 – 20	>20
Mg		<1	1 – 5	>5
K		<0.2	0.2 - 0.6	>0.6
CICe		<5	5 – 25	>25
P		mg/L	<10	10 – 20
Fe	<10		10 – 100	>100
Cu	<2		2 – 20	>20
Zn	<2		2 – 10	>10
Mn	<0.5		0.5 - 3.0	>3.0
B	<20		20 – 50	>50
M.O	%	<5	5 – 10	>10

Fuente: Fedepalma de Colombia, 2009

Referencias:

CICe = Capacidad de intercambio catiónico efectivo

M.O = Materia orgánica

> = Mayor

< = Menor

% = Porcentaje

B. Elementos esenciales

La planta está compuesta principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno. Esto es pertinente para la palma de aceite, porque el aceite de palma utilizado en el comercio también contiene casi por entero carbono, hidrógeno y oxígeno (9).

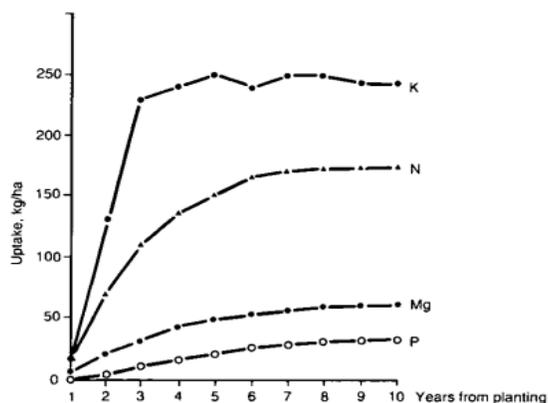
Un elemento esencial se define como aquel sin el cual la planta es incapaz de completar su ciclo de vida (Corley, 1976 e; Marschner, 1995) (9).

Absorción de nutrientes, inmovilización y remoción

Dependiendo del tipo de material de siembra, clima, espaciamiento, suelo, cobertura del terreno y otros factores ambientales, la demanda de nutrimentos de la palma de aceite puede variar sobre un amplio rango. La demanda de nutrimentos de la palma de aceite consiste en 3 componentes:

- Remoción de nutrimentos en la cosecha (racimos de fruta fresca).
- Nutrimentos inmovilizados en el tejido de la planta.
- Nutrimentos reciclados con la poda de hojas y las inflorescencias masculinas y el lavado de las hojas.

En la figura 29, se muestra los nutrientes removidos o absorbidos por la palma de aceite a lo largo del tiempo en un ambiente óptimo donde las condiciones de suelo y clima no son relativamente limitantes. Como es esperada la remoción de nutrimentos es baja en el primer año, cuando las palmas están sufriendo el trauma de trasplante y requieren tiempo para el establecimiento de un sistema radicular efectivo. A partir del quinto año en adelante, la absorción anual de nutrimentos tiende a estabilizarse y disminuye conforme la palma alcanza 10 o más años de edad. La producción total de materia seca en el segundo año es estimada ocho veces mayor que la del primero.



Fuente: Fedepalma de Colombia, 2009

Figura 29. Absorción de nutrientes de palmas de aceite hasta 10 años después de la siembra Ng (1977)

En base a estudios extensivos, Tan (1976, 1977) estimó los requerimientos nutritivos de palmas de aceite de diferentes edades según se muestra en los cuadros 14 y 15.

Cuadro 14. Nutrimientos requeridos por la palma hasta los 9 años de edad expresados en kg/ha.

Periodo de edad (total/año)	N	P	K	Mg	Ca
0 – 3	39.8	6.1	55.4	7.4	12.9
3 – 9	191 – 276	32 – 42	287 – 387	48 - 67	85 – 114
0–9 (acumulativo)	1231 – 1720	204 – 272	1850 – 2487	314 - 423	531 - 721

Fuente: **Fedepalma de Colombia, 2009**

Cuadro 15. Contenido nutricional en una tonelada de aceite

Kg					Gramos				
N	P	K	Mg	Ca	Mn	Fe	B	Cu	Zn
2.94	0.44	3.71	0.77	0.81	1.51	2.47	2.15	4.76	4.93

Fuente: **Fedepalma de Colombia, 2009**

Estos descubrimientos sobre el incremento temprano y rápido en la demanda nutritiva de palmas de aceite altamente productivas son muy importantes en la política de fertilización especialmente en la fase inmadura.

2.2.1.17 Síntomas de deficiencias, exceso y desbalances de los nutrimentos en palma

A. Nitrógeno (N)

El nitrógeno afecta primariamente el área foliar, color de las hojas. Usualmente existe una buena respuesta del nitrógeno siempre y cuando el índice del área foliar (IAF) sea menor de 5. Por esta razón las plantas jóvenes tienden a responder muy bien a la aplicación de nitrógeno. En palmas viejas la respuesta de nitrógeno podría estar ausente si el índice del área foliar (IAF) está sobre 6, indicando una fuerte competencia entre las palmas por luz. En tales casos el raleo puede ser una precondition para lograr una respuesta al nitrógeno.

a. Exceso de nitrógeno

El exceso de N en relación a otros nutrimentos puede disminuir la producción y someter las palmas o hacer las palmas más susceptibles al ataque de enfermedades y plagas del follaje (gusanos de envolturas y orugas). La aplicación de nitrógeno a las palmas afectadas por el mal de juventud prolonga el periodo de recuperación puede predisponer las palmas afectadas al ataque de pudrición de la flecha o inclusive de la pudrición letal de la flecha. A los arboles infectados no se les debe aplicar nitrógeno hasta que hayan producido por lo menos 25 hojas normales.

b. Deficiencia de nitrógeno

Los síntomas de deficiencia se distribuyen en todo el follaje, pero primero se afectan las hojas más viejas. Esta se observa por el amarillamiento progresivo desde las hojas más viejas a las más jóvenes. Las hojas con deficiencia severa de N tienen el raquis y nervaduras centrales de los foliolos de color amarillo, este tiende a ser angosto y a enrollarse hacia adentro (11).

c. Desbalance nitrógeno – potasio

Este desbalance se caracteriza por la presencia de bandas de color blanco amarillento localizadas a lo largo de la nervadura central. Las hojas afectadas se encuentran de la mitad para arriba de la corona en palmas de 2 a 6 años. También puede afectarse la morfología de la corona, debido a que las hojas jóvenes se mantienen muy erectas comparadas con las hojas viejas que caen hacia los lados forzadas por presencia de racimos en las axilas (corona en forma de x). El rendimiento de palmas severamente

afectadas puede reducir en el 40% de su potencial. Algunos de los síntomas que se asocian a este desbalance pueden ser: deficiencia de B, excesiva aplicación de N, suelos con altos contenidos de N nativo, entre otros (11).

B. Fósforo

Las palmas deficientes de fósforo tienen una baja tasa de crecimiento, hojas cortas, diámetro reducido del tronco y racimos pequeños. Las palmas de aceite son usualmente muy eficientes en la utilización tanto del fósforo de suelo como el fertilizante, probablemente debido a las asociaciones muy efectivas con el tipo de micorriza (11).

a. Excesos

El exceso de fósforo soluble (aplicado como superfosfato triple o como sulfato amónico SFT y como FTA) en suelos muy arenosos pueden inducir deficiencias de cobre y zinc. Esto ha sido observado en una plantación en Sumatra del Norte, Indonesia (11).

b. Deficiencia

En contraste con la mayoría de otros nutrientes, las hojas deficientes en fósforo no muestran síntomas específicos, salvo una reducción en la longitud de la hoja, del diámetro del tronco y el tamaño del racimo. La adquisición en forma de pirámides en palmas puede estar asociada con la disminución progresiva del fósforo del suelo; cuando el fósforo disponible presente en la materia orgánica de la superficie del suelo es perdido a través de la erosión (11).

C. Potasio

El potasio incrementa la resistencia a la sequía y a las enfermedades en las palmas e influye sobre el tamaño del racimo y número de racimos producidos. En muchos suelos, especialmente arenosos y orgánicos la carencia de potasio es usualmente el único y mayor factor nutricional que afecta la producción en mayor medida (11).

a. Deficiencia de potasio

Una considerable variedad de síntomas han sido asociados con la deficiencia de potasio con diferencias en síntomas causadas por factores ambientales o genéticos (11).

Los síntomas comunes son los siguientes:

- Mancha anaranjada confluyente, algunas veces también referida como “mancha bronceada” o “mancha amarillenta”.

La mancha anaranjada es el síntoma más común de deficiencia de potasio. Esta comienza con el desarrollo de manchas de color amarillo pálido forma regular a lo largo de las pinas de las hojas viejas en la corona. Conforme los síntomas se hacen más y más severos con el tiempo las manchas se tornan anaranjadas y en casos severos se funden y forman lesiones compuestas de un color anaranjado brillante (11).

En un estado más avanzado aparecen manchas necróticas de color café y, se desarrolla una necrosis marginal a lo largo de los folíolos comenzando por el extremo distal (11).

- Amarillamiento difuso o amarillamiento de la parte media de la corona

Los síntomas del amarillamiento difuso ocurren típicamente en suelos arenosos con bajos pH, deficientes en potasio y en suelos orgánicos, especialmente durante o después de periodos de severo estrés hídrico. Las pinas o folíolos en el sector bajo a medio de la corona se tornan pálidos y luego se tornan amarillentos o anaranjado amarillento. En casos severos las hojas más viejas se desecan y mueren súbitamente (11).

- Mancha naranja o síntoma Mbawsi

El primer síntoma de mancha naranja es la aparición de manchas alargadas difusas color verde oliva en los folíolos de las hojas más viejas mostrándose en pares más o menos a la mitad a lo largo del folíolo. Conforme incrementa la edad y la severidad las manchas se vuelven de amarillo brillante a anaranjado y eventualmente un parto amarillamiento antes de que el folíolo muera (11).

- Raya blanca

Consiste en franjas blancas parecidas a un lápiz se presentan en ambos lados de la nervadura central de los folíolos, usualmente en el sector medio a superior de las hojas de la corona de palmas de 3 – 6 años de edad. Aunque no es un síntoma directo de la

deficiencia de potasio la raya blanca es más bien causada por un desbalance de nutrimentos que involucran exceso de nitrógeno en relación a potasio y probablemente carencia de boro (11).

2.2.1.18 Nutrimentos secundarios

A. Magnesio

La deficiencia de magnesio se manifiesta como una clorosis de los folíolos más viejos que muestran una coloración amarillo naranja brillante. Por esta razón, la deficiencia de magnesio ha sido llamada “hoja anaranjada” (11).

Los síntomas tempranos de la deficiencia de magnesio son un verde olivo o mancha ocre que se presentan cerca de la punta de los folíolos más viejo, y más expuestos a la luz del sol. Cuando la severidad del síntoma se incrementa la coloración cambia de amarillo brillante a un amarillo profundo y eventualmente los folíolos afectados se secan.

Los síntomas de deficiencia de magnesio son siempre más pronunciados en los folíolos expuestos a la luz del sol, también, la ausencia de clorofila en los mismos o en partes protegidas del folíolo a la exposición directa al sol es una figura clara de diagnóstico.

B. Calcio

Aunque se ha observado una buena respuesta a la aplicación de calcio (con cierta frecuencia) en suelos ácidos y orgánicos, no está claro si la respuesta se debe al efecto directo del calcio o a la mayor disponibilidad del nitrógeno, fósforo y de ciertos elementos menores (11).

C. Azufre

La deficiencia de azufre ha sido identificada en palmas jóvenes en suelos ácidos pobremente drenadas cubiertas por un tipo de vegetación de sabana.

En los estados tempranos, la deficiencia de azufre semeja la de nitrógeno. Los folíolos deficientes en azufre son pálidos y pequeños y en la medida en que la deficiencia se hace más aguda pueden presentarse pequeñas manchas parduscas necróticas.

Cavez *et. al* (1976) sugieren que la deficiencia de azufre puede incrementar la incidencia de la infección por *Cercospora*.

D. Cloruro

Se ha encontrado recientemente que el cloruro es altamente beneficioso para el coco y la palma de aceite en concentraciones que lo colocan dentro del rango de nutrimentos secundario. Sin embargo, hasta el momento no se ha identificado síntomas definidos de su deficiencia.

La deficiencia de cloro afecta severamente la economía del agua de las palmas. El cloruro podría también estar afectando la resistencia al ataque de plagas y enfermedades de la palma.

2.2.1.19 Micronutrientes

A. Boro

Entre los elementos “trasa” el boro es el único de significancia real. Los principales síntomas morfológicos de la deficiencia involucran anormalidades en el desarrollo de la hoja tales como “hoja de gancho”, “hoja pequeña”, “hoja tipo esqueleto de pescado” y hoja ciega. Las hojas deficientes en boro no son solamente deformadas y arrugadas sino también muy quebradizas y de color verde oscuro. El síntoma más temprano de la deficiencia de boro es el acortamiento de las hojas jóvenes lo que le da a la palma una apariencia plana en la parte superior.

El boro es indispensable para el alargamiento de la raíz, germinación del polen, diferenciación de tejidos, entre otras funciones (11).

La deficiencia de boro es especialmente común en condiciones de exceso de lluvia y en suelos arenosos y de turba (11).

La reducción en el rendimiento de la palma deficiente en boro puede ser causada por el aborto de las flores porque la germinación del polen y el crecimiento del tubo de polen son impedidos en las palmas deficientes en boro (11).

B. Cobre

Hasta hace poco la deficiencia de cobre se pensó que estaba restringida solamente a los suelos orgánicos donde se le llamo “clorosis de la parte media de la corona” dado que fue descrita por Ng y Tan (1974) y Ng *et al* (1974).

La deficiencia de cobre se observa en la hoja a través de fajas cloróticas rectangulares que se tornan amarillas o anaranjadas y que luego se marchitan y mueren. Las bandas se extienden desde la punta hasta 5 cm – 8 cm de la base de los folíolos (11).

Las palmas afectadas por la deficiencia de cobre son raquíticas, y durante las primeras etapas de la deficiencia aparecen las manchas ya mencionadas (11).

La viabilidad del polen disminuye con la deficiencia de cobre (11).

La deficiencia de cobre se ha identificado en suelos de textura gruesa ferralíticos y ferruginosos, pobres en cobre y suelos calcareos desarrollados a partir de caliza (11).

C. Zinc

Aunque la deficiencia de zinc se pensó que estaba marginalmente involucrada en lo que se llama “amarillamiento de suelos orgánicos” (turba) Turner (1981) en un trabajo más reciente de Sing (1988) se demostró que este elemento es el principal factor causante del desorden del “amarillamiento de los suelos orgánicos y que puede ser corregidos por dos aplicaciones anuales foliares (11).

D. Hierro

La deficiencia de hierro en la palma de aceite se ha registrado en raras ocasiones porque los suelos tropicales generalmente están bien provistos de hierro. Sin embargo, esta ocurre en: suelos calcareos, en montículos de termitas o cerca de ellos, en suelos que están sobre corales, en suelos mal drenados en presencia de Cu, Zn y Mn o en donde se han aplicado grandes cantidades de fertilizante de P.

Los síntomas que presenta la palma son clorosis entre nervaduras aparecen en las hojas más jóvenes, pero las nervaduras de las hojas permanecen verdes (11).

2.2.2 Marco Referencial

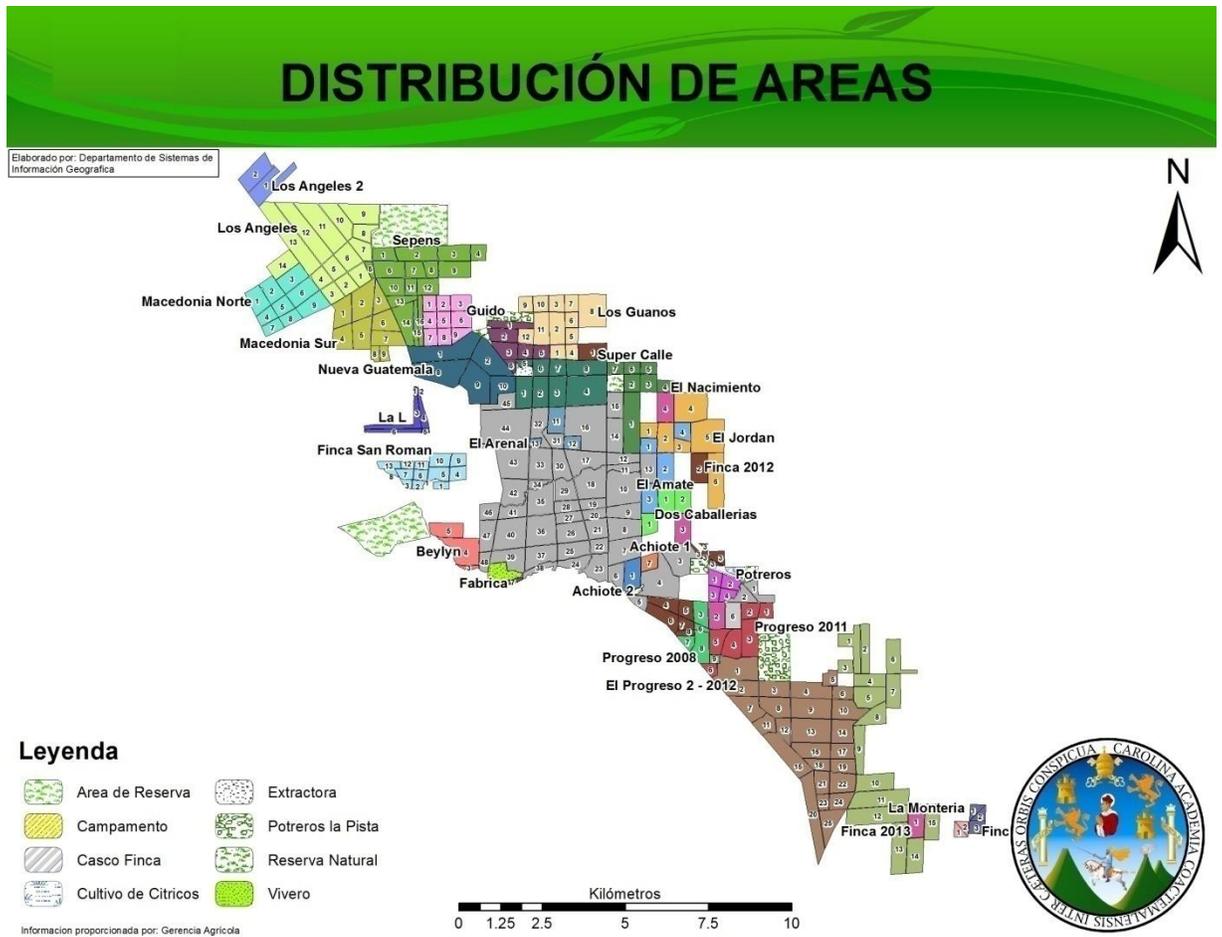
2.2.2.1 Ubicación geográfica

La ejecución del estudio, se llevó a cabo en la empresa TIKINDUSTRIAS, S.A, se localiza en el municipio de Sayaxché en el departamento de Petén, en la aldea Las Arenas la cual queda localizada a 391 km de la ciudad capital, vía hacia Cobán A.V, pasando por la aldea Las Pozas, la cual está en el kilómetro 376, donde se toma una carretera de terracería en donde se pasa por tres aldeas: Chicozapote, La Montería y Las Pacayas, a una altitud de 100 m s.n.m. (figuras 30 y 31).



Fuente: Tikindustrias, S.A., 2014.

Figura 30. Ubicación de la empresa Tikindustrias, S.A.



Fuente: Tikindustrias, S.A., 2016.

Figura 31. Mapa de las fincas de la empresa Tikindustrias, S.A.

2.2.2.2 Zona de vida y/o clima

Según el sistema de clasificación de Zonas de Vida de Guatemala de Holdridge la finca Tikindustrias se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical cálido (bmh-S (c)), la cual se caracteriza por mantener una precipitación que varía entre 2,000 mm y 2,500 mm, con una temperatura que varía de 14°C a 47°C siendo los meses más cálidos marzo y abril.

2.2.2.3 Suelos

De acuerdo a la clasificación de los suelos de la FAO, los suelos pertenecen al orden de los Vertisoles, los cuales se caracterizan por ser arcillosos, con alto contenido de minerales arcillosos expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas

desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. (FAO, 2006).

2.2.2.4 Área cultivada

La finca El Potrero cuenta con 73 ha cultivadas con palma africana variedad Dami. La finca está dividida en cuatro bloques con áreas similares (cuadro 16).

Cuadro 16. Número de bloques de la finca el potrero, variedad cultivada, número de plantas por área, años de siembra y época de cosecha.

Bloque	Variedad	Extensión (ha)	Cantidad de Plantas	Año de Siembra	Época de Cosecha
1	Dami	18.30	2,617.0	2008	Invierno
2	Dami	19.50	2,789.0	2008	Invierno
3	Dami	16.20	2,317.0	2008	Invierno
4	Dami	19.00	2,717.0	2008	Invierno

Fuente: Tikindustrias, S. A. 2014.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de clasificación de la fertilidad y productividad de los suelos de la finca El Potrero, de la empresa TIKINDUSTRIAS, S.A, en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq)

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Clasificar el suelo en categorías de capacidad – fertilidad, mediante el estudio de las características físicas y químicas, por la metodología sugerida por Boul, S.W. (1990).
2. Determinar los factores edáficos, limitantes de la fertilidad del suelo de acuerdo a la clasificación por capacidad – fertilidad.
3. Crear mapas de unidades fisiográficas, pendientes, clases texturales, reacción del suelo, CICE y del comportamiento de potasio.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Fase inicial de gabinete

2.4.1.1 Recopilación de información sobre el área de estudio

Esta etapa se realizó con el fin de tener un conocimiento general de la finca llevando a cabo una revisión documental con información acerca del área de estudio como: mapas temáticos, fotografías aéreas, diagnósticos y mapas de la base de datos de la finca.

2.4.1.2 Elaboración del mapa de unidades fisiográficas

Por medio de técnicas de interpretación cartográfica y aerofotografía se definieron y delimitaron unidades de mapeo, las cuales constituyeron la base del muestreo en la fase de campo. La definición de estas unidades estuvo basada en la interpretación fisiográfica en donde se definió y se delimitó, tomando en cuenta que la finca está dividida en cuatro bloques con diferente área, esto con el fin de conocer los componentes fisiográficos, suelo, relieve e hidrografía.

2.4.1.3 Elaboración del mapa base y pendientes

Después de haber distribuido las diferentes unidades fisiográficas se digitalizaron y se colocaron en el programa SIG, para poder realizar los mapas por medio de este programa.

2.4.1.4 Selección de los puntos de muestreo

Preliminarmente se procedió a seleccionar los puntos de muestreo tratando de tener una representatividad de las 73 ha con las que cuenta el área de estudio, la finca está dividida en cuatro bloques, cada bloque cuenta con áreas específicas definidas de acuerdo a las conveniencias según el manejo de las prácticas agrícolas y de cosecha.

No.	Bloque	Área (ha)
1	Bloque I	18.30
2	Bloque II	19.50
3	Bloque III	16.20
4	Bloque IV	19
	Total	73

Se ubicaron puntos de manera que cada uno de ellos representara un área de 4 ha y 5 ha. Los puntos fueron georeferenciados con la ayuda de un GPS, para luego poder realizar un mapa de puntos de muestreo.

2.4.1.5 Fase de campo

A. Verificación de los límites de las unidades fisiográficas

- Por medio de caminamientos se hicieron observaciones de drenaje y pedregosidad.
- De la misma manera se seleccionó de forma definitiva los puntos de muestreo dentro de cada unidad de mapeo, tomando como base la selección realizada en la fase anterior.
- Se midieron pendientes máximas de 0 % a 3%.

B. Determinación de la profundidad del suelo y factores modificadores

La profundidad efectiva del suelo se midió mediante el análisis de perfiles representativos realizando la apertura de calicatas, cada una de las calicatas se definió sistemáticamente, en el centro de cada bloque.

C. Preparación de la calicata

Las calicatas o puntos de observación deben tener dimensiones que permitan operar los instrumentos de labranza más comunes, por ello se pueden hacer con dimensiones mínimas de 0.75 m de ancho (un metro es lo mejor), 1.5 m de longitud; la profundidad mínima debe ser 1.5 m, salvo que antes de esta se encuentre la roca (14).

La orientación de la calicata debe ser con la dimensión de 1.5 metros en dirección Norte- Sur, de tal forma que permita que los rayos solares penetren en las secciones largas de las calicatas, tanto en horas de la mañana o bien por la tarde. También se recomienda que el suelo a retirar de la calicata, sea depositado ordenadamente en los extremos norte y sur de la calicata, para que no interfiera en la determinación del límite superior del primer horizonte y facilitar el reingreso del material en un orden similar al que tenía antes de abrir la calicata; con esto último se trata de no disturbar mucho las condiciones normales de un suelo (14).

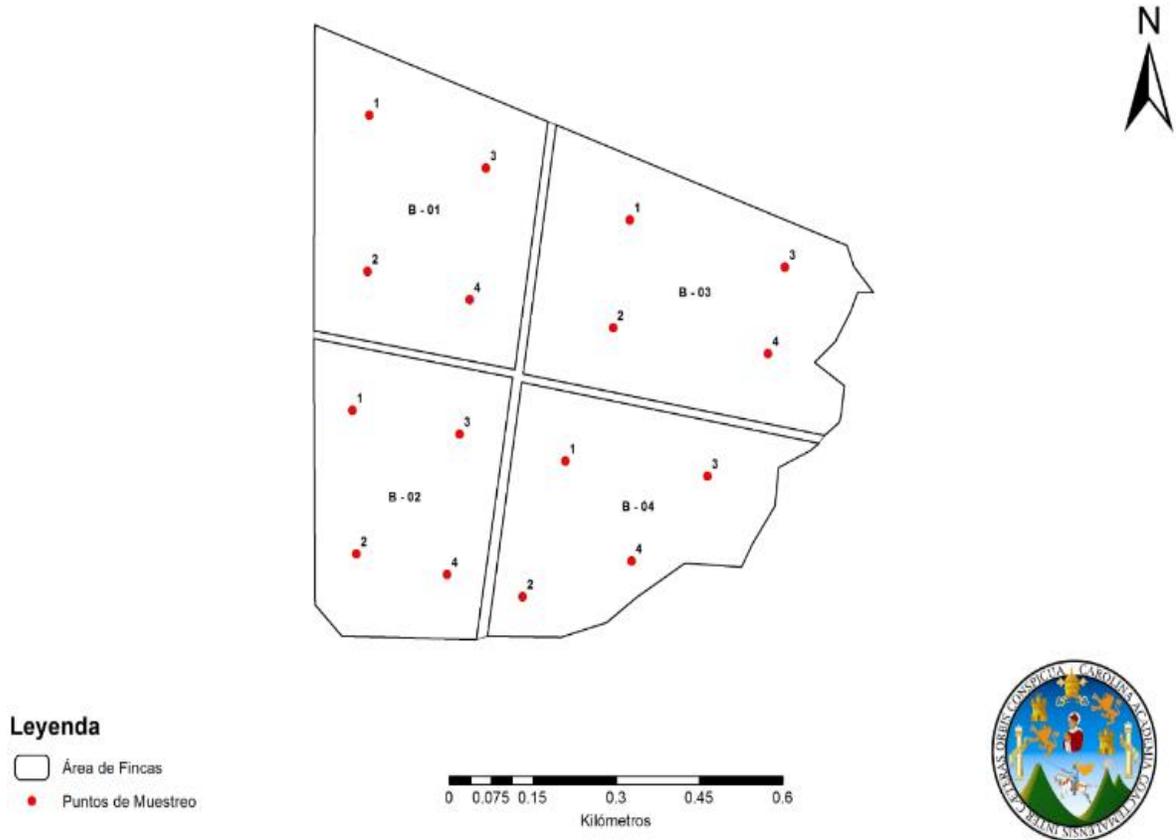
2.4.1.6 Toma y preparación de muestras de suelo

Para la toma de muestras de suelo, se realizó una cuadrícula de cada uno de los bloques, ubicando cada punto de muestreo en el centro de cada uno de los cuadros, ya teniendo cada punto seleccionado se tomaron muestreos a dos profundidades (0 cm– 30 cm y 30 cm – 60cm) considerando los objetivos del estudio y la representatividad y fidelidad de los resultados.

Los puntos de muestreo se georeferenciaron a través de un sistema de posicionamiento global (GPS), para obtener las coordenadas, datos que sirvieron para alimentar la base de datos geográficos y alfanuméricos de los sistemas de información geográfica, lo cual facilitó el análisis, almacenamiento y edición de la información resultado del presente estudio (figura 32).

Luego de realizar el muestreo con las medidas técnicas para asegurar la confiabilidad de los resultados, en donde se tomó un peso aproximado de 600 g. Dentro de este mismo procedimiento se procedió al etiquetado, colocando a cada muestra el número de registro y área de extracción. Seguidamente, las muestras de suelo fueron enviadas a un laboratorio de análisis de suelo donde se realizaron los análisis físicos y químicos requeridos por la clasificación de capacidad – fertilidad.

FINCA EL POTRERO



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 32. Puntos de toma de muestras de suelo y calicatas de cada uno de los bloques de la finca El Potrero

2.4.1.7 Fase de laboratorio

Las muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio de Soluciones Analíticas en la ciudad capital, para obtener los parámetros que se necesitaron para realizar cada uno de los mapas y datos que serían necesarios para la investigación. Las propiedades que se determinaron en las muestras de suelo se presentan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Parámetros químicos y físicos determinados en las muestras de suelo y metodologías empleadas en los análisis.

Parámetro	Metodología
pH	Extracción con agua, relación 1:2, determinación potenciométrica
Materia Orgánica	Oxidación con dicromato de potasio y determinación por volumetría redox Walkley-Black.
K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn	Extracción con solución de Mehlich III, relación 1 : 10 determinación por espectrometría de emisión atómica (ICP)
P	Extracción con solución de Mehlich III, relación 1 : 10 determinación por espectrofotometría visible.
Na	Extracción con solución de Mehlich III, relación 1 : 10 determinación por espectrofotometría de emisión atómica. (ICP)
Al	Extracción con cloruro de potasio 1M., relación 1: 10 Determinación por volumetría de neutralización.
S	Extracción con Mehlich III, relación 1:5. Determinación turbidimétrica (por espectrofotometría visible).
CICE	suma de bases más aluminio extraído KCL 1N
Textura	Hidrómetro de Bouyucos

Fuente: Laboratorio de Soluciones analíticas, 2015

2.4.1.8 Fase final de gabinete

A. Elaboración de mapas temáticos

Luego de realizar el análisis y clasificación de la fertilidad del suelo; comparando los indicadores obtenidos a nivel de campo y laboratorio con las tablas presentadas para la metodología de capacidad - fertilidad sugerida por S. W. Boul. Además, se elaboraron los siguientes mapas temáticos.

- Mapa base del área de estudio
- Mapa de pendientes
- Mapa de profundidad efectiva del suelo
- Mapa de pedregosidad
- Mapa de capacidad – fertilidad
- Mapa de clases texturales
- Mapa de nivel de potasio intercambiable
- Mapa de capacidad de intercambio cationico efectivo (CICe)

2.4.1.9 Procesado de la información

Al haber concluido con la edición de mapas temáticos por medio de los parámetros considerados en el estudio, se procedió a procesar la información del comportamiento del suelo de acuerdo a ubicación y áreas de influencia, realizando una discusión e integración de los productos finales de la investigación. Luego se procedió a formular recomendaciones de uso, de acuerdo a los análisis específicos realizados a nivel de laboratorio, basados en las condiciones potenciales del área, con el objetivo de mejorar los rendimientos productivos del área de estudio.

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1 Unidades fisiográficas

De acuerdo con la metodología planteada se obtuvo inicialmente el análisis fisiográfico y paisajístico, el cual se muestra en el cuadro 18.

Cuadro 18. Leyenda fisiográfica de la finca El Potrero

Región fisiográfica	Región bioclimática	Gran paisaje	Paisajes	Área (ha)
Tierras bajas inferiores de Petén	Bosque muy húmedo subtropical cálido bmh- S (c)	Planicie Aluvial de los Ríos, La Pasión, Salinas	planicie ligeramente ondulada	73

La roca de formación de estos suelos está formada por rellenos de material sedimentario de origen marino de textura fina, compuesto de clastos de dolomita caliza y margas de la formación Santa Amelia del grupo Petén. La morfología de los suelos es de origen aluvial, relacionada con terrenos de mal drenaje que han estado cerca del mar, cuya edad de geoformación es del Terciario inferior (Paleoceno Eoceno) al Cuaternario.

2.5.2 Factores modificadores

2.5.2.1 Distribución de los rangos de pendientes en el área

De acuerdo a la tabla se puede indicar que el 100 % del área presenta una pendiente casi plana, con pendientes suaves (cuadro 19, figuras 33 y 34).

Cuadro 19. Distribución del rango de la pendiente y sus respectivas áreas en ha.

Rango de pendientes (%)	Área (ha)
0 - 2	60.58
2 - 6	8.17
6 -12	2.27
12 – 20	1.31
20 – 32	0.47
32 – 61	0.17
Total	73

UNIDADES FISIOGRAFICAS FINCA EL POTRERO

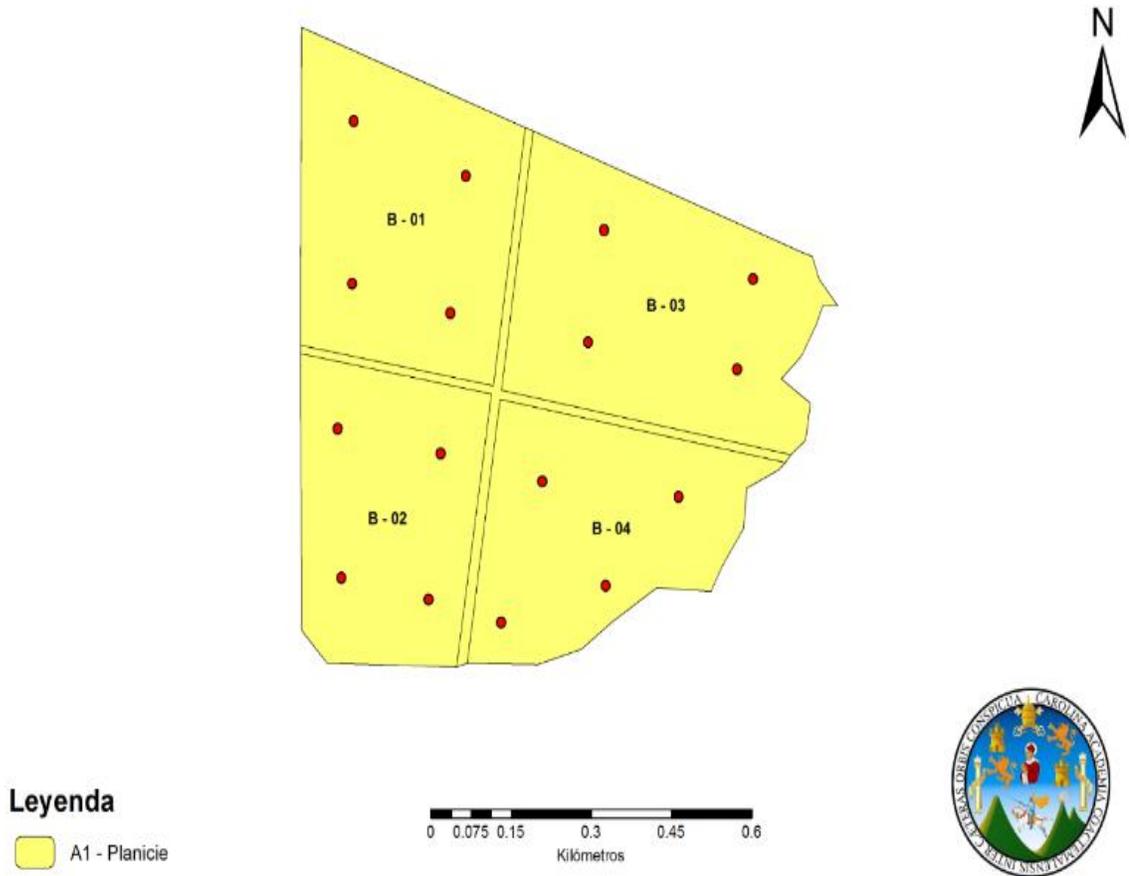


Figura 33. Mapa de unidades fisiográficas

FINCA EL POTRERO % DE PENDIENTES

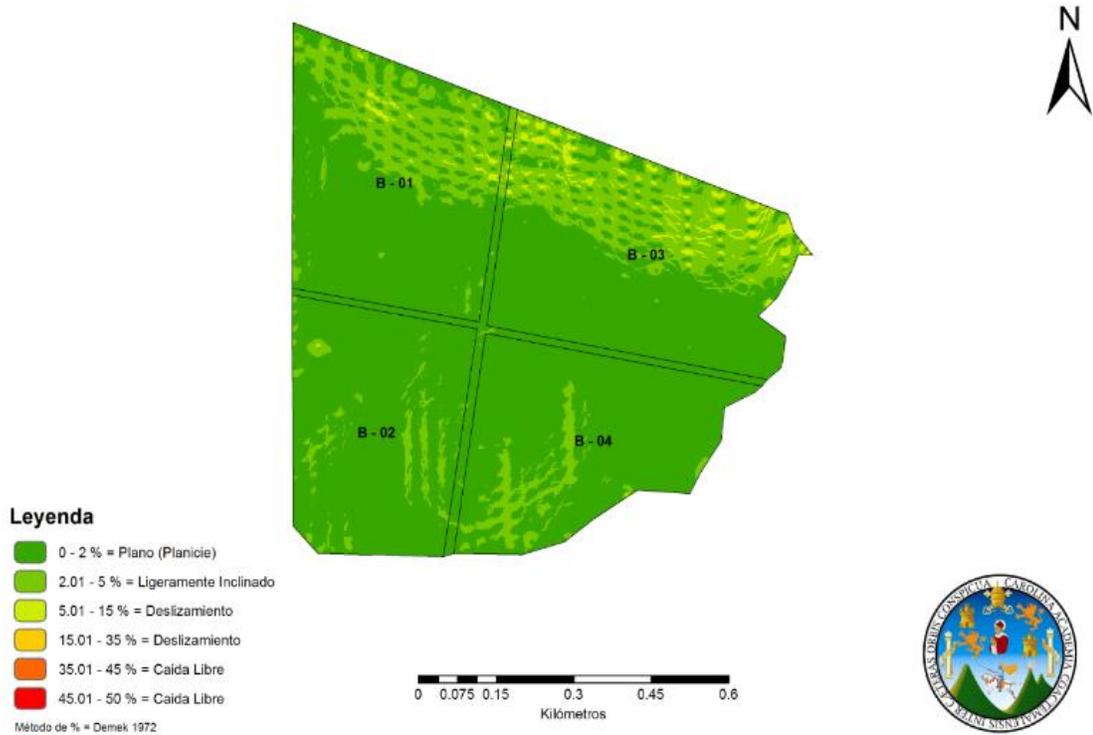


Figura 34. Mapa de rangos de pendiente

2.5.2.2 Profundidad efectiva del suelo

En el cuadro 20, se indica la profundidad efectiva del suelo, los valores más bajos se observan donde se presentan los rangos altos de pendiente, propiciando el lavado y deposición de la capa superficial hacia las áreas más bajas del terreno, en este caso existe ligeramente pendiente en los bloques 1 y 2 (figura 35) . Además, se observó que donde se cuenta con la presencia de pedregosidad interna, la profundidad efectiva es baja. La mayor parte del área de estudio cuenta con un 80 % de suelos profundos. Los rangos que se utilizaron para las profundidades fueron basados en las observaciones realizadas en las calicatas.

Cuadro 20. Comportamiento de la profundidad efectiva

Profundidad efectiva del suelo (cm)	Área (ha)
0 – 30	14.32
>30	58.68
Total	73.00

2.5.2.3 Pedregosidad

En el factor de pedregosidad existe una presencia superficial e interna de materiales pedregosos en donde es limitante la operación del suelo y el desarrollo del sistema radicular de la palma africana, esta área está constituida por un 19.73 % del área total, un 80% del área total no presenta limitaciones por este factor. En el cuadro 21, se presentan los niveles de pedregosidad así como las áreas de cada nivel (figura 36).

Cuadro 21. Niveles de pedregosidad determinados en el área de estudio y sus respectivas áreas en ha de cada nivel

Nivel de Pedregosidad	Área (ha)
Limitante	19.73
No limitante	53.27
Total	73.00

PROFUNDIDAD EFECTIVA DE SUELO FINCA EL POTRERO

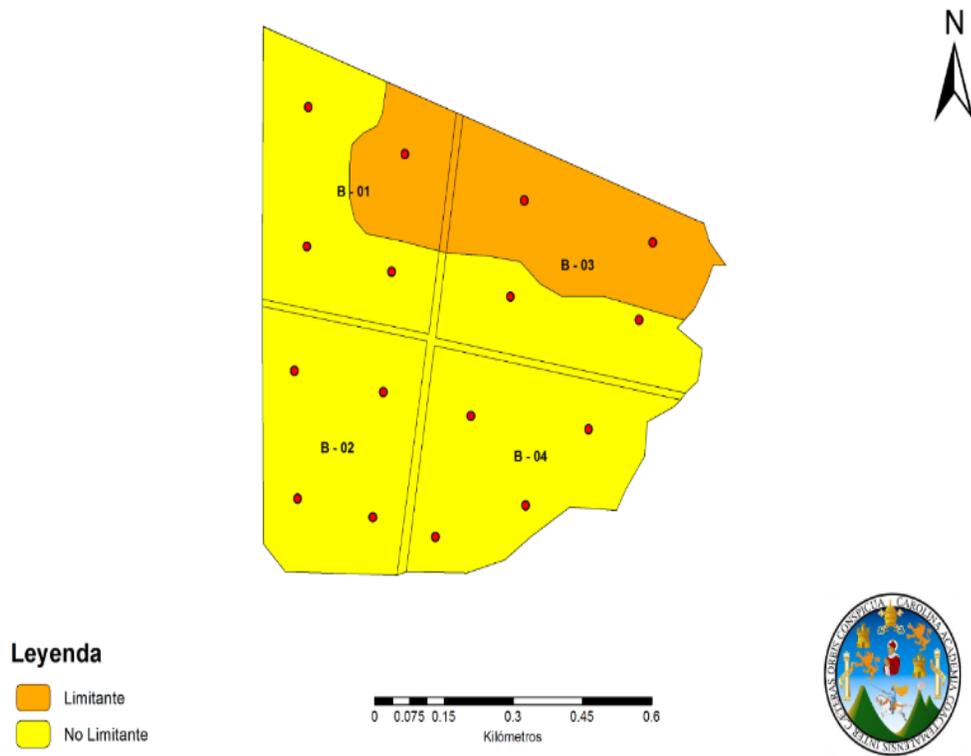


Figura 35. Mapa de profundidad efectiva del suelo

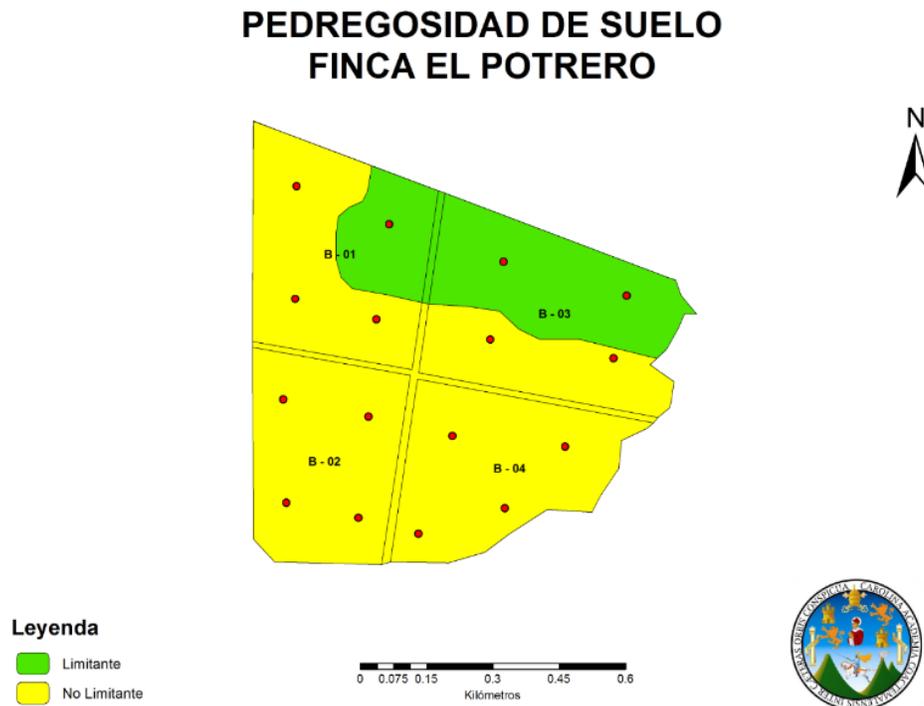


Figura 36. Mapa de pedregosidad

2.5.3 Determinación de la capacidad – fertilidad

Se analizaron los resultados del laboratorio y los obtenidos por inspección visual a nivel de campo y se compararon con los indicadores citados por S. W. Boul en la metodología para la determinación de la capacidad – fertilidad del área. Luego de haber realizado el análisis fisiográfico del área y los resultados obtenidos de laboratorio, se procedió a visualizar el comportamiento textural a nivel de suelo y subsuelo, esto para asignar las categorías de tipo y subtipo del área de estudio.

2.5.3.1 Distribución de las clases texturales

En el cuadro 22, se muestra la distribución de la clase textural a nivel de suelo y subsuelo, para asignar las categorías de tipo y subtipo del área de estudio. Se encontraron tres categorías de distribución textural y se determinó el área que corresponde a cada categoría (figura 37).

Cuadro 22. Categorías de la distribución Textural del suelo

Clase textural	Código	Área (ha)
Arenoso: arena y arenas francas	S	2.76
Arcilloso mayor a 35% arcilla	C	34.32
Franco: menor 35% arcilla	L	33.79
Total		73

Se puede observar en el cuadro anterior, la textura superficial del área de estudio tiene una tendencia Arcillosa con arcilla mayor a 35 %. El área que poseen niveles altos de arcilla en el suelo ha sido producidas a causa de deposiciones de materiales provenientes de las partes ligeramente altas del terreno. A nivel del área de estudio no se observa limitante en materia de textura que sea radical en impedir el desarrollo de sistemas de producción.

En cuanto a los modificadores se hizo una comparación de los resultados obtenidos con los indicadores de la metodología para conocer la presencia o ausencia de limitantes en materia de fertilidad según lo expuesto por S. W. Boul. En donde se determinaron los siguientes modificadores de pH (cuadro 23 y figura 38).

Cuadro 23. Indicadores de la reacción del suelo

Modificador de acidez	Área (ha)
pH <5	3.82
pH 5 – 6	61.97
pH >6	7.17
Total	73

Luego de visualizar el comportamiento de cada uno de los modificadores, se puede indicar que los rangos de acidez que se tienen en los bloques de estudio demuestran que se presentan problemas de reacción ácida en un 61.97 ha del área total de la finca, lo cual puede influir en la disponibilidad de los nutrientes lo que podría ocasionar deficiencias de bases (Ca, Mg y K) y toxicidades de Al, Fe y Mn.

TEXTURA DE SUELO FINCA EL POTRERO

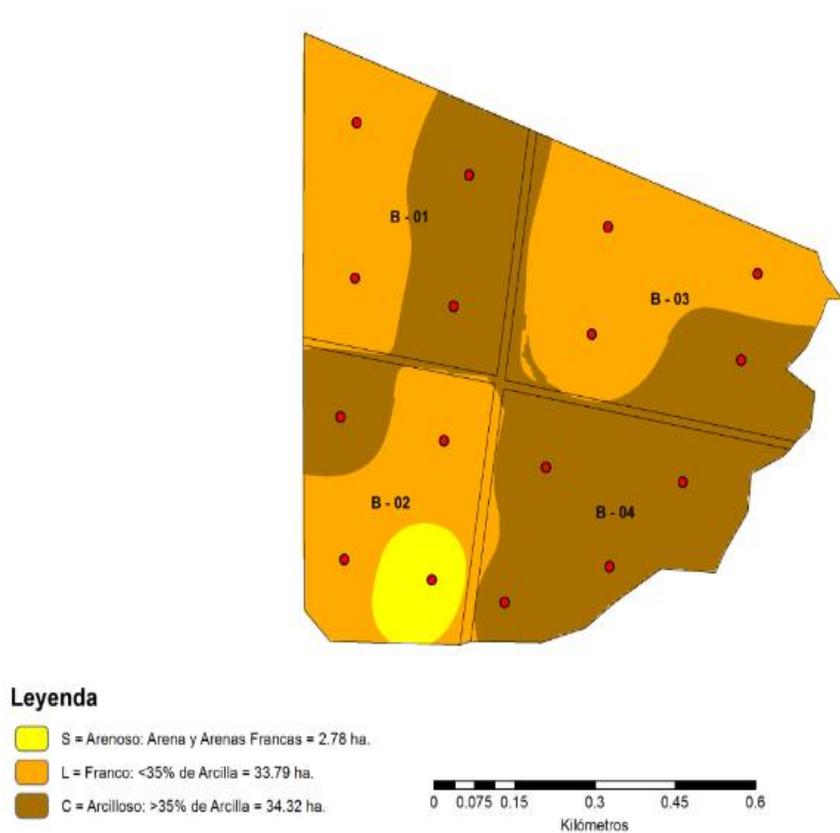


Figura 37. Mapa de clases texturales

FINCA EL POTRERO MODIFICADOR DE ACIDEZ pH

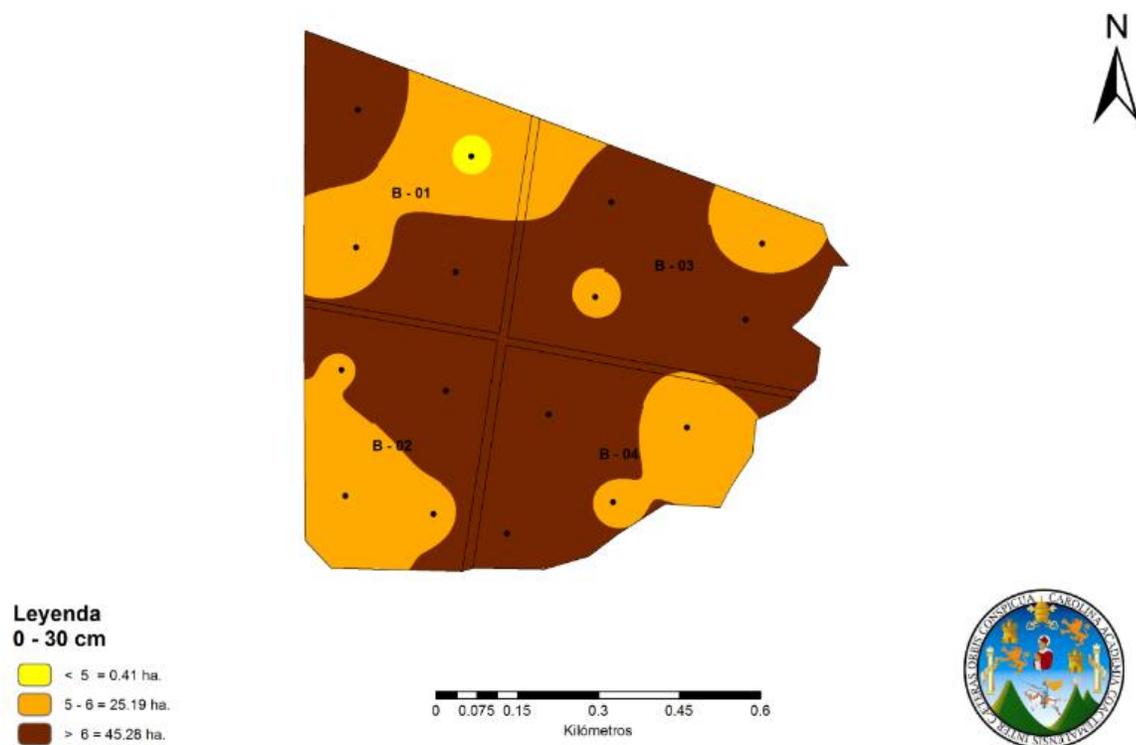


Figura 38. Mapa de reacción de suelo

Existe un área que abarca 3.82 ha donde los valores de pH son menores a 5, lo que indica que existe alta probabilidad de que exista concentraciones de Al soluble lo que podría ser perjudicial para el desarrollo de palma y por último se presenta un área con valores de pH mayores de 6.0 indicando una buena solubilidad de nutrientes siempre y cuando existan en el suelo.

2.5.3.2 Capacidad de intercambio cationico efectivo CICE

En el cuadro 24 y la figura 39 se presenta el comportamiento de los datos de capacidad de intercambio cationico efectivo CICE.

Cuadro 24. Indicador del comportamiento de la capacidad de Intercambio cationico efectivo en el área de estudio

Modificador CICE	Área (ha)
(<6meq/100g)	0.14
(>6meq/100g)	72.66
Total	73

2.5.3.3 Nivel de Potasio

En el cuadro 25 y la figura 40, se presenta el comportamiento que tiene el potasio.

Cuadro 25. Indicadores del comportamiento del nivel de potasio en el suelo del área en estudio

Modificador potasio (K)	Área (ha)
alto (<0.2meq/100g)	53.65
Bajo (>0.2meq/100g)	14.55
Total	73

El Potasio es el elemento que más absorbe la palma africana y para corregir la sintomatología de una deficiencia se requiere de 2 a 8 meses y para la producción de 1 a 2 años, influye en el número de racimos por palma y el peso medio del racimo.

En cuanto a los términos de potasio intercambiable el área que presenta limitaciones (<0.2 meq/100 g) equivale al 53.65 ha, lo que significa que se le deben hacer aplicaciones con alto contenido en potasio, ya que la palma demanda altas concentraciones de K para la producción. Existe un área de 14.55 ha en donde las concentraciones de K son mayores a (>0.2 meq/100 g). La deficiencia generalizada del K se podría deber material parental calizo que dio origen a los suelos. Además, también predominan las arcillas

expandibles lo que da lugar a la fijación del K entre sus capas de los tetraedros y octaedros lo que permite una menor disponibilidad.

Teniendo la información numérica y cartográfica de los tipos, subtipos y modificadores considerados en la clasificación de capacidad – fertilidad citada por S. W. Boul, se procedió a la interrelación y sobre posición de los mapas elaborados para cada indicador con el objetivo de obtener el mapa final de capacidad – fertilidad del suelo del área de estudio (figura 41).

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO EFECTIVO - FINCA EL POTRERO

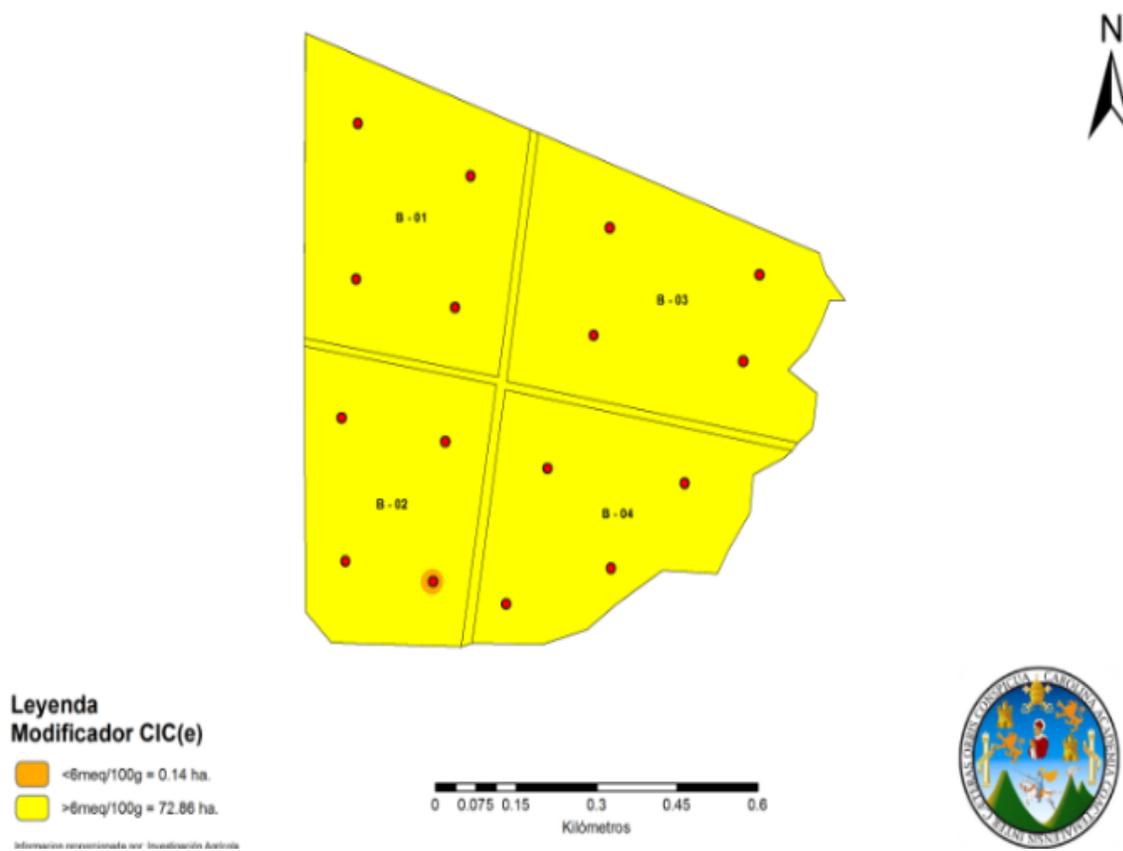


Figura 39. Mapa de capacidad de intercambio cationico

FINCA EL POTRERO DISPONIBILIDAD DE POTASIO K

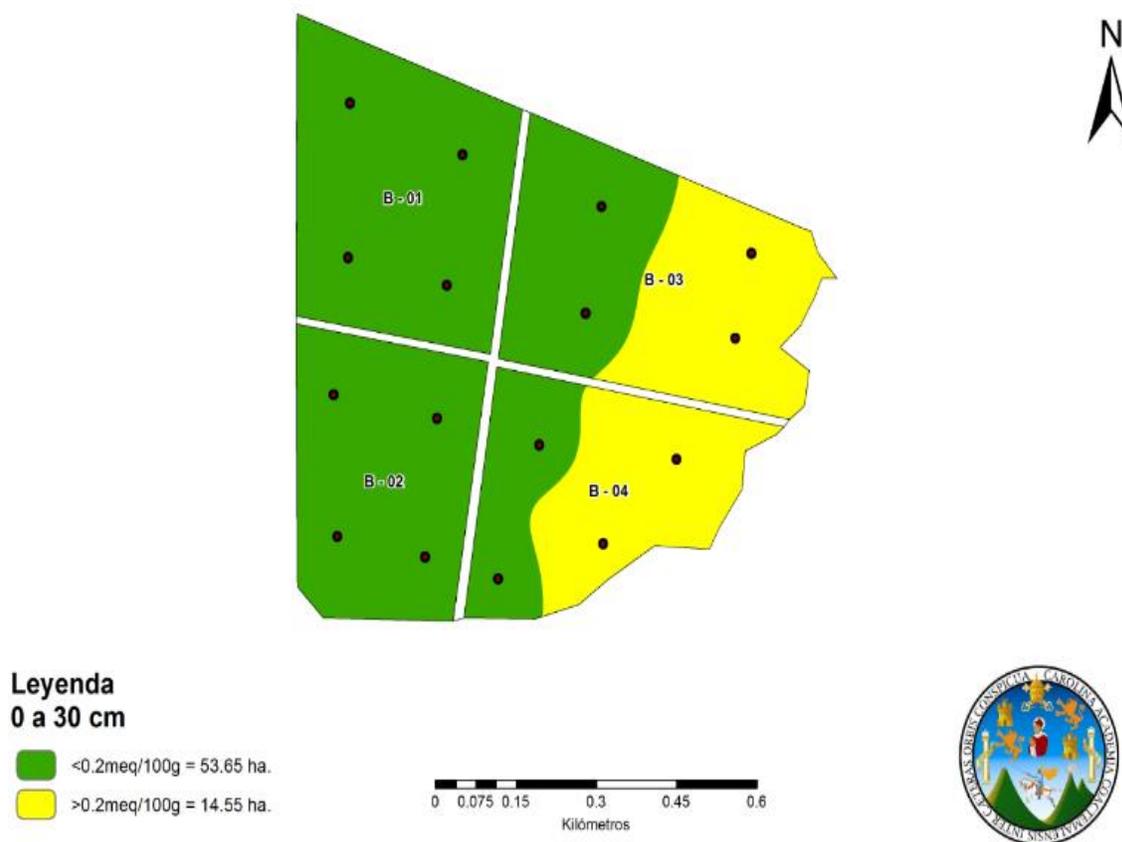


Figura 40. Mapa del comportamiento de potasio

CAPACIDAD DE FERTILIDAD FINCA EL POTRERO

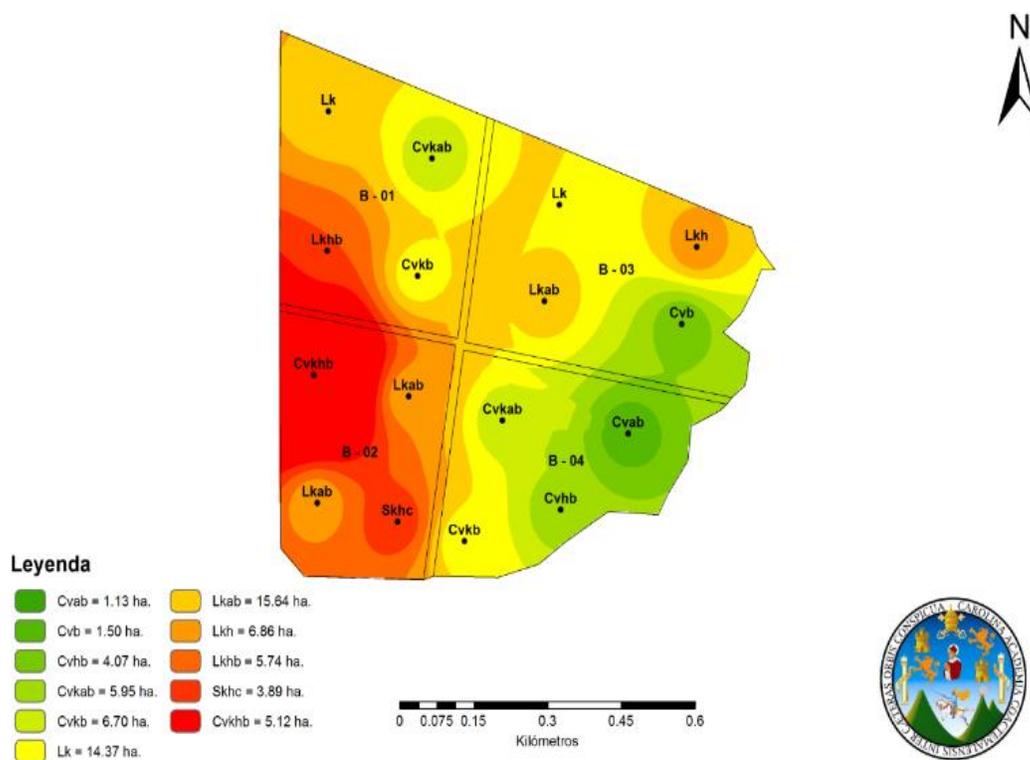


Figura 41. Mapa de capacidad - fertilidad

El suelo del área en estudio se clasificó de acuerdo a su capacidad – fertilidad en base a la metodología sugerida por S. W. Boul, identificándose en 11 categorías

En el cuadro 26, se presenta las categorías de suelo determinadas para cada bloque de cultivo de la finca.

Cuadro 26. Resumen de las categorías de suelo determinadas para cada bloque de cultivo de la finca.

Numero de Bloque	Categorías de suelos
1	Lk, Lkhb, Cvkab, Cvkb
2	Lk, Lkab, Lkh, Cvb
3	Cvkhb, Lkab, Lkab, Skhe
4	Cvkab, Cvkb, Cvab, Cvhb

En el cuadro anterior, se puede observar que en cada bloque se determinaron varias categorías, lo que demuestra la variabilidad de los suelos y el desarrollo de los mismos. Los principales modificadores que se determinaron para cada categoría de suelos fueron: valores de Potasio bajos, valores de pH bajos, presencia de Aluminio, y presencia de minerales calizos.

Descripción de las categorías de suelo determinadas en cada bloque

Lk:

Esta categoría ocupa un área de 14.37 ha y se encuentran ubicados en los bloques I y III. Son suelos francos, menor a 35 % de arcilla, con limitaciones de K. las cantidades a aplicar están determinadas por la demanda del cultivo para una producción específica así como el la eficiencia de la planta de poder absorber el K en suelos donde podría existir antagonismo con el Ca y Mg. Las aplicaciones de materiales orgánicos son necesarios como aporte de materia orgánica y su influencia de las propiedades físicas químicas y biológicas.

Lkhb

Esta categoría ocupa de área 5.75 ha y se encuentra ubicada en el bloque I, el contenido de arcilla es menor al 35 % con una concentración de K intercambiable

<0.2 meq/100 g. los valores de pH se encuentran entre el rango de 5.0 y 6.0. También se encuentran mineral calizo con presencia de concentraciones altas de Ca y Mg intercambiable. Este comportamiento entre el pH y los contenidos de Ca y Mg intercambiables no es común, ya que se esperarían valores mayores de pH. Se reportan contenidos altos de S. Un manejo preliminar sería las aplicaciones de fertilizantes potásicos.

Cvka:

Estos suelos ocupan un área de 5.95 ha y se encuentran ubicados en los bloques I y IV, poseen un contenido de arcilla mayor de 35 %, con predominio de minerales arcillosos expandibles y plásticos. Estos suelos tienen la capacidad de fijar K entre las capas de los tetraedros de sílice y los octaedros de aluminio. Los suelos tienen limitaciones de K y presencia de mineral calizo. Además, poseen concentraciones de aluminio soluble. El pH de estos suelos está en promedio de 5.5 con concentraciones de Ca altas mayores de 20 meq/100g de suelo. Las características de estos suelos no corresponden a un suelo ácido provocado por la baja concentración de bases. En estos suelos se habría que investigar la fuente de la acidez. El manejo a realizar en estos suelos es la aplicación de fuentes de K y materiales orgánicos con la finalidad de mejorar las propiedades físicas del suelo.

Cvkb:

Estos suelos ocupan un área de 6.70 ha y se encuentran ubicados en los bloques I y IV. Estos suelos difieren del grupo Cvka en que estos suelos poseen valores de pH mayores a 7.0 con alto contenido de Ca y Mg intercambiable. El manejo de estos suelos son las aplicaciones de K y de materiales orgánicos.

Lka

Son suelos francos, que ocupan un área de 15.64 ha y se encuentran ubicados en los bloques II y III. Las limitaciones de estos suelos son, los bajos contenidos de K, y Al soluble en presencia de minerales calizos. Además presentan concentraciones altas de S. Este grupo difiere del grupo LKha en que los análisis reportan presencia de

aluminio. El aluminio es soluble en valores de pH menores a 5.5, lo que indica que estos suelos están clasificados como fuertemente ácidos tomando como referencia la clasificación de pH de los suelos inorgánicos. Estos suelos podrían pertenecer a los suelos denominados sulfatados ácidos. El manejo de estos suelos serían las aplicaciones de fuentes potásicas. En cuanto modificar el pH del suelo para hacer no disponible el Al, se hace necesario investigar la fuente de la acidez, debido a que los valores de Ca son altos.

Lkh

Ocupan un área de 6.86 ha y se encuentran ubicados en el bloque II. Poseen una textura Franco arenosa, menor a 35 % de arcilla, con limitaciones de K y valores de pH entre 5 y 6. Los suelos con valores cercanos a 5.0 son los que están expuestos a presentar deficiencias de bases y aumentar la solubilidad del Al. El manejo de estos suelos son las aplicaciones de enmiendas agrícolas inorgánicas u orgánicas. Las enmiendas inorgánicas podrían ser las aplicaciones de carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio u magnesio, Las cantidades a aplicar están en función de la capacidad amortiguadora de los suelos. Si se pretende modificar el pH, se debería llevar a un valor arriba de 5.5 u 5.8 y tomar en cuenta las concentraciones de Al y Mn.

Cvb

Estos suelos ocupan un área de 1.5 ha y están ubicados en el bloque II, con valores de arcilla mayores al 35 %, en donde predominan los minerales arcillosos expandibles. También, se presentan minerales calizos. Las concentraciones de Ca y Mg intercambiables se encuentran arriba de los 20meq/100g. El manejo de estos suelos sería la aplicación de fuentes orgánicas para mejorar las propiedades físicas.

Cvkhb

Estos suelo ocupan un área de 5.12 ha y se encuentran ubicados en el bloques III, poseen un contenido de arcilla mayor de 35 %, con predominio de minerales arcillosos expandibles y plásticos. Estos suelos tienen la capacidad de fijar K entre las capas de los tetraedros de sílice y los octaedros de aluminio. Los suelos tienen limitaciones de

K y presencia de mineral calizo. El pH de estos suelos se encuentra en 5.0 y 6.0, con concentraciones de Ca intercambiable mayores de 20meq/100g de suelo. Además, poseen altas concentraciones de S. Las características de estos suelos no corresponden a un suelo ácido provocado por la baja concentración de bases. En estos suelos se habría que investigar la fuente de la acidez. El manejo a realizar en estos suelos es la aplicación de fuentes de K y materiales orgánicos con la finalidad de mejorar las propiedades físicas del suelo.

Skeh

Estos suelos ocupan un área de 3.84 ha y están ubicados en el bloque III, son suelos con texturas areno franco, con un contenido de k intercambiable menor a 0.2 meq/100 g. La CICe es menor de 5meq/100g de suelo lo que indica que la concentración de bases es baja. Los contenidos de Mg se encuentran bajos. Los valores de pH se encuentran entre 5.0 y 6.0. El manejo de estos suelos sería las aplicaciones de fertilizantes potásicos y de Mg. Además, la aplicación de fuentes orgánicas para mejorar propiedades físicas y químicas del suelo para aumentando la fertilidad potencial y real de los suelos.

Cvab

Estos suelo ocupan un área de 5.95 ha y se encuentran ubicados en el bloques IV, poseen un contenido de arcilla mayor de 35 %, con predominio de minerales arcillosos expandibles y plásticos. Estos suelos tienen la capacidad de fijar K entre las capas de los tetraedros de sílice y los octaedros de aluminio y presencia de mineral calizo. Además, poseen concentraciones de aluminio y azufre soluble. Las concentraciones de Ca son mayores de 20 meq/100g de suelo. Las características de estos suelos no corresponden a un suelo ácido provocado por la baja concentración de bases. En estos suelos se habría que investigar la fuente de la acidez. El manejo a realizar en estos suelos es las aplicaciones de materiales orgánicos con la finalidad de mejorar las propiedades físicas del suelo.

Cvhb

Estos suelos ocupan un área de 4.07 ha y se encuentran ubicados en el bloque IV. Poseen características similares al grupo Cvab, con la excepción que no se encuentra aluminio soluble debido a que los valores de pH no son tan bajos. Los análisis indican altas concentraciones de S y Mn. El manejo es similar.

2.6 CONCLUSIONES

1. Según la clasificación de Capacidad – Fertilidad propuesta por Boul, S.W. (1990) en la finca el Potrero cultivada con palma africana se obtuvieron 11 categorías de suelo.
2. Los modificadores que están influyendo en la fertilidad de los suelos y por ende en el desarrollo de la palma fueron: niveles bajos de K, pH extremadamente ácidos y fuertemente ácidos, presencia de Al, presencia de minerales arcillosos expandibles presencia de minerales calizos y niveles de bases intercambiables bajos.

2.7 RECOMENDACIONES

1. Para los suelos con niveles bajos de K realizar aplicaciones de fuentes potásicas en base a los requerimientos del cultivo y los factores edáficos que influyen en su disponibilidad, como son las fracciones de arcilla, minerales arcillosos, pH, concentraciones de Ca y Mg así como las relaciones entre bases.
2. Para suelos ácidos, determinar el origen de la acidez para determinar las enmiendas a utilizar a base de Carbonatos, Oxidos, Hidroxidos Silicatos de Ca y/o Mg así como materiales orgánicos. Las cantidades a utilizar están en función del valor del pH que se pretende alcanzar y el poder amortiguador de los materiales y la calidad de los mismos.
3. Para los suelos donde existen minerales arcillosos expandibles, aplicar materiales orgánicos para mejorar las propiedades físicas del suelo. Las cantidades están sujetas a la capacidad que se tenga de adquirirlas.
4. En los suelos donde la CICE es baja, realizar aplicaciones de bases intercambiables y material orgánico.
5. Determinar en algunas categorías de suelo la fuente de acidez, específicamente donde los valores de pH son bajos y existen valores altos de Ca y Mg intercambiable con presencia o ausencia de aluminio intercambiable y presencia de azufre.
6. Verificar las categorías de suelo determinadas a nivel de campo y luego relacionarlas con la producción de la palma.

2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Alburez, J. 1987. Estudio semidetallado de suelos con fines de clasificación agrológica y fertilidad de la finca Santa Cruz, Quixayá, San Lucas Toliman, Sololá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
2. ASD (Agricultural Services & Development, Costa Rica). 2004. Manual del curso internacional sobre el cultivo de palma aceitera. Costa Rica. 1300 p.
3. Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
4. Buol, SW; Hole, FD; McCracken, RJ. 1981. Génesis y clasificación de suelos. Trad. Agustín Contín. 2 ed. México, Trillas. 417 p.
5. Bornemisza, E; Alvarado, A. 1974. Manejo de suelos en la América tropical. Colombia, Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo. p. 129-144.
6. Chinchilla, R. 2003. Principios generales sobre pedología y taxonomía de los suelos. Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. p. 5-6.
7. Escobar, R. 1980. Aspectos generales de la palma africana; aspectos agroclimáticos. Colombia, CIAT. p 8-9
8. FAO, Italia. 1977. Guía para la descripción de perfiles. 2 ed. Roma, Italia. 70 p.
9. Fedepalma (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Colombia). La palma de aceite. 4 ed. Colombia. p. 589.
10. Gonzáles, B. 1996. Informe final de servicios clasificación de los suelos con fines de capacidad-fertilidad de la finca Camantulul, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
11. Grepalma (Gremial de Palmicultores de Guatemala). 2014. Síntomas de deficiencia de nutrientes en la palma de aceite. Guatemala. s.p.
12. IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base referencial mundial del recurso suelo. primera actualización 2007. Roma, Italia, FAO, Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos no. 103).
13. Martínez, C. 2009. Manual de prácticas de edafología II. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. Consultado 20 feb 2015. Disponible en http://www.scribd.com/recurso_suelo
14. Tobías, V.H. 2006. Guía para descripción de suelos; selección y preparación del suelo. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 8-11.

15. Tobías, V.H. 2006. Manual de laboratorio. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.32p.

2.9 ANEXOS

Cuadro 27A. Resultados de laboratorio

Altura 0-30cm)						(meq/100ml)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Al+H	Na (%)	Nitrato	P	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Al	(meq/100g)
BLOQUE	Puntos	X	Y	pH	M.O																			
1	1	522523	1810486	6.32	3.15%	15.5	0.75	74.85	23.94	0	0.45	5	<10.0	0.117	11.607	3.671	7	0.5	2.8	161	182.7	<0.5	<8.0	0.212
	2	522520	1810231	5.81	2.10%	31.5	0.33	78.07	21.29	0	0.31	<5.0	<10.0	0.104	24.566	6.626	17.3	0.4	2.2	107	68	<0.5	<8.0	0.212
	3	522733	1810400	4.83	3.46%	31.5	0.46	70.86	10.92	17.4	0.33	<5.0	<10.0	0.144	22.29	3.398	84.5	<0.2	1.3	119	3.2	<0.5	495	0.212
	4	522704	1810185	6.93	2.63%	39.7	0.28	90.32	9.18	0	0.22	<5.0	<10.0	0.11	35.818	3.601	8.6	0.5	1.2	77.6	16.8	<0.5	<8.0	0.212
2	1	522992	1810315	6.07	2.22%	8.9	1.09	72.24	26.02	0	0.66	<5.0	<10.0	0.102	6.387	2.275	9.2	0.2	2.6	141	253.2	<0.5	<8.0	0.212
	2	522962	1810139	5.94	1.58%	5.9	1.02	77.8	20.28	0	0.9	<5.0	<10.0	0.102	4.58	1.181	11.4	<0.2	1.8	187	214.1	<0.5	<8.0	0.212
	3	523271	1810238	5.81	4.63%	11.9	1.8	70.02	27.57	0	0.6	5.1	<10.0	0.214	8.283	3.225	15	0.4	3.1	178	212	1.1	<8.0	0.212
	4	523241	1810097	6.52	2.47%	53.3	1.07	50.62	47.99	0	0.31	5.1	<10.0	0.573	26.941	25.255	9.9	0.4	5.1	126	27.2	0.5	<8.0	0.212
3	1	522493	1810004	5.99	2.22%	25.4	0.44	76.43	22.76	0	0.36	<5.0	<10.0	0.112	19.366	5.703	38.1	0.3	1.5	110	71.2	<0.5	<8.0	0.212
	2	522500	1809770	5.4	1.33%	8.8	0.38	87.4	3.47	8	0.79	<5.0	<10.0	0.102	8.164	0.301	9	<0.2	0.9	227	8.7	<0.5	63	0.212
	3	522686	1809965	6.27	1.92%	24	0.39	86.15	13.08	0	0.39	<5.0	<10.0	0.102	20.639	3.098	10	0.5	1.8	96.2	86.7	<0.5	<8.0	0.212
	4	522663	1809736	5.84	1.42%	4.5	0.6	87.01	11.02	0	1.38	<5.0	<10.0	0.102	3.873	0.485	9.2	<0.2	1	155	7.3	<0.5	<8.0	0.212
4	1	522876	1809921	7.15	2.78%	46.6	0.25	95.83	3.66	0	0.26	5.3	<10.0	0.114	44.591	1.683	12.5	0.5	3.5	133	37.8	<0.5	<8.0	0.212
	2	522799	1809700	6.84	2.81%	33	0.26	94.92	4.52	0	0.3	6.4	<10.0	0.102	31.237	1.471	8.8	0.7	2.4	116	28.7	<0.5	<8.0	0.212
	3	523132	1809897	5.57	3.34%	55	0.96	54.16	44.44	0	0.43	<5.0	<10.0	0.529	29.705	13.786	78.9	<0.2	6.7	120	5.5	0.7	<8.0	0.237
	4	522995	1809758	5.92	3.24%	49.3	0.99	74.13	24.62	0	0.27	<5.0	<10.0	0.487	36.492	6.853	28.5	0.2	3.9	93.2	35.6	<0.5	<8.0	0.212

Fuente: Laboratorio de Soluciones Analíticas, 2015

Cuadro 28A. Resultados de laboratorio

Altura (30-60cm)						CICE (meq/100ml)	Saturación K (%)	Saturación Ca (%)	Saturación Mg (%)	Satur. Al+H (%)	Saturación Na (%)	Nitrato	P	Potasio (meq/100g)	Calcio (meq/100g)	Magnesio (meq/100g)	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Al	Sodio (meq/100g)
BLOQUE	Puntos	X	Y	pH	M.O																			
1	1	522523	1810486	6,59	1,51%	9,8	0,52	71,7	27,3	0	0,48	<5.0	<10.0	<40.0	1403,0	320,5	<5.0	<2.0	1,5	162,4	476,8	<0.5	<8.0	<50.0
	2	522520	1810231	5,54	1,36%	31,6	0,28	70,62	28,78	0,0	0,32	<5.0	<10.0	<40.0	4458	1090,0	70,4	<2.0	2,2	94,1	85,4	<0.5	<8.0	<50.0
	3	522733	1810400	6,03	0,85%	4,4	1,00	73,75	24,11	0,0	1,14	<5.0	<10.0	<40.0	644,9	126,5	16,6	<0.2	1,2	172,2	158,7	<0.5	<8.0	<50.0
	4	522704	1810185	7,12	1,67%	45,1	0,18	80,60	18,95	0,00	0,27	<5.0	<10.0	<40.0	7273,0	1026,0	50,4	0,2	1,5	63,2	33,6	<0.5	<8.0	<50.0
2	1	522992	1810315	5,95	1,58%	6,8	1,28	69,2	28,67	0,0	0,85	<5.0	<10.0	<40.0	943,9	234,6	16,2	<0.2	1,7	132,4	302,2	<0.5	<8.0	<50.0
	2	522962	1810139	4,38	2,04%	36,1	0,37	64,15	9,84	25,2	0,48	<5.0	<10.0	52,5	4638,0	426,9	446,5	<0.2	1,5	90,8	3,3	<0.5	818,4	<50.0
	3	523271	1810238	5,83	2,07%	8,9	1,44	66,51	31,29	0,00	0,75	<5.0	<10.0	49,9	1178,0	332,5	10,5	0,2	3,1	133,3	142,3	<0.5	<8.0	<50.0
	4	523241	1810097	6,56	1,88%	54,2	1,03	45,33	53,20	0,00	0,44	<5.0	<10.0	217,1	4910,0	3457,0	13,8	<0.2	7,0	134,8	13,3	<0.5	<8.0	55,0
3	1	522493	1810004	5,27	1,67%	29,0	0,36	75,11	22,8	1,4	0,35	<5.0	<10.0	40,4	4349,0	792,0	126,5	<0.2	1,7	99,4	27,9	<0.5	36,0	<50.0
	2	522500	1809770	5,45	1,70	38,1	0,47	90,08	5,36	3,70	0,42	<5.0	<10.0	69,9	6861,0	244,9	23,1	0,3	1,3	97,0	16,5	<0.5	125,9	<50.0
	3	522686	1809965	5,32	0,80%	34,6	0,33	82,86	13,34	2,9	0,58	<5.0	<10.0	44,8	5739,0	554,3	63,7	<0.2	2,2	85,9	35,7	<0.5	89,9	<50.0
	4	522663	1809736	5,53	0,86%	4,8	0,26	85,06	13,32	0,00	1,35	<5.0	<10.0	<40.0	810,3	76,2	7,7	<0.2	1,1	142,2	23,5	<0.5	<8.0	<50.0
4	1	522876	1809921	5,25	1,30%	36,5	0,25	93,6	3,11	2,7	0,3	<5.0	<10.0	<40.0	6835,0	136,3	31,1	<0.2	3,4	118,8	30,7	<0.5	89,9	<50.0
	2	522799	1809700	6,62	2,04%	33,9	0,25	94,99	4,41	0,00	0,35	<5.0	<10.0	<40.0	6442,0	179,5	9,8	0,2	2,1	98,3	24,4	<0.5	<8.0	<50.0
	3	523132	1809897	5,44	2,75%	46,9	0,92	52,07	45,68	0,9	0,47	<5.0	<10.0	168,1	4882,0	2570	74,0	<0.2	5,9	150,9	17,9	<0.5	36,0	51,2
	4	522995	1809758	5,52	1,11%	45,6	0,84	69,39	29,45	0,00	0,32	<5.0	<10.0	149,7	6335,0	1613,0	107,4	<0.2	3,5	124,2	121,7	<0.5	<8.0	<50.0

Fuente: Laboratorio de Soluciones Analíticas, 2015

Cuadro 29A. Porcentajes y clases de texturales del suelo

Ident.	%Arcilla	%Limo	%Arena	Clase Textural	Categoría Textural	
Bloque 1	M1	24	20	56	Franco arcillo arenoso	L
	M2	32	20	48	Franco arcillo arenoso	L
	M3	52	8	40	Arcilla	C
	M4	48	12	40	Arcilla	C
Bloque 2	M1	24	12	64	Franco arcillo arenoso	L
	M2	12	12	76	Franco arenoso	L
	M3	16	28	56	Franco arenoso	L
	M4	44	16	40	Arcilla	C
Bloque 3	M1	44	24	32	Arcilla	C
	M2	16	24	60	Franco arenoso	L
	M3	32	20	48	Franco arcillo arenoso	L
	M4	8	12	80	Areno Franco	S
Bloque 4	M1	65	20	15	Arcilla	C
	M2	44	20	36	Arcilla	C
	M3	48	16	36	Arcilla	C
	M4	48	20	32	Arcilla	C

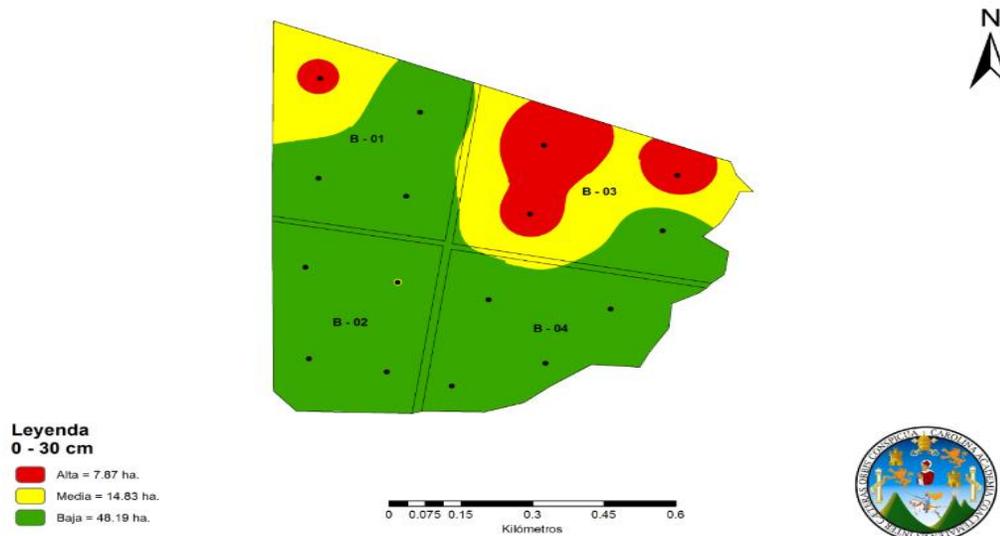
Fuente: Laboratorio de Soluciones Analíticas, 2015

Cuadro 30A. Categorías de la distribución textural del suelo

Textura	Área	% de Área
Franco arenoso	13.2	18.082
Arcilla	41.25	56.507
Franco areno arcilloso	9.75	13.356
Franco arcilloso	4.05	5.548
Franco	4.75	6.507
	73	100

Fuente: Laboratorio de Soluciones Analíticas, 2015

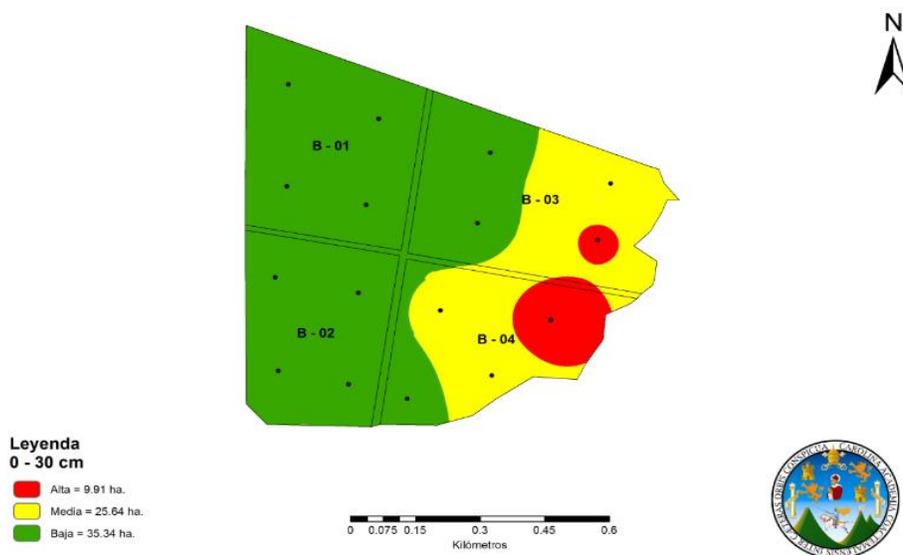
FINCA EL POTRERO DISPONIBILIDAD DE MANGANESO Mn



Fuente: Elaboración propia, 2015

Figura 42. Disponibilidad de Manganeso Mn

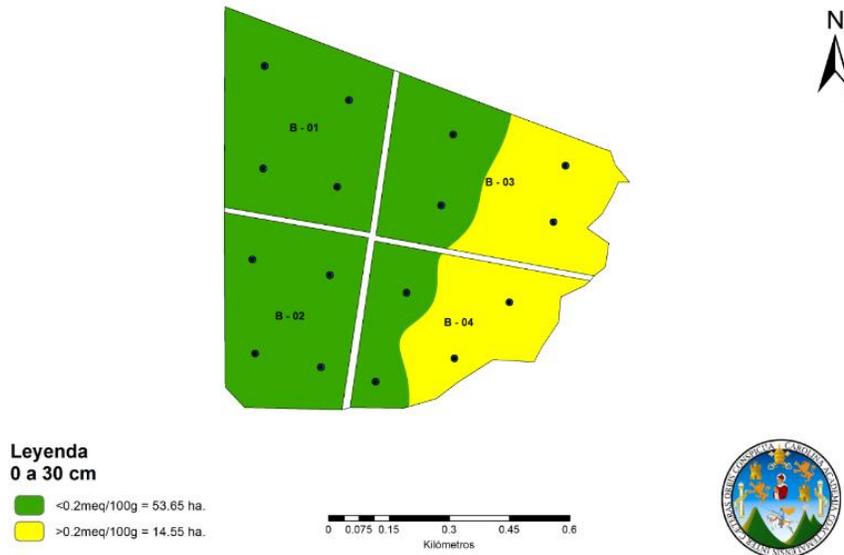
FINCA EL POTRERO DISPONIBILIDAD DE COBRE Cu



Fuente: Elaboración propia, 2015

Figura 43. Disponibilidad de Cu

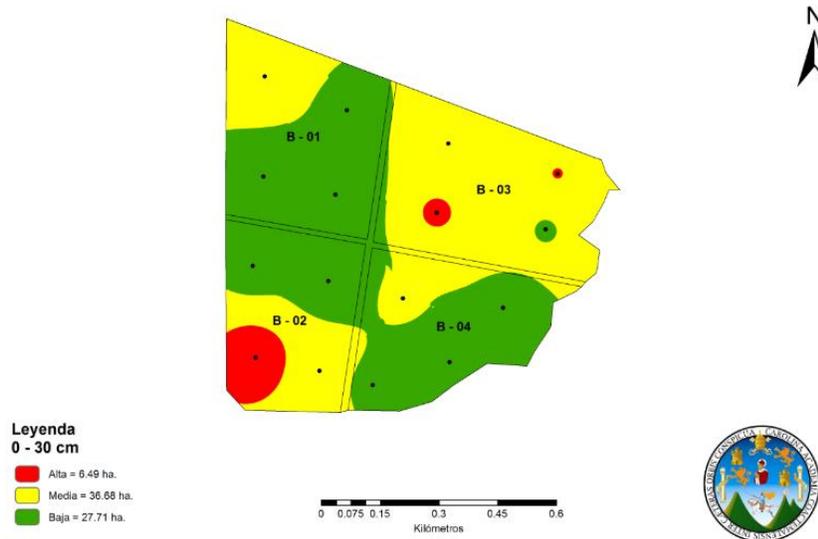
**FINCA EL POTRERO
DISPONIBILIDAD DE POTASIO K**



Fuente: Elaboración propia, 2015

Figura 44. Disponibilidad de Potasio

**FINCA EL POTRERO
DISPONIBILIDAD DE HIERRO Fe**



Fuente: Elaboración propia, 2015

Figura 45. Disponibilidad de Hierro



3.1 Introducción

La palma africana (*Eleais guineensis* Jacq) es un cultivo que se está convirtiendo en uno de los más importantes hoy en día para nuestro país, ya que es generador de fuentes de divisas y trabajo para muchas personas.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizaron una serie de servicios profesionales solicitados por el área agrícola de la empresa Tikindustrias, S.A, así como también se realizaron servicios en el departamento de sanidad vegetal, las cuales tuvieron el propósito de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del estudio académico y de la misma manera adquirir nuevos conocimientos tanto prácticos como teóricos.

Los servicios que a continuación se presentan fueron realizados en Tikindustrias, S.A., en un periodo de diez meses (Agosto-Mayo), en la zona de Sayaxché del departamento de Petén, tiempo en el cual se llevaron a cabo las diferentes labores agronómicas en palma africana.

Los servicios fueron enfocados en apoyar actividades de los programas de investigación, tales como evaluación de tres diferentes tipos de trampas para la captura del *Rhynchophorus*, control en campo del *Rhynchophorus*, identificación de palmas en revisiones fitosanitarias y el apoyo en la supervisión de la aplicación de fertilizante.

3.2 Área de influencia

El área de influencia de trabajo del EPS fue en la finca de Tikindustrias, S.A., se localizan todas en un solo bloque, en el municipio de Sayaxché en el departamento de Petén, ubicada en el kilómetro 395. Las coordenadas geográficas del centro de operaciones de la finca son: latitud 16° 22' 23.54" N y una longitud de 90° 17' 1.33" O. A una altitud de 100 metros sobre el nivel del mar.

La empresa cuenta con cuenta con 10,106 hectáreas cultivadas con palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) en donde se pueden encontrar diferentes variedades en las cuales están: Dami, Cabaña, Deli x Ghana, Deli x Nigeria, Yangambi y Unipalm.

3.3 Objetivo General

- Contribuir con las actividades productivas de la empresa Tikindustrias, S.A.

3.4 Servicios Realizados

3.4.1 Servicios Planificados

3.4.1.1 Monitoreo y control de fertilizaciones en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), en Tikindustrias, S.A.

3.4.1.1.1 Definición del problema

Las aplicaciones de fertilizante en palma africana, como en cualquier otro cultivo son esenciales para el crecimiento y buen desarrollo del mismo, por ello la empresa Tikindustrias, S.A., realiza aplicaciones en base a los análisis foliares, previos a la aplicación, actualmente se están haciendo de 3 a 5 aplicaciones al año entre estas; formulas completas o fertilizantes simples.

La empresa requiere en sus fincas una distribución adecuada del fertilizante para que cada palma tenga lo esencial para el crecimiento y desarrollo óptimo, debido a las condiciones del suelo no es posible aplicarlo de forma mecanizada, por lo que es necesario hacer las aplicaciones manuales y tener una mayor supervisión, de la misma manera verificar que se esté aplicando la dosis correcta y que no queden palmas sin aplicar.

Debido a que en años anteriores en algunas partes de la finca se ha observado que algunas palmas tienen síntomas de deficiencias y en algunos casos ha sido por una mala aplicación, se debe tener un mayor control cuando se hacen las aplicaciones de fertilizante manual.

3.4.1.1.2 Objetivo específico

- Organizar las aplicaciones de fertilizante.
- Monitorear la correcta distribución y aplicación del fertilizante.

3.4.1.1.3 Metodología

a) Programación de aplicación

- Se realizó un muestreo foliar de cada uno de los bloques de cada finca, tomando una muestra por cada hectárea tomando en cuenta las hectáreas de cada uno de los diferentes bloques, en plantaciones mayores a cinco años se tomó la muestra en la hoja 17 que sería la parte media de la hoja y para plantaciones jóvenes el muestreo se hizo en la hoja 9.

- Se enviaron las muestras al laboratorio de Soluciones Analíticas en donde realizaron las respectivas pruebas para determinar el contenido de los nutrientes en la palma.
- Se procedió a realizar el cálculo de nutrientes que requiere la palma, para ello se tomó en cuenta también el fertilizante necesario a aplicar para los diferentes bloques de las áreas sembradas con palma.
- Se realizó un programa de aplicación de fertilizante tomando en cuenta la cantidad de jornales diarios, dosis por palma, quintales por persona al día, hectáreas al día como también el tiempo establecido para cada aplicación.

b) Control de aplicación

- Para llevar un mejor control de aplicación se tomaron datos como: finca, año de siembra, bloque, área, número de palmas, variedad, quintales a aplicar, dosis, formula, fecha de inicio y fecha de cierre.
- Antes de la aplicación se tenía ya coordinado que el área estuviera con el plato chapeado y se supervisaba un día antes para corroborar.
- Se asignó un caporal por cada 25 personas que fertilizan, asignando también un supervisor cada 100 personas, las cuales tienen la responsabilidad de que la aplicación se realizara correctamente.

3.4.1.1.4 Resultados

Se logró monitorear y controlar dos aplicaciones en las 10,106 ha de la finca de las cuales se aplicaron siete formulas diferentes y cinco dosis diferente en toda la finca. En cuadro 31 se detallan las formulas y dosis que se aplicaron en las dos aplicaciones monitoreadas.

Cuadro 31. Especificación de fórmulas y dosis a aplicar en diferentes siembras

FERTILIZACIÓN 2014		
FORMULA	DOSIS/PALMA (lb)	SIEMBRA
1/14.	16	2005-2007 DAMI
2/14.	12	2005-2007 DAMI
3/14.	10	2008-2009 DAMI
4/14.	12	2008-2009 DAMI
5/14.	8	2011 DxG - DxN
6/14.	5	2011 DxG - DxN
7/14.	10	2012-2013
8/14.	10	2011-2012-2013
9/14.	5	2005-2007-2008-2009 DAMI
10/14.	20	2005-2007 CABAÑA

Se asignó a cada persona una aplicación de fertilizante de 80 a 143 palmas, esta varía ya que las dosis son diferentes para cada año de siembra y se calculó de acuerdo a la cantidad de quintales a aplicar asignando a las personas por surcos tomando en cuenta la cantidad de palmas en cada hilera.

Los resultados de las aplicaciones de fertilizante se verán reflejados al mes de la aplicación, a los dos años se espera un incremento en el peso y en el número de racimos por palma.

A continuación se presentan los mapas que se manejaron durante las aplicaciones de fertilizante para el control de las aplicaciones.

3.4.1.1.5 Constancias



Figura 46. Aplicación manual de fertilizante

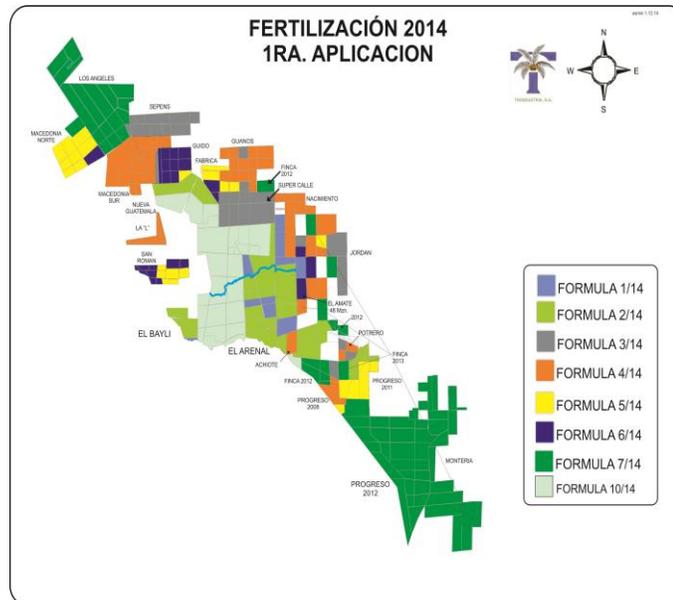


Figura 47. Mapa de primera aplicación de fertilizante

Fuente: Tikindustrias, S.A.

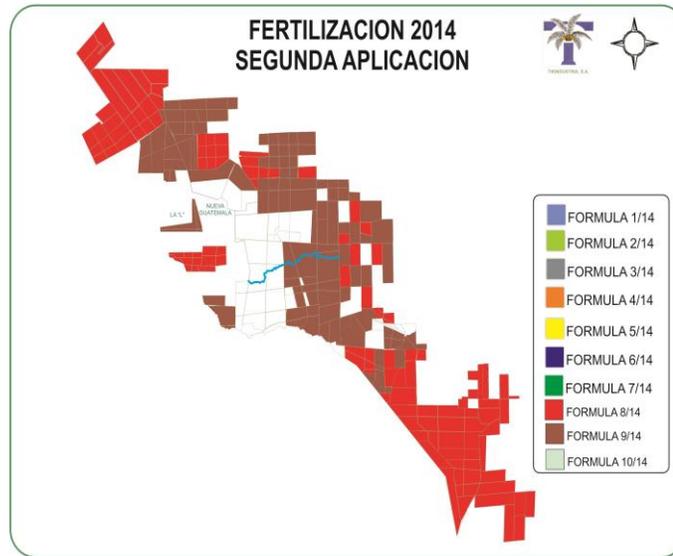


Figura 48. Mapa de Segunda aplicación

Fuente: Tikindustrias, S.A.

3.4.1.2 Evaluación de la altura de colocación de sacos y la implementación de una boleta de registro para la captura del picudo de palma (*Rhynchophorus palmarum*)

3.4.1.2.1 Definición del problema

El insecto (*R. palmarum*) se considera como uno de los principales insectos plaga, ataca en las heridas expuestas que puede tener la palma, introduciendo de esta forma un nematodo (*Bursaphelenchus cocophilus*) el cual causa la enfermedad del anillo rojo, con esta enfermedad causada por este nematodo la cual causa tanto daño que solo se puede llegar a tomar la decisión de erradicar la palma.

Actualmente se controla por medio de una trampa cada 5 hectáreas, las cuales están elaboradas por una caneca plástica de 5 galones forrada por un saco, este saco ayuda al insecto a poder introducirse a la caneca, en el interior tiene una mezcla de agua y melaza como atrayente así como una feromona. El plástico de la caneca impide que el insecto, pueda caminar hacia afuera de la trampa.

Se implementó un control en campo por medio de una boleta dentro de una botella plástica, esto para protegerla de los fenómenos atmosféricos, con el fin de poder verificar los registros y el comportamiento que se ha tenido en cada uno de los meses en los que se ha pasado revisando las capturas, esto facilitará tanto al encargado de las diferentes áreas así como al encargado de las revisiones de capturas de *R. palmarum* para que a la hora de supervisar se sepa con exactitud si la gente está cumpliendo con su tarea de chequear cada una de las trampas establecidas, así como el comportamiento que se está teniendo, debe coincidir las fechas que el encargado estableció con el cronograma de actividades y poderse revisar en campo en cualquier momento.

3.4.1.2.2 Objetivo específico

- Determinar la altura de colocación de la trampa en función de su eficiencia.
- Elaborar una boleta de registro.

3.4.1.2.3 Metodología

Diseño experimental

El diseño experimental consistió en un diseño en Bloques al Azar (DBA), el cual toma los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. En este diseño las unidades se distribuyen en grupos homogéneos, donde cada grupo homogéneo es un bloque que es igual al número de tratamientos del experimento.

3.4.1.2.4 Criterio del bloque

Se eligió un diseño de bloques al azar debido a que el experimento tiene una gradiente de variabilidad, el cual consiste en que cada uno de los bloques fue montado en diferente día, por lo que puede tener diferentes condiciones en cada uno de los días en que se realizó cada bloque.

3.4.1.2.5 Aleatorización

La aleatorización se realizó independiente en cada uno de los bloques que se realizan por mes durante cinco meses.

3.4.1.2.6 Área del Experimento

Para este experimento se utilizaron 15 bloques de la siembra 2005, de la finca “El Arenal” los bloques tiene un promedio de 40 hectáreas cada uno, por lo que el experimento tuvo un área total de 600 hectáreas sembradas con la variedad Dami.

Variable

- Numero de *R. palmarum* atrapados / Trampa

3.4.1.2.7 Características del comportamiento de la población de *Rhynchophorus palmarum* en campo

El *R.palmarum*, se ubica principalmente en toda el área de América Central hasta Sur América, provocando dos tipos de daños; el directo cuando las larvas se alimentan de tejidos en crecimiento y a menudo destruyen los tejidos apicales causando la muerte y el efecto indirecto por medio del vector del nematodo causante del anillo rojo.

Ya que el cultivo de palma africana es el principal atrayente del *Rhynchophorus palmarum* y este es atraído por vegetales en fermentación y feromona de agregación el cual se utiliza en Tikindustrias, el componente principal de la feromona de agregación es (4S,2E)-6-methyl-2-hepten-4-ol (Rhynchophorol).

Se colocó una trampa cada cinco hectáreas, cada trampa esta georefenciada para no perder la ubicación en cada momento de la revisión, se realizaron revisiones cada 21 días al igual que el cambio del atrayente (melaza y agua a una relación de 20% de melaza y 80 % de agua).

3.4.1.2.8 Altura del saco de la trampa

La altura del saco de la trampa se detalla a continuación:

- Bajo: Altura donde inicia la ventana de la trampa
- Medio: Altura a la mitad de la ventana de la trampa
- Completo: cubriendo toda la caneca

3.4.1.2.9 Metodología utilizada para la implementación de boleta en campo.

- Se pidió a cada uno de los encargados de área juntar las botellas plásticas en el transcurso de un mes.
- Se realizó una boleta con la información necesaria para llevar un control de las revisiones de trampas del picudo de la palma.
- Luego se procedió a ejecutar el plan, colocando la botella a un costado de la trampa sujetado por medio de una pita.

3.4.1.2.10 Resultados

En los datos que se obtuvieron de las trampas con las diferentes alturas de saco, no se encontró diferencia significativa en ninguna de las alturas, por lo que es indiferente la altura del saco en la trampa.



Figura 49. Trampas a diferentes alturas de saco

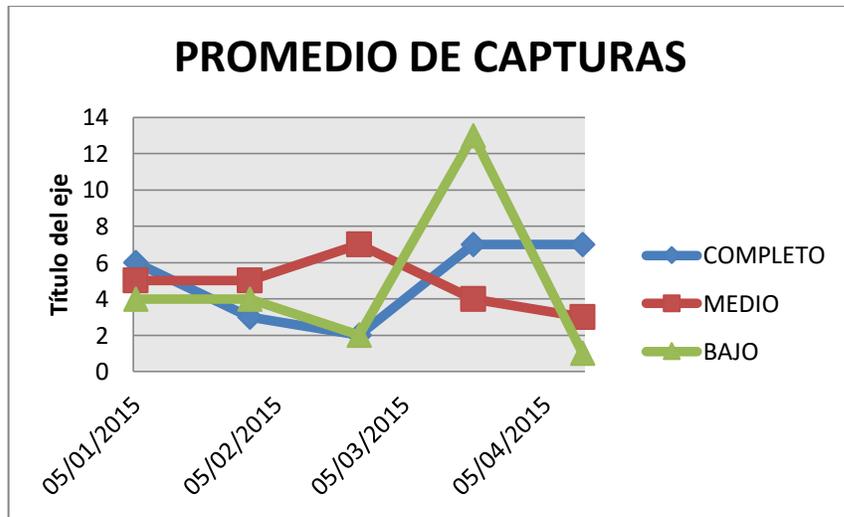


Figura 50. Promedio de capturas con las distintas medidas de saco

3.4.1.2.11 Constancias



Figura 51. *Rhynchophorus palmarum*



Figura 52. Trampa para el control de *R. palmarum*



Figura 53. Trampa con botella plástica para proteger boleta de control y monitoreo de *R. palmarum*.

3.4.1.3 Identificación de palmas con daños de pudrición de flecha, pudrición de cogollo y erradicación.

3.4.1.3.1 Definición del problema

El monitoreo que se realiza en la palma africana es muy importante para un mejor cultivo, ya que nos permite determinar en forma oportuna el comportamiento, crecimiento y el comportamiento de las poblaciones, al momento en que las poblaciones son capaces de causar pérdidas de significancia económica.

Actualmente en Tikindustrias se hacen revisiones fitosanitarias donde se recorre toda la finca cada dos meses, en cada recorrido se observa cada palma de cada bloque de cada finca. Los revisores están capacitados para detectar una enfermedad en base a su sintomatología, entre estas encontramos pudriciones basales húmedas y secas, pudriciones de cogollo, pudriciones de flecha y por último anillo rojo.

Para las enfermedades como pudriciones basales húmedas y secas no se pueden tratar de ninguna forma, lo que previene únicamente es que cada bloque tenga su drenaje necesario para evitar excesos de humedad, cuando se encuentran palmas con esta sintomatología se

erradican ya que no hay forma de recuperarlas y solo sirven de hospederos de plagas. Al igual que el anillo rojo es necesario erradicarla inmediatamente ya que no hay ninguna forma de recuperarla, pero para las pudriciones de cogollo y flecha se puede realizar una cirugía que consiste en cortar todo el material dañado y hacer una aplicación de un fungicida e insectida más una aplicación de fertilizante.

Una manera práctica de realizar muestreos y a la vez un control, es la identificación con nylon en las palmas que se deben de realizar cirugía, así como las palmas que deben de erradicarse.

Llevando un control para no reportar la misma palma en la siguiente revisión sino darle seguimiento al comportamiento que esta tiene después de la cirugía, en el momento que los revisores pasen de nuevo por los bloques de palma. De esta manera se tendrán datos exactos del número de palmas que tenían cirugías, así como la recuperación de las mismas y las palmas que se erradicaron por tener pudriciones basales, ya sea seca o húmeda, así como palmas dobles, no se les aplicará ningún tratamiento, no se aplicará fertilizante ya que son palmas que se van a erradicar.

3.4.1.3.2 Objetivo Especifico

- Identificar y controlar físicamente en campo las palmas que se les va aplicar cirugía y palmas que se van a erradicar.

3.4.1.3.3 Metodología

- Se procedió a indicarles a los revisores el color que se debía utilizar para cada caso como; Nylon blanco; para palmas con pudrición de flecha y pudrición de cogollo, Nylon rojo; para palmas que se tenían que erradicar (pudriciones basales, anillo rojo y palmas dobles).
- Para el caso del nylon blanco debe contar con los datos siguientes: identificación de la enfermedad, fecha y nombre del revisor.
- Para el caso de nylon rojo debe tener los datos siguientes: fecha y nombre del revisor.

3.4.1.3.4 Constancias



Figura 54. Palma marcada con nylon, lista para aplicar cirugía



Figura 55. Palma marcada con nylon, las cuales se deben erradicar